

El metabolismo de la economía española

Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)



Óscar Carpintero



ECONOMÍA
— VS —
NATURALEZA

**El metabolismo de la economía española.
Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)**

ECONOMÍA
— **VS** —
NATURALEZA

**El metabolismo de la economía española.
Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)**

Óscar Carpintero



Consejo asesor de la colección:

Federico Aguilera Klink

Pablo Campos Palacín

Carlos Castrodeza Ruiz

Jacques Grinevald

Luis Gutiérrez Andrés (secretario)

Joan Martínez Alíer

José Manuel Naredo Pérez (director)

Fernando Parra Supervía

Paul F. Starrs

Antonio Valero Capilla

Carlos Verdaguer Viana-Cárdenas

Diseño de la colección: Alberto Corazón

© del texto: Óscar Carpintero

Reservados todos los derechos de esta edición
para la Fundación César Manrique.

Taro de Tahíche, 35.507 Teguise, Lanzarote, Islas Canarias.

ISBN: 84-88550-60-X

Depósito Legal: M-15297-2005

Imprime: Cromoimagen, S.L. Albasanz, 14 bis. 28037 Madrid

Impreso en España. Papel reciclado

A Tere, por su paciencia y...
por todo lo demás.

«Las aproximaciones físicas a la economía existen como una evidencia del carácter inadecuado e incompleto que la medición monetaria arroja sobre las relaciones entre la economía humana y su medio ambiente (...)
Los estudios sobre la naturaleza física de la producción, el consumo y el intercambio de bienes y servicios no son «menos» económicos que aquellos que se basan únicamente en los valores monetarios».

P. L. DANIELS y S. MOORE

ÍNDICE

Prólogo

<i>José Manuel Naredo</i>	23
---------------------------------	----

Introducción	27
---------------------------	----

I. HERENCIAS HISTÓRICAS, DEBATES E INSTRUMENTOS DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

CAPÍTULO PRIMERO

Recomponiendo los lazos entre economía y naturaleza: de las aportaciones de los pioneros a la polémica sobre la «desmaterialización»

1. La necesidad de superar la escisión de la economía neoclásica	43
2. Las rescatadas aportaciones de los pioneros de la economía ecológica: los inicios del «metabolismo económico» y la crítica al crecimiento	44
3. El engarce con la segunda mitad del siglo XX: del «Informe Paley» a «Los límites al crecimiento»	51
4. Analogías biológicas y leyes de la termodinámica: los precursores «recientes»	56
5. La prolongación del viejo debate sobre los límites: De la «desmaterialización económica» a la Curva de Kuznets Ambiental	70
6. Los costes ambientales ocultos de la terciarización y la «nueva economía»	83
7. A modo de conclusión	100

CAPÍTULO SEGUNDO

Metabolismo económico y «huella ecológica»: la sostenibilidad como un problema del tamaño o escala de la economía

1. La recuperación de la «vieja metáfora» a finales del siglo XX: entre el metabolismo económico y la ecología industrial	113
2. «Desde la cuna hasta la tumba»: la Contabilidad de Flujos Materiales (CFM) a escala nacional en la década de los noventa	122
3. Hacia una metodología común: evaluación y resultados de los primeros intentos coordinados de estimación de flujos físicos en el ámbito nacional	138
4. «Desde la cuna hasta la cuna»: el coste exergético de reposición del capital mineral de la Tierra	160
5. La traducción territorial de la escala del sistema económico: la «Huella Ecológica» como indicador de la sostenibilidad de las economías	165
6. Limitaciones de la huella «ecológica» y modificaciones metodológicas: la incorporación de las productividades locales y el análisis input-output	176
7. El «espacio ambiental» y la aplicación del principio de equidad en el ámbito global	182

II. METABOLISMO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA: NUEVOS DATOS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

CAPÍTULO TERCERO

El metabolismo de la economía española y su escala a través de los flujos de energía y materiales: 1955-2000

1. Un factor largamente olvidado: los recursos naturales y la explicación del crecimiento económico español en los últimos decenios	197
2. Algunas aproximaciones locales y regionales al metabolismo económico en España	208
3. La cuantificación de los flujos físicos abióticos directos y su relación con los ciclos económicos	213
4. Una desmaterialización económica que no acaba de llegar	231
5. Los flujos ocultos de las actividades extractivas: una aproximación a la mochila de deterioro ecológico de la minería en España	240
6. La contribución de las edificaciones y las infraestructuras a los flujos ocultos de la economía española ..	250
7. El coste físico de «cerrar los ciclos» en la esfera de los materiales: un ejercicio para estimar el coste exergético de algunos metales seleccionados de la economía española	253

CAPÍTULO CUARTO

La presión sobre los frutos derivados de la fotosíntesis: flujos bióticos (renovables) de recursos naturales: 1955-2000

1. El largo camino hacia una mirada diferente sobre la «modernización» de la agricultura en España	267
2. Panorámica general de los principales flujos bióticos directos involucrados en la expansión agraria ..	270
3. «La gran intensificación»: exigencias ecológicas y desconexión creciente entre la actividad agraria y sus cimientos ambientales	274
4. Flujos ocultos, residuos agrarios y el problema de la erosión	300
5. Sobre la sostenibilidad agraria, la necesidad de cerrar los ciclos y los escollos institucionales para lograrlo	313

CAPÍTULO QUINTO

De la economía de la «producción» a la economía de la «adquisición»: síntesis de los Requerimientos Totales de Materiales de la economía española y su comparación internacional

1. Introducción	329
2. Evolución y comparación de los Requerimientos Totales de Materiales desde la mitad del siglo XX ..	329
3. Lejos de la desmaterialización absoluta y ambigua desmaterialización relativa	342
4. ¿Se puede hablar de una Curva de Kuznets Ambiental para la economía española?	348
5. La economía española como «dragón europeo»: un análisis comparativo en términos de flujos de energía y materiales	349
6. A modo de conclusión	358

CAPÍTULO SEXTO

La sostenibilidad a través de una aproximación territorial: la huella ecológica de la economía española (1955-2000)

1. Introducción	363
-----------------------	-----

2. Aproximaciones locales y regionales a la huella de algunos territorios españoles.....	364
3. La huella de deterioro ecológico de los cultivos agrícolas y su extensión territorial.....	368
4. «Toda carne es hierba» y... plancton: cambios en la dieta y su contribución a la huella ecológica de la alimentación.....	372
5. De la huella ecológica de los cultivos y la alimentación a la huella ecológica de la <i>actividad agraria</i>	394
6. La contribución del consumo de productos forestales a la huella ecológica en España	397
7. Las diferentes alternativas para estimar la huella ecológica de los pastos	400
8. «Bosques virtuales»: la huella ecológica necesaria para la absorción de CO ₂	405
9. «Más allá de los límites territoriales»: resumen general de la huella y el déficit «ecológico» de la economía española (1955-2000).....	411
10. La huella «ecológica» de la economía española en el contexto peninsular y su lugar respecto de la sostenibilidad internacional en términos territoriales	418
11. A modo de conclusión.	422

CAPÍTULO SÉPTIMO

El surgimiento de la «burbuja comercial» y la dependencia ecológica externa: Flujos físicos y valoración monetaria del comercio exterior en España

1. Introducción	429
2. Libre comercio y medio ambiente: insuficiencias ambientales del enfoque convencional sobre las relaciones comerciales	430
3. Una mirada al comercio desde el punto de vista de los flujos físicos: la extensión de la «Regla del Notario» y el «intercambio ecológico desigual»(*)	441
4. La «burbuja comercial» española: evolución y comparación de los flujos físicos y monetarios (1955-2000)	453
5. Tomando posiciones en la «Curva del Notario»: desde una economía ecológicamente autosuficiente hacia otra ecológicamente dependiente	456
6. A modo de conclusión	479

CAPÍTULO OCTAVO

Del medio ambiente físico al «medio ambiente financiero» como palanca para consolidar la economía de la «adquisición»

1. La necesidad de ampliar hacia lo financiero la reflexión económico-ecológica.....	485
2. La economía española como «atractora» de capitales y recursos financieros para compensar el déficit: la necesidad de rehabilitar «viejos» análisis y enfoques	487
3. De país «globalizado» a economía «globalizadora» del resto del mundo a finales del siglo XX	500
4. De la «burbuja comercial» a la «burbuja inmobiliario-financiera» de la economía española.....	512
5. El papel de los hogares: la «adquisición» más allá de los flujos de renta y ahorro.....	520
6.«Financiarización» de las empresas no financieras: las ventajas del nuevo «señoreaje» y la «adquisición» más allá de los resultados del negocio ordinario.....	524
7. Reflexión final sobre las paradojas «ecológicas» del interés compuesto: dinero, riqueza y deuda	531

Conclusiones	541
---------------------------	-----

Anexo Metodológico	553
Bibliografía	563
Anexo Estadístico	595

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICOS Y TABLAS DEL TEXTO

CUADROS

Cuadro 1.1.	Tradiciones intelectuales críticas con el crecimiento económico hasta finales de la década de los 70 ..	49
Cuadro 1.2.	Perspectivas sobre las relaciones crecimiento-medio ambiente	56
Cuadro 1.3.	Algunos trabajos empíricos sobre el «efecto rebote»	87
Cuadro 1.4.	Ejemplos de «efecto rebote» que reducen las ganancias de eficiencia en algunos productos seleccionados	88
Cuadro 1.5.	Efectos ambientales de internet y la nueva economía	99
Cuadro 2.1.	Propuestas de la Acción Concertada «ConAccount» para el desarrollo de la CFM	124
Cuadro 2.2.	Diferentes tipos de Contabilidad de Flujos Materiales (CFM)	127
Cuadro 2.3.	Diferentes clases de Flujos Materiales	140
Cuadro 2.4.	Esquema del balance de materiales completo para la economía a escala nacional según EUROSTAT ..	155
Cuadro 2.5.	Resumen de los principales estudios de CFM por países	158
Cuadro 2.6.	Intervalos máximos y mínimos en la definición del espacio ambiental de la UE	183
Cuadro 3.1.	Algunas estimaciones del residuo de Solow y su importancia en la explicación del crecimiento económico español, 1965-1995	204

GRÁFICOS

Gráfico 1.1.	«Curva de Kuznets Ambiental»	74
Gráfico 1.2.	Comparación de los requerimientos de energía y materiales para la fabricación de algunos productos industriales nuevos y tradicionales	81
Gráfico 1.3.	Comparación de los requerimientos de agua para la fabricación de materiales industriales nuevos y tradicionales	82
Gráfico 1.4.	Requerimientos de combustibles fósiles y minerales en la producción de bienes informáticos y de telecomunicaciones	96
Gráfico 1.5.	Emisiones relativas de gases con efecto invernadero para productos informáticos y de telecomunicaciones	96
Gráfico 2.1.	Relación entre el tonelaje de los flujos materiales y su impacto ambiental	126
Gráfico 2.2.	Esquema simplificado del balance de materiales para la economía nacional	128
Gráfico 2.3.	El ciclo completo de la CFM	148
Gráfico 2.4.	Análisis exergético del ciclo de vida «desde la cuna hasta la cuna»	162
Gráfico 3.1.	Evolución de los Inputs Abióticos Directos de la economía española, 1955-2000 (según origen)	215
Gráfico 3.2.	Composición de los Inputs Abióticos Directos en tonelaje, 1955-2000 (años seleccionados y excluidas semimanufacturas y otros bienes importados)	219
Gráfico 3.3.	Composición de los Inputs Abióticos Directos en valor, 1955-2000 (años seleccionados y excluidas semimanufacturas y otros bienes importados)	220

Gráfico 3.4.	Evolución de los inputs energéticos directos según su origen, 1955-2000 (excluidas semimanufacturas)	221
Gráfico 3.5.	Evolución de los inputs directos de minerales metálicos según origen, 1955-2000 (excluidas semimanufacturas)	222
Gráfico 3.6.	Tasas de variación de los Inputs Abióticos Directos y del PIB c.f., 1956-2000 (%)	223
Gráfico 3.7.	Boom inmobiliario y declive demográfico, 1970-2000	229
Gráfico 3.8.	Rematerialización relativa de la economía española según los Inputs Abióticos Directos, 1955-2000 ..	232
Gráfico 3.9.	Inputs relativos de productos de cantera para la economía española, 1955-2000	233
Gráfico 3.10.	Inputs relativos energéticos primarios de la economía española, 1955-2000	234
Gráfico 3.11.	Inputs relativos de minerales no metálicos de la economía española, 1955-2000	236
Gráfico 3.12.	Inputs relativos de minerales metálicos de la economía española 1955-2000	237
Gráfico 3.13.	Inputs relativos de semimanufacturas metálicas importadas, 1955-2000	238
Gráfico 3.14.	Evolución «a saltos» de la intensidad material de los Inputs Abióticos Directos, 1955-2000	239
Gráfico 3.15.	Inputs Ocultos Abióticos de la economía española, 1955-2000 (según origen)	244
Gráfico 3.16.	Evolución de las mochilas ecológicas abióticas por grupos de sustancias, 1955-2000 (tm ocultos/tm directos)	248
Gráfico 3.17.	Inputs Abióticos Ocultos relativos, 1955-2000 (toneladas por millón de PIB c.f. y por habitante)	249
Gráfico 4.1.	Inputs Bióticos Directos de la economía española, 1955-2000	270
Gráfico 4.2.	Inputs Bióticos relativos, 1955-2000	273
Gráfico 4.3.	Régimen de humedad údico (Santiago de Compostela)	274
Gráfico 4.4.	Régimen de humedad xérico (Ciudad Real)	276
Gráfico 4.5.	Régimen de humedad arídico (Almería)	277
Gráfico 4.6.	Evolución de los principales factores productivos agrarios en términos energéticos, 1955-2000 (millones de kilocalorías)	279
Gráfico 4.7.	Participación del sector agrario y pesquero en el PIB, 1955-2000 (VAB agrario/PIB a p.m. en pesetas de 1986)	280
Gráfico 4.8.	Actualización de la predicción de Flores de Lemus (Comparación de la superficie ocupada por cultivos de grano dedicados a la alimentación humana y animal, 1905-2000)	287
Gráfico 4.9.	Evolución de la energía endosomática, 1961-2000 (total y <i>per capita</i>)	290
Gráfico 4.10.	Inputs (recursos) pesqueros directos de la economía española, 1955-2000 (miles de toneladas)	293
Gráfico 4.11.	Evolución de los Inputs (recursos) forestales domésticos directos, 1955-2000 (miles de toneladas) ..	297
Gráfico 4.12.	Inputs Ocultos Bióticos de la economía española, 1955-2000 (miles de toneladas)	301
Gráfico 4.13.	Evolución de la relación paja-grano y el índice de cosecha para los cereales, 1955-2000	304
Gráfico 4.14.	Evolución de la mochila ecológica de los inputs bióticos totales, 1955-2000	305
Gráfico 4.15.	Composición de los RSU en España, 2000 (porcentajes)	320
Gráfico 4.16.	Tratamiento y gestión de los RSU en España, 2000 (porcentajes)	320
Gráfico 5.1.	Evolución de los RTM según origen y modalidad, 1955-2000 (miles de toneladas)	330
Gráfico 5.2.	Procedencia de los RTM de la economía española, 1955-2000 (porcentajes)	333
Gráfico 5.3.	Estructura de los RTM según la modalidad de flujos, 1955-2000 (porcentajes)	333
Gráfico 5.4.	De la «economía de la producción» a la «economía de adquisición»: importancia relativa de los distintos recursos en los flujos directos totales de la economía española, 1955-2000	336
Gráfico 5.5.	Evolución de la mochila ecológica global de la economía española, 1955-2000 (tm de ocultos/tm de directos)	339

Gráfico 5.6.	Evolución de las mochilas ecológicas simples según el origen de los flujos, 1955-2000 (tm de ocultos/tm de directos)	341
Gráfico 5.7.	Evolución paralela del crecimiento económico y la utilización de recursos naturales, 1955-2000	343
Gráfico 5.8.	«Desmaterialización» relativa de la economía española en términos de PIB c.f., 1955-2000 (toneladas por millón de pesetas de 1986)	344
Gráfico 5.9.	Rematerialización relativa de recursos abióticos en términos de PIB c.f., 1955-2000 (incluye energéticos, minerales, productos de cantera y semimanufacturas)	345
Gráfico 5.10.	Rematerialización relativa en términos <i>per capita</i> , 1955-2000 (toneladas por habitante)	346
Gráfico 5.11.	Flujos importados totales en relación al PIB, 1955-1995 (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f.)	346
Gráfico 5.12.	Curva de Kuznets Ambiental Material para la economía española, 1955-2000	349
Gráfico 5.13.	Comparación internacional de Requerimientos Totales de Materiales, 1975-1994	350
Gráfico 5.14.	Evolución de los Inputs Directos y el Consumo Material Directo en la Unión Europea entre 1980 y 2000 (porcentajes sobre el tonelaje total)	351
Gráfico 5.15.	Rematerialización relativa de la economía española en relación con los principales países de la OCDE, 1975-1995	353
Gráfico 6.1.	Huella ecológica <i>per capita</i> de las Baleares (1989-1998)	367
Gráfico 6.2.	Déficit (-) / Excedente (+) ecológico de los cultivos agrícolas, 1955-2000 (hectáreas según el tipo de superficie).	370
Gráfico 6.3.	Evolución de la huella ecológica de la alimentación en España, 1955-2000	379
Gráfico 6.4.	Comparación entre la huella marítima estándar y la huella marítima con «productividades» locales, 1955-2000 (hectáreas por habitante)	381
Gráfico 6.5.	Composición de la huella ecológica de la alimentación en España, 1955-2000 (porcentaje excluido el pescado)	385
Gráfico 6.6.	Evolución de la huella ecológica relacionada con el consumo de carne procedente del ganado, 1955-2000 (hectáreas)	386
Gráfico 6.7.	Requerimientos territoriales por tipo de carne en España, 2000 (metros cuadrados por kilogramo)	388
Gráfico 6.8.	Impacto ecológico por kilocaloría ingerida en España, 2000 (metros cuadrados por millón de kilocalorías)	390
Gráfico 6.9.	Déficit ecológico de superficie necesaria para la alimentación del ganado en España, 1955-2000 (hectáreas).	393
Gráfico 6.10.	Huella ecológica de los factores productivos agrícolas, 1955-2000 (hectáreas)	396
Gráfico 6.11.	Evolución comparada de la huella de los cultivos y de la huella de los factores productivos agrícolas, 1955-2000 (hectáreas)	396
Gráfico 6.12.	Huella ecológica de productos forestales (madera y leña) y superficie disponible, 1955-2000 (hectáreas por habitante)	398
Gráfico 6.13.	Déficit ecológico del consumo de madera y leña, 1955-2000 (hectáreas)	400
Gráfico 6.14.	Huella de pastos <i>per capita</i> y superficie de pastos disponible en España, 1955-2000 (Método 1)	402
Gráfico 6.15.	Huella de pastos <i>per capita</i> y superficie de pastos disponible en España, 1955-2000 (Método 2)	403
Gráfico 6.16.	Componentes de la huella de pastos (método 2), 1955-2000 (hectáreas por habitante)	403
Gráfico 6.17.	Excedente de pastos según diferentes métodos de cálculo para la huella ecológica de pastos, 1955-2000 (hectáreas)	405
Gráfico 6.18.	Huella ecológica energética de la economía española, 1955-2000 (superficie forestal necesaria para absorber las emisiones de CO ₂ emitidas)	406

Gráfico 6.19.	Emisiones de dióxido de carbono procedentes de la utilización de combustibles fósiles, 1955-2000 . .	408
Gráfico 6.20.	Evolución y descomposición de las emisiones relativas procedentes de la quema de combustibles fósiles en España, 1955-2000	409
Gráfico 6.21.	Curva de Kuznets Ambiental para las emisiones de CO ₂ procedentes de combustibles fósiles, 1955-2000 . .	410
Gráfico 6.22.	Evolución de las emisiones de CO ₂ por habitante en diferentes países, 1972-2000	410
Gráfico 6.23.	Huella ecológica, superficie disponible y déficit ecológico de la economía española, 1955-2000 (calculada con el método 1 para la huella de pastos)	416
Gráfico 6.24.	Huella ecológica, superficie disponible y déficit ecológico de la economía española, 1955-2000 (calculada con el método 2 para la huella de pastos)	416
Gráfico 7.1a.	El «efecto notario» desde la perspectiva internacional	443
Gráfico 7.1b.	La relación entre el «efecto notario» y la penosidad laboral internacional	443
Gráfico 7.2.	Evolución asimétrica del precio y la cantidad de las exportaciones de industrias extractivas, 1990-2000	447
Gráfico 7.3.	Déficit comercial físico de la UE-12/15 por regiones de procedencia, 1989-1999 (millones de tm) . . .	452
Gráfico 7.4.	Evolución de la «Burbuja Comercial» española en «volumen», 1955-2000	454
Gráfico 7.5.	Evolución de la «Burbuja Comercial» de la economía española en términos físicos, 1955-2000	455
Gráfico 7.6.	Balance físico de la economía española, 1955-2000 (miles de toneladas)	457
Gráfico 7.7.	Importaciones españolas en valor, 1955 y 2000 (porcentajes)	458
Gráfico 7.8.	Importaciones españolas en tonelaje, 1955 y 2000 (porcentajes)	458
Gráfico 7.9.	Exportaciones españolas en valor, 1955 y 2000 (porcentajes)	460
Gráfico 7.10.	Exportaciones españolas en tonelaje, 1955 y 2000 (porcentajes)	460
Gráfico 7.11.	Comparación entre las tasas de cobertura de la economía española en valor y en tonelaje, 1955-2000 (exportaciones totales/importaciones totales)	463
Gráfico 7.12.	Comparación entre dos medidas del comercio intraindustrial en términos físicos y monetarios, 1965-2000 (para 20 secciones del arancel de aduanas)	468
Gráfico 7.13.	África y la Unión Europea en el déficit comercial español, año 2000 (porcentajes)	472
Gráfico 7.14.	Evolución de la «Relación de Intercambio» de la economía española, 1955-2000 («valor medio» de tonelada exportada/ «valor medio» de tonelada importada)	474
Gráfico 7.15.	Comparación entre el déficit comercial de la economía española y el saldo de la balanza de turismo y viajes, 1961-2000 (millones de pesetas)	475
Gráfico 7.16.	Ratio de turistas por emigrante, 1962-1985 (datos brutos)	477
Gráfico 8.1.	Fusiones y adquisiciones transfronterizas protagonizadas por sociedades españolas, 1988-1999 (millones de dólares)	504
Gráfico 8.2.	Participación de las empresas españolas en el proceso de «globalización» de la propiedad, 1995-2001 (billones de pesetas)	510
Gráfico 8.3.	Posición inversora internacional, 1970-2000 (stock de activos exteriores menos stock de pasivos exteriores, miles de millones de pesetas)	511
Gráfico 8.4.	Variaciones patrimoniales en relación con los flujos de renta y ahorro, 1985-2000 (porcentajes)	516
Gráfico 8.5.	Tasas de crecimiento de los precios de la vivienda y del salario medios, 1986-2000 (porcentajes)	518
Gráfico 8.6.	Contribución de las revalorizaciones al incremento del patrimonio neto de los hogares, 1996-2000 (billones de pesetas)	520
Gráfico 8.7.	«Efecto riqueza»: contribución en puntos porcentuales al incremento anual del consumo de los hogares . .	522
Gráfico 8.8.	Cambios en la estructura del patrimonio financiero de los hogares, 1985-2000 (porcentajes sobre los activos financieros totales)	523

Gráfico 8.9.	Patrimonio financiero de las familias en acciones y fondos de inversión, 1999 (porcentajes)	523
Gráfico 8.10.	La «financiarización» de las empresas no financieras, 1995-2000 (porcentajes sobre los activos totales)	525
Gráfico 8.11.	Comparación entre el señoreaje público y el señoreaje «privado», 1996-2000 (porcentajes del PIB) . .	528
Gráfico 8.12.	Evolución de la ratio «Q» para las empresas no financieras, 1995-2000 (% del valor de las acciones respecto del patrimonio neto)	529

TABLAS

Tabla 1.1.	Tiempo necesario para que los productos tecnológicos alcancen a 10 millones de consumidores . . .	91
Tabla 1.2.	Comparación de costes ambientales del sistema tradicional (supermercado) y el comercio electrónico (cifras de la empresa Webvan)	92
Tabla 1.3.	Comparación del impacto derivado de la puesta en circulación de un monitor de ordenador (modelo CRT LCD) según el análisis de ciclo de vida del producto	95
Tabla 2.1.	Metabolismo económico por habitante y año de diferentes modos de producción	115
Tabla 2.2.	Inputs Materiales (IM) y mochilas de deterioro ecológico de diferentes productos (selección)	131
Tabla 2.3.	Contabilidad de Flujos Materiales de la economía austriaca, 1960-1995 (millones de toneladas)	135
Tabla 2.4.	Apropiación humana de la PPN en Austria a finales de los ochenta	137
Tabla 2.5.	Evolución temporal de la apropiación humana de la PPN en Austria 1830-1995	138
Tabla 2.6.	Ejemplos de coeficientes medios de multiplicación para calcular el movimiento total de materiales asociados a la extracción de una selección de sustancias minerales	141
Tabla 2.7.	Evolución de los RTM por países seleccionados 1975-1994 (millones de toneladas)	143
Tabla 2.8.	Tonelaje ligado a la extracción mundial de biomasa y recursos minerales, 1995 (miles de millones de toneladas)	144
Tabla 2.9.	Evolución de los flujos de output (residuos y materiales), 1975-1996 (millones de toneladas)	149
Tabla 2.10.	Composición del OIP (Output Interior Procesado) según destino de los vertidos, 1975 y 1996 (porcentajes)	150
Tabla 2.11.	Evolución de los Aumentos Netos del Stock físico (ANS), 1975-1996 (toneladas)	152
Tabla 2.12.	Coste exergético de reposición aportado por la naturaleza y por la industria para una serie de sustancias seleccionadas	164
Tabla 2.13.	Evolución de la apropiación de tierra productiva, 1900-1994	166
Tabla 2.14.	Matriz de usos de superficies y huellas ecológicas por tipos de consumo	169
Tabla 2.15.	Huella de deterioro ecológico para distintas regiones del mundo, 1996 (unidades de área por persona) . .	172
Tabla 2.16.	Huella ecológica por grupos de países	174
Tabla 2.17.	Huella ecológica de Austria comparando los rendimientos globales y los locales, 1995	178
Tabla 2.18.	Apropiación directa e indirecta de tierra ecológicamente productiva por sectores económicos para la UE-15, 1990	181
Tabla 2.19.	Espacio ambiental actual y reducciones necesarias para alcanzar el espacio ambiental justo en la UE . .	184
Tabla 2.20.	Tasas medias de variación continua de las emisiones de diferentes regiones del mundo, 1972-1995 (%) . .	185
Tabla 3.1.	Evolución de los inputs abióticos directos por grupos de sustancias, 1955-2000 (miles de toneladas) . .	216
Tabla 3.2.	Contribución de los inputs directos según el origen y el tipo de recurso abiótico, 1955-2000 (% sobre el tonelaje total)	217
Tabla 3.3.	Distribución porcentual del tonelaje de las principales sustancias (domésticas e importadas) por tipos de recursos, 1955-2000 (%)	218
Tabla 3.4.	Tasas de variación media anual acumulativa de los inputs abióticos directos en tonelaje, 1955-2000 (%) . .	224

Tabla 3.5.	Evolución del número de minas o grupos mineros por tipos de sustancias (1955-2000)	225
Tabla 3.6.	Evolución del consumo de explosivos y la extracción de minerales domésticos por grupos de sustancias, 1971-2000 (kilogramos por tonelada)	244
Tabla 3.7.	Evolución de los inputs abióticos ocultos por tipos de sustancias, 1955-2000 (excluidos flujos de excavación, miles de toneladas)	245
Tabla 3.8.	Estructura porcentual de los inputs ocultos abióticos, 1955-2000	246
Tabla 3.9.	Evolución de la «mochila ecológica» por grupos de sustancias abióticas, 1955-2000 (tm de ocultos/tm de directos)	247
Tabla 3.10.	Flujos ocultos de excavación (movimiento de tierras) de infraestructuras y viviendas, 1955-2000 (miles de toneladas)	251
Tabla 3.11.	Costes energéticos asociados a la extracción doméstica de combustibles fósiles y minerales metálicos seleccionados, 1975-1995	255
Tabla 3.12.	Costes exergéticos de concentración frente a costes energéticos de extracción y concentración del mineral en España, 1995 (sustancias seleccionadas)	257
Tabla 4.1.	Inputs (recursos) bióticos directos por grupos, 1955-2000 (miles de toneladas)	271
Tabla 4.2.	Composición porcentual de los inputs (recursos) bióticos directos, 1955-2000 (años seleccionados)	272
Tabla 4.3.	Eficiencia de la agricultura española en términos energéticos, 1950-1994 (millones de kcal)	278
Tabla 4.4.	Evolución de los motores de riego, 1955-1995	282
Tabla 4.5.	Incremento del riego para drenar y evitar la salinización del suelo	284
Tabla 4.6.	Eficiencia del ganado en la conversión de proteína bruta y la energía contenida en la dieta (porcentaje de la dieta convertida en productos comestibles por la especie humana)	289
Tabla 4.7.	Comparación entre la utilización de energía endosomática y exosomática en España, 1961-2000 (miles de tep)	291
Tabla 4.8.	Número de incendios y hectáreas de superficie afectada, 1955-2000	294
Tabla 4.9.	Evolución de los flujos bióticos ocultos, 1955-2000 (miles de toneladas y años seleccionados)	302
Tabla 4.10.	Composición porcentual de los flujos bióticos ocultos, 1955-2000 (años seleccionados)	303
Tabla 4.11.	Residuos de cosecha y flujos ocultos procedentes de cultivos domésticos, 1955-2000 (miles de toneladas)	304
Tabla 4.12.	Evaluación energética de la biomasa agrícola y forestal, 1984-1995 (miles de tm y de tep, y % respecto de las importaciones netas de petróleo)	307
Tabla 4.13.	Pérdidas medias del suelo por cuencas hidrográficas, estratos de cultivo y aprovechamientos en España (miles de toneladas)	308
Tabla 4.14.	Estructura porcentual de los niveles de erosión por regiones en la España peninsular (porcentaje sobre la superficie en hectáreas de cada región)	309
Tabla 4.15.	Estimación de la erosión derivada de las labores agrícolas, 1955-2000 (miles de toneladas)	311
Tabla 4.16.	Estructura porcentual de los flujos de erosión derivados de la actividad agrícola de España, 1955-2000 (porcentajes)	312
Tabla 4.17.	Comparación de las dosis aportadas como fertilizantes y la parte de los mismos extraída con la cosecha (agricultura española) (Kg de nutrientes/toneladas de cosecha incluidos residuos)	315
Tabla 5.1.	Evolución de los RTM, 1955-2000 (miles de toneladas y años seleccionados)	331
Tabla 5.2.	Estructura porcentual de los RTM por grupos de sustancias, 1955-2000 (porcentajes y años seleccionados)	332
Tabla 5.3.	Evolución de los Inputs Directos Totales, 1955-2000 (miles de toneladas y años seleccionados)	334

Tabla 5.4.	Estructura porcentual de los Inputs Directos Totales, 1955-2000 (porcentajes y años seleccionados) ..	335
Tabla 5.5.	Evolución de los Inputs Ocultos Totales, 1955-2000 (miles de toneladas y años seleccionados)	338
Tabla 5.6.	Estructura porcentual de los Inputs Ocultos Totales, 1955-2000 (porcentajes y años seleccionados) ..	338
Tabla 5.7.	Evolución de la «mochila ecológica» por grupos de flujos, 1955-2000 (tm de ocultos/tm de directos)	339
Tabla 5.8.	Descomposición de la tasa de variación anual acumulativa de los RTM y los directos, 1955-2000 (porcentajes)	343
Tabla 5.9.	Evolución relativa de los RTM y Directos por grupos de sustancias, 1955-2000 (toneladas por habitante y por millón de pesetas, años seleccionados)	347
Tabla 5.10.	Evolución internacional comparada de los inputs directos y ocultos, 1975-1994	350
Tabla 5.11.	Comparación internacional de los RTM de las principales economías industriales y España, 1975-1994 (toneladas por habitante y porcentajes)	355
Tabla 5.12.	Comparación internacional de los RTM y Directos (RDM) según grupos de sustancias, 1994-1995 (toneladas por habitante)	356
Tabla 5.13.	Estructura porcentual de los RTM Y RDM <i>per capita</i> a escala internacional, 1994-1995 (porcentajes) ..	357
Tabla 5.14.	Comparación internacional de las «mochilas de deterioro ecológico» por grupos de sustancias, 1994-1995 (tm de ocultos/tm de directos)	358
Tabla 6.1.	Huella ecológica de Barcelona y Navarra	365
Tabla 6.2.	Huella ecológica <i>per capita</i> de Andalucía y Sevilla, 1996	366
Tabla 6.3.	Huella ecológica de los cultivos agrícolas, 1955-2000 (has/hab y años seleccionados)	369
Tabla 6.4.	Déficit (-) o excedente (+) ecológico por tipos de cultivos según la superficie cultivada, 1955-2000 (superficie cultivada menos huella ecológica, en hectáreas para los años seleccionados)	371
Tabla 6.5.	Ejemplo de apropiación de capacidad de carga en terceros países a través de las importaciones netas de cultivos españoles, 1994-1995 (cultivos seleccionados)	372
Tabla 6.6.	Estructura de la huella ecológica de la alimentación por regiones del mundo, 1985-1995 (en hectáreas de tierra productiva estándar)	374
Tabla 6.7.	Requerimientos territoriales por clases de alimentos en Holanda (años 90)	376
Tabla 6.8.	Requerimientos de tierra para alimentación en diferentes países, 1995	377
Tabla 6.9.	Huella ecológica de la alimentación, 1955-2000 (años seleccionados)	383
Tabla 6.10.	Consumo <i>per capita</i> de algunos alimentos y sus requerimientos relativos de tierra, 1955-2000 (años seleccionados)	386
Tabla 6.11.	Composición de la dieta en España, 1961-2000 (datos por habitante y día para los años seleccionados)	389
Tabla 6.12.	Impacto territorial por energía consumida con la alimentación en España, 1961-2000.	391
Tabla 6.13.	Requerimientos de tierra necesarios (huella ecológica) para la alimentación de la cabaña ganadera total con piensos, 1955-2000 (ganado vivo y sacrificado para consumo)	392
Tabla 6.14.	Huella ecológica de la agricultura como actividad productiva, 1955-2000	395
Tabla 6.15.	Huella total, déficit y superficie destinada a productos forestales, 1955-2000 (años seleccionados) ...	399
Tabla 6.16.	Composición de la huella de pastos y excedente ecológico de la economía española según diferentes métodos, 1955-2000.	404
Tabla 6.17.	Evolución de la huella ecológica, y la superficie de la economía española respecto al territorio productivo, 1955-2000.	412
Tabla 6.18.	Estructura porcentual de la huella ecológica en España, 1955-2000 (años seleccionados)	414
Tabla 6.19.	Déficit (-) y excedentes (+) ecológicos de la economía española respecto a los diferentes tipos de superficies, 1955-2000 (miles de hectáreas y porcentajes)	415

Tabla 6.20.	Comparación de la huella ecológica de España con diferentes territorios peninsulares y metodologías . . .	418
Tabla 6.21.	Comparación internacional de la huella ecológica en distintas zonas del planeta, 1996	420
Tabla 6.22.	Huella ecológica de los países de la Unión Europea, 1996	421
Tabla 7.1.	Rangos de factores de emisión según el modo de transporte de mercancías (gramos/tonelada-kilómetro) . .	439
Tabla 7.2.	Ejemplos de impactos ambientales del transporte de mercancías para el comercio internacional (miles de toneladas)	439
Tabla 7.3.	Comparación en valor y en tonelaje de los flujos comerciales mundiales, 1981-2000 (porcentajes) . . .	445
Tabla 7.4.	Evolución de las exportaciones mundiales en tonelaje, 1981-2000 (miles de tm)	446
Tabla 7.5.	Flujos comerciales netos de los países desarrollados en términos físicos, 1981-1990	449
Tabla 7.6.	Valor unitario por grupos de productos a nivel internacional, 1981 y 1990 (euros/tonelada)	450
Tabla 7.7.	Valor de las importaciones y exportaciones de la UE-15 países, 1999 (años seleccionados con datos de aduanas)	453
Tabla 7.8.	Balanza comercial física y monetaria de la economía española, 1955-2000 (miles de toneladas)	461
Tabla 7.9.	Saldo comercial en términos físicos según secciones del arancel, 1961-2000 (miles de toneladas)	462
Tabla 7.10.	Tasas de cobertura por tipos de flujos de comercio exterior de España, 1955-2000 (porcentajes)	464
Tabla 7.11.	Distribución geográfica de las importaciones de mercancías de la economía española, 1955-2000 (porcentajes)	467
Tabla 7.12.	Distribución geográfica de las exportaciones de mercancías de la economía española, 1955-2000 (porcentajes)	470
Tabla 7.13.	Distribución geográfica del saldo de la balanza comercial de la economía española, 1995-2000 (millones de pesetas y miles de toneladas)	471
Tabla 7.14.	«Valor medio» de las importaciones y exportaciones españolas según diferentes regiones, 1955-2000 (pesetas/tonelada)	473
Tabla 7.15.	Saldo de la balanza por cuenta corriente de la economía española, 1965-2000 (miles de millones de pesetas)	478
Tabla 8.1.	Saldos de la balanza de pagos de la economía española, 1965-2000 (miles de millones de pesetas)	488
Tabla 8.2.	Flujos de inversión extranjera en propiedad de España, 1960-2000 (ingresos netos acumulados en miles de millones de pesetas corrientes)	491
Tabla 8.3.	Destino sectorial de la inversión directa extranjera en España, 1960-2000 (porcentajes acumulados en cada período)	492
Tabla 8.4.	Origen geográfico de la inversión directa extranjera en España, 1960-2000 (porcentajes)	493
Tabla 8.5.	La inversión extranjera en España como forma de adquisición del patrimonio doméstico, 1996-2000 (porcentajes sobre el total de flujos brutos)	495
Tabla 8.6.	Flujos de inversión española en el extranjero según tipos de propiedad, 1960-2000 (pagos netos en miles de millones de pesetas corrientes)	501
Tabla 8.7.	Flujos de inversión extranjera neta en propiedad, 1960-2000 (variación neta de pasivos-variación neta de activos en miles de millones de pesetas corrientes)	502
Tabla 8.8.	Destino geográfico de la inversión extranjera española en su etapa expansiva, 1996-2000 (porcentajes)	505
Tabla 8.9.	Destino sectorial de la inversión directa española en su etapa expansiva, 1996-2000 (porcentajes)	506
Tabla 8.10.	Compra neta de patrimonio del resto del mundo por zonas geográficas, 1996-2000 (miles de millones de pesetas de inversiones extranjeras —recibidas menos emitidas—)	508
Tabla 8.11.	La adquisición como principal tipo de operación de inversión española en el exterior 1996-2000 (porcentajes)	509

Tabla 8.12.	Balance nacional y evolución de los principales agregados reales y financieros de la economía española, 1985-2000 (billones de pesetas)	513
Tabla 8.13.	«Financiarización» de la economía española, 1985-2000 (tasas de crecimiento en porcentajes)	514
Tabla 8.14.	Tasas de crecimiento de diferentes índices de precios, 1985-2000 (porcentajes)	515
Tabla 8.15.	Indicadores de señoreaje público y «privado» de la economía española, 1996-2000	527

ANEXO ESTADÍSTICO (1955-2000)

TABLA 1.	RTM, directos, ocultos y erosión (miles de toneladas)	597
TABLA 2.	Inputs relativos.	599
TABLA 3.	RTM según diferentes flujos (miles de toneladas)	601
TABLA 4.	RTM relativos por tipos de flujos (toneladas por habitante)	603
TABLA 5.	RTM relativos por tipos de flujos (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f)	605
TABLA 6.	Inputs directos por tipos de flujos (miles de toneladas)	607
TABLA 7.	Inputs directos relativos por tipos de flujos (toneladas por habitante)	609
TABLA 8.	Inputs directos relativos por tipos de flujos (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f)	611
TABLA 9.	Importaciones de flujos directos por tipos de sustancias (miles de toneladas)	613
TABLA 10.	Exportaciones de flujos directos por tipos de sustancias (miles de toneladas)	615
TABLA 11.	Inputs ocultos por tipos de flujos (miles de toneladas)	617
TABLA 12.	Huella ecológica total según el método 1 (hectáreas)	619
TABLA 13.	Huella ecológica <i>per capita</i> según el método 1 (hectáreas por habitante)	621
TABLA 14.	Huella ecológica total según el método 2 (hectáreas)	623
TABLA 15.	Huella ecológica <i>per capita</i> según el método 2 (hectáreas por habitante)	627
TABLA 16.	Déficit (-)/excendente (+) ecológico excluido energía (hectáreas)	627
TABLA 17.	Huella ecológica total de los factores productivos de la agricultura en España (hectáreas)	629
TABLA 18.	Huella ecológica <i>per capita</i> de los factores productivos de la agricultura en España (hectáreas por habitante)	631
TABLA 19.	Huella ecológica total de la alimentación en España (hectáreas)	633
TABLA 20.	Huella ecológica <i>per capita</i> de la alimentación en España (hectáreas por habitante)	635

Prólogo

El presente libro de Óscar Carpintero da un paso de gigante en la clarificación de los problemas ecológico-ambientales que plantea la economía española. Pues este libro —tras establecer el instrumental necesario para ello— cuantifica los flujos físicos que ha venido moviendo la economía española, con sus incidencias ambientales y territoriales, durante los últimos cincuenta años. ¿Cómo es posible que la Administración y la investigación españolas hayan venido ignorando aspectos tan relevantes? ¿Cómo es posible que los departamentos de Medio Ambiente de la administración española no se hayan preocupado de aclarar estos temas ni puesto en marcha las estadísticas necesarias para analizarlos? ¿A qué se debe tal omisión? El hecho de que una sola persona haya podido cubrir estas lagunas explotando las fuentes de información disponibles, sin más apoyo que su afán investigador, denota que su desatención no es tanto una cuestión de falta de medios, como de metas y enfoques adecuados para tratar en serio los problemas ecológico-ambientales que al parecer tanto preocupan.

Pero el presente trabajo no solo cifra los requerimientos en energía y materiales de la economía española y su huella de deterioro ecológico, sino que al ligarlos durante un largo período de tiempo a los flujos monetarios relacionados con las operaciones comerciales y financieras, permite analizar los procesos llamados de “producción” y de “desarrollo económico” desde

perspectivas inusualmente amplias y documentadas. Se trasciende por primera vez, a escala agregada y durante un largo período, el análisis *unidimensional* meramente monetario que el enfoque económico convencional había venido aplicando a la economía española, para ampliarlo ahora hacia dimensiones físicas y territoriales. El enfoque *pluridimensional* —a la vez en términos de dinero, de materiales, de energía, de territorio— aplicado en este trabajo permite analizar el trasfondo físico de los agregados monetarios habituales de *producción, exportación, importación*, etc. y su mutua relación. La información aportada sobre la materialidad que subyace a los agregados monetarios está vinculada al sistema internacional de unidades físicas sobre el que reposa la verdadera ciencia cuantitativa. Así que el presente trabajo amplía el análisis económico hacia derroteros más estrictamente cuantitativos de los que habitualmente cubre la llamada “economía cuantitativa”, acostumbrada a trabajar con pseudomedidas de pseudomagnitudes.

El enfoque *pluridimensional* aplicado permite abrir el cajón de sastre de la *producción* de valor monetario para ver cómo evolucionan sus requerimientos de energía y materiales y clasificarlos atendiendo a su naturaleza y origen en totales y directos, propios e importados, bióticos y abióticos o profundizando dentro de esta rúbricas en clasificaciones más detalladas y detectando los residuos que excretan los procesos de elaboración y consumo “final” de esos recursos. Esta información abre nuevas posibilidades de interpretar, con conocimiento de causa, la materialidad y el significado de los procesos llamados de *producción* y de *consumo*, con sus correspondientes funciones agregadas y su relación con el *medio ambiente* o la *sostenibilidad* ecológica que tanta literatura económica ha destilado. Se aporta información contundente que aclara de una vez por todas si la economía española va o no camino de la *desmaterialización*, o si su comportamiento responde o no a la llamada curva de Kuznets, que postula que a partir de cierto nivel el deterioro ambiental se reduce con el crecimiento económico.

Este trabajo contribuye también a desvelar las implicaciones físicas y económicas del llamado *desarrollo*. Se observa que el *desarrollo* es un fenómeno que se apoya no tanto en la *producción* como con la *posición* de la economía española respecto al exterior: conlleva mejoras en su relación de intercambio y mecanismos que la convierten en atractora de los capitales, la población y los recursos del resto del mundo, evidenciando la imposibilidad de universalizar estas mejoras. Los simples requerimientos materiales del *desarrollo* económico español, con sus “mochilas” y “huellas” de deterioro ecológico, subrayan la inviabilidad de generalizarlo en el espacio y de sostenerlo en el tiempo, denotando que la función atractora de capitales, recursos y población ejercida por los países *desarrollados*, presupone la existencia de las áreas de abastecimiento y vertido en el resto del mundo *no desarrollado*. Lo cual avala la necesidad de revisar la espe-

cie de panacea universal que es hoy el *desarrollo*, para abrir la reflexión hacia enfoques *transdisciplinarios* capaces de ofrecer interpretaciones más realistas y enriquecedores de lo que está pasando en el mundo.

Como creo que la tradicional desatención hacia los temas tan importantes tratados en este libro viene en parte motivada por el predominio de ideas y enfoques que los marginan, me parece obligado terminar haciendo algunas precisiones metodológicas para identificar los rasgos diferenciales del enfoque aquí aplicado. Frente a la costumbre de separar al *Hombre* y a la *Economía* de la *Naturaleza* —y de tratar a ésta como un *Medio Ambiente* ajeno a los individuos humanos—, el enfoque por mi llamado *ecoinTEGRADOR* aquí aplicado parte de la hipótesis contraria: integra los sistemas económicos, agrarios, industriales, ... o urbanos en su entorno biofísico y territorial para analizar su coevolución. Las preocupaciones “ambientales” corrientes, al considerar separadamente las actividades humanas, pretenden minimizar su “impacto” sobre el “medio ambiente” a base de reducir o corregir los resultados “contaminantes” de las mismas, pero no acostumbran a razonar sobre el conjunto de los procesos. Por el contrario, el enfoque *ecoinTEGRADOR* —con sus derivaciones de *economía ecológica*, *agroecología*, *ecología industrial*, ... o *ecología urbana*— no centra su atención solo en los residuos sino en el conjunto del *metabolismo* de los sistemas objeto de estudio y en su interacción con los otros sistemas, ya sean éstos más o menos “naturales” o monetarizados, subrayando que son precisamente los engranajes comerciales y financieros los que mueven los flujos físicos y redistribuyen la capacidad de compra sobre el mundo. En este esfuerzo analítico se trata de dilucidar hasta qué punto los flujos de materiales y energía sobre los que reposa el funcionamiento ordinario de dicho *metabolismo*, son compatibles con los otros ecosistemas que componen la biosfera. Los daños ambientales o los residuos no son aquí tratados como “externalidades” del sistema, a valorar ocasionalmente, sino como parte de su funcionamiento normal. El objetivo de este enfoque es gestionar los sistemas teniendo en cuenta su eficiencia y su compatibilidad con los ecosistemas con los que interaccionan a los distintos niveles de agregación, así como prever su posible evolución mediante simulaciones realistas que eviten tanto el catastrofismo como la tecnolatría, tan frecuentes en nuestros días.

Espero que este trabajo ayude a entender que la mejora de la calidad de vida y la mejora de su ambiente físico y social no pueden ser objetivos separados, incluso enfrentados, como siguen manteniendo por inercia los enfoques parcelarios habituales, incluyendo algunos que se dicen económicos, cuyos fundamentos se han de revisar. Porque interesa aclarar que una vez separados y enfrentados por estos enfoques el *Hombre* a la *Naturaleza* o la *Economía* al *Medio Ambiente*, la batalla a favor de la *Naturaleza* o el *Medio Ambiente* está perdida de antemano. Es evidente que

una vez declarado este enfrentamiento no cabe pensar que triunfe la defensa de estos últimos en detrimento del *Hombre* o de la *Economía*, ignorando que el deterioro de la *Naturaleza* o el *Medio Ambiente* acabarán arrastrando también a las personas. Pues en la era de la globalización económica, resulta cada vez menos realista el empeño de seguir aislando el *oikos* de la economía del *oikos* de la ecología, cuando sus interacciones son cada día más evidentes. Este libro trata, precisamente, de reconciliar ambos *oikos* aplicando un enfoque *ecointegrador*, es decir, que trate a los individuos humanos y a sus sistemas económicos como parte integrante de la biosfera.

José Manuel Naredo

Introducción

«[hay que] dejar de pensar que el uso adecuado de la tierra es sólo un problema económico (...) La falacia que los deterministas económicos nos han atado al cuello colectivo, y de la que ahora todos nos tenemos que liberar, es la creencia de que la economía determina *todos* los usos de la tierra».

ALDO LEOPOLD¹

I

La cuestión de la sostenibilidad ambiental ha suscitado un debate en el que —salvo excepciones— ha dominado más la retórica y el compromiso, que la resolución de los problemas apoyándose en la cuantificación y el instrumental adecuado. Basta recordar, para constatarlo, el pasado más cercano y traer a colación los más de quince años transcurridos desde que el término «desarrollo sostenible» se pusiera internacionalmente en circulación, o las tres décadas desde que tuviera lugar la «Cumbre de Estocolmo», que coincidió con la publicación del célebre informe *Los Límites al crecimiento* elaborado por los esposos Meadows. Sintomáticamente, la segunda edición de ese texto apareció precisamente hace algo más de una década, en 1992, a la par que abría sus puertas la «Cumbre de Rio de Janeiro» con el objetivo de consagrar internacionalmente el discurso de la «sostenibilidad» y la protección del medio ambiente. Hace apenas dos años, en 2002, se escenificó en Johannesburgo el último episodio de la «preocupación ambiental» de los países respecto de la salud del Planeta. También aquí la frustración hizo mella en aquellos que esperaban cambios, aunque fueran modestos, pero, por lo visto, seguimos lamentablemente instalados en lo que hace más de medio siglo Aldo Leopold denunciaba como «retórica conservacionista de cartas beatas y oratoria de asamblea». Tal vez sea mejor aliviar las amargas recordando ese mismo año de 2002 como el del cuadragésimo aniversario de un bello texto de Rachel Carson quien, a comienzos de los sesenta, ya se inte-

rrogaba por las causas que habían «silenciado las voces de la primavera en incontables ciudades de Norteamérica»².

Con estos mimbres y antecedentes no es difícil llegar a la conclusión de que, a pesar de las llamadas de atención internacional y de que las cuestiones ambientales han formado parte de la agenda política a todos los niveles, se pueda decir que hoy, ecológicamente hablando, estamos peor que hace tres décadas. A esta situación se une un resultado cuando menos paradójico, pues a medida que vamos conociendo poco a poco más sobre los problemas ambientales y el «estado del Planeta», mayor es también la parálisis institucional para hacerles frente. Por eso, entre otras cosas, los años setenta con su «florecente» conciencia ambiental fueron una oportunidad perdida. Y lo fueron por varias razones. La conjunción de la crisis económica arrastrada desde finales de los sesenta coincidió, a comienzos de los setenta, con el aumento de los precios del petróleo, haciendo aflorar preocupaciones que apuntaban soluciones ante la escasez de ciertos recursos energéticos que, a su carácter fundamentalmente finito, añadían esa otra escasez condicionada por los modos de producción y consumo. Desgraciadamente, aquellas llamadas a la racionalidad que invocaban el progresivo cambio de modelo y la sustitución de los combustibles fósiles (petróleo) por fuentes de energía más limpias, renovables y articuladas sobre el flujo constante de energía solar, no tuvieron continuidad real. Pronto el precio del petróleo discurrió de nuevo por «sendas normales» y aquellos esfuerzos por reconducir el comportamiento económico y ecológico de las sociedades industriales cayeron, una vez más, en saco roto.

Pero las décadas pasadas no fueron malgastadas sólo desde el punto de vista de la política económica y ambiental. Durante estos años, el enfoque económico convencional ha mostrado sus dificultades para bregar con una «cuestión ecológica» de naturaleza *transdisciplinar* que obligaba a un tratamiento del asunto más allá de la actualización de las viejas herramientas analíticas. Y no debiera sorprender este panorama cuando la economía estándar, preocupada a toda costa por garantizar el objetivo del crecimiento económico, ha intentado minimizar el problema ambiental echando una cortina de humo sobre sus causas y consecuencias; escatimando así los esfuerzos por conectar sus resultados con los de las ciencias naturales con afán de orientar el comportamiento del sistema económico por derroteros más «sostenibles». Por eso, la naturaleza y los costes ambientales acarreados por la producción y el consumo fueron siempre un tema incómodo para la ciencia económica, incluso desde sus inicios como disciplina de conocimiento «autónoma». Y a esa incomodidad hay que añadir otro elemento sobre el que es necesario llamar la atención: las discusiones sobre las dificultades ambientales de la gestión económica pierden el norte si no van más allá de los simples agregados monetarios e investigan, con las estadísticas de base oportunas, los cimientos físicos sobre los que apoyan su funcionamiento las economías del Planeta.

Las páginas que siguen quieren ser, precisamente, una contribución al esfuerzo que durante los últimos años —y con más o menos énfasis— se ha llevado a cabo para conocer esos cimientos ambientales y materiales sobre los que han apoyado el desarrollo económico las principales economías industriales, y en concreto la economía española. Un esfuerzo que, no en vano, nace de la ya vieja insatisfacción con el enfoque económico convencional a la hora de analizar las complejas relaciones entre economía y naturaleza, y las posibilidades ofrecidas por sus herramientas contables y monetarias. Nuestra aportación quiere entroncar con una solvente tradición en la que se vienen dando la mano científicos naturales procedentes de campos como la Física, la Química o la Biología, y economistas con la suficiente amplitud de miras para polemizar con la corriente económica dominante en cuestiones ecológicas. Ya en un libro anterior nos dedicamos a seguir el rastro a dos de esas discusiones que, a nuestro juicio, jalonan de manera recurrente la historia de las relaciones entre economía y medio ambiente en su vertiente más teórica³. Sin embargo, el texto que ahora tiene el lector o lectora en sus manos, responde a un interés sobre todo *empírico*, pero que engarza con la reflexión de aquel libro en la parte referente a la cuestión de la sostenibilidad ambiental, y amplía su radio de acción también en dos direcciones: a) recogiendo algún cabo suelto al que no prestamos en aquel momento la suficiente atención, y b) aplicando varios de los resultados de aquel debate para *enjuiciar ambientalmente la realidad económica española durante el último medio siglo*. Este último objetivo será cubierto aportando información e indicadores novedosos tanto para el conjunto de nuestro país como para un período de tiempo lo suficientemente amplio que abarca, prácticamente, la segunda mitad del siglo XX.

II

En las últimas décadas, los intentos por reconstruir las conexiones economía-medio ambiente han sido de dos tipos. Por un lado, una vez que los problemas ambientales alcanzaron tal magnitud que no era posible esconderlos a la reflexión, la propia economía convencional intentó recorrer el camino inverso al que había trazado desde el siglo XIX, a saber: extender la vara de medir del dinero hacia la realidad ambiental con el objeto de tratarla como si fuera una variable monetaria más. Este intento cuajaría más tarde en lo que actualmente se conoce como *economía ambiental*. Sin embargo, paralelamente a este empeño, se han venido realizando otro tipo de esfuerzos para recomponer los lazos rotos entre economía y naturaleza, fomentados en buena parte desde la otra orilla intelectual, esto es, desde aquellos científicos más vinculados al estudio de las realidades biofísicas en colaboración con un puñado de economistas atentos y sensibles a las labores transdisciplinares. Esa corriente de pensamiento también tendrá a finales del siglo XX su

consolidación académica e institucional a través de lo que en la actualidad se conoce como *economía ecológica*.

Al margen de otros asuntos, la polémica entre ambos enfoques (el *ambiental* o convencional, y el *ecológico*) ha tenido como escenario un debate en dos frentes. Por un lado, la insatisfacción de los economistas ecológicos ante la forma en que los economistas convencionales representan el proceso económico de producción de bienes y servicios, esto es, sin tener en cuenta los principales resultados de las ciencias naturales que informan de la degradación física sufrida por la energía y los materiales, así como de las negativas consecuencias ambientales derivadas de su uso. Por otra parte, esta ausencia tradicional de los factores «biofísicos» en la reflexión económica ha alimentado la creencia de que el crecimiento indefinido de los agregados monetarios es compatible con el aumento constante en la producción de bienes y servicios, sin tener en cuenta las restricciones físicas y biológicas a semejante expansión. No en vano, el enfoque ordinario viene abordando desde hace décadas la cuestión del crecimiento económico como la simple expansión de agregados monetarios —sea la Renta Nacional o el Producto Interior Bruto (PIB)— pero que por su propia naturaleza presentan carencias ambientales importantes, al registrar como creación de riqueza y renta lo que no es sino destrucción, en muchos casos irreversible, de la misma. Los intentos del enfoque convencional por incorporar estos aspectos han topado con dificultades insalvables que tienen que ver con la naturaleza reduccionista de sus planteamientos. La economía ortodoxa se encuentra así ante el dilema de renunciar al realismo y la capacidad explicativa para mantener su coherencia formal como teoría, o bien incorporar los resultados científicos de disciplinas vecinas pero renunciando al corsé del enfoque neoclásico en la aproximación a los problemas económico-ambientales.

Nosotros vamos a estar atentos a los dos polos anteriores de la discusión, pero subrayando la reconstrucción de las relaciones entre economía y naturaleza desde el punto de vista que aquí nos preocupa. Primeramente, recogiendo las sugerencias realizadas desde hace décadas tanto por científicos naturales con inquietudes y preocupaciones económicas, como por aquellos economistas que se atrevieron a pensar por cuenta propia —y al margen de las corrientes dominantes— la forma en que afectaban los resultados de otras disciplinas como la Termodinámica o la Biología al razonamiento del análisis económico convencional. Se trata de aportaciones de los pioneros de la economía ecológica como P. Geddes o F. Soddy, cuyo carácter anticipatorio se revela en un doble sentido: *por su temprana reivindicación del estudio de los flujos de energía y materiales que recorren el funcionamiento de las economías (metabolismo económico)*, y *por su crítica veraz y a contracorriente del crecimiento económico como meta universal*. En las primeras páginas del libro se relata esa tradición de pensamiento que no se inaugura, como a veces se dice, en los años setenta, sino que cuenta con más de cien años de antigüedad, arrancando con

reflexiones de las últimas décadas del XIX y ganando continuidad posterior. Estas contribuciones engazarán bien con las preocupaciones públicas mostradas en los años cincuenta del siglo XX a través de importantes hitos como el «Informe Paley», o el Simposio Internacional celebrado en 1955 cuyo significativo título («*Man's Role in changing the Face of the Earth*») darán continuidad a esta tradición de pensamiento. Años más tarde se enlazará con el debate sobre *Los límites al crecimiento* y las contribuciones de economistas ecológicos como Georgescu-Roegen, Boulding, Daly o Ayres. Gracias a su magisterio esta corriente se irá afianzando durante la década de los setenta y ochenta hasta tomar cuerpo en la *International Society for Ecological Economics*, apoyando así la consolidación internacional de la *economía ecológica* en los noventa, esto es: de un campo de estudio transdisciplinar que se coloca en la zona fronteriza o de intersección entre la Ecología, algunas partes de la Física como la Termodinámica y la Economía. Tras más de una década de funcionamiento de la revista *Ecological Economics*, el objetivo anterior parece que se va cumpliendo como así lo atestigua la aparición de diversos manuales con talante transdisciplinar y la progresiva modificación en la manera en que los economistas se enfrentan a la Naturaleza y los científicos naturales se las ven con la Economía. Cosa que ha servido para ir superando el tono agrio y las oscilaciones verbales que caracterizaron, por ejemplo, aquellas discusiones de los setenta en torno al texto de los esposos Meadows, y que constituyeron ya un primer campo de batalla entre dos tipos de economistas: aquellos que, desde una perspectiva convencional, y confiados en el sistema de precios y la tecnología, restaban valor al mensaje restrictivo de *Los límites...*; y aquellos otros que, apoyados en las leyes de la Termodinámica y las enseñanzas de la Ecología, argumentaron justo en sentido contrario.

Aunque todavía queda mucho por hacer, ha sido precisamente en este «nicho científico» creado por la *economía ecológica* donde han proliferado ideas e intercambios entre practicantes de diferentes disciplinas, cuajando desde comienzos de los noventa propuestas de estudio más concretas, que recaen sobre el análisis de sistemas particulares como el industrial, el urbano o el agrario, dando lugar a aproximaciones especialmente fértiles como la *ecología industrial*, la *ecología urbana* o la *agroecología*. En el capítulo segundo prestamos atención a la *ecología industrial* por entroncar de manera directa con las sugerencias de los pioneros respecto al análisis del metabolismo económico (en este caso con especial atención al metabolismo industrial), y que ha alcanzado cierta notoriedad en los noventa gracias a los esfuerzos de investigadores particulares y de varios institutos de investigación, entre los que se encuentran el *Wuppertal* alemán, el *IFF* austríaco o el *World Resources* estadounidense. Contribuciones todas que han tenido el mérito de revitalizar los trabajos de décadas anteriores hasta tal punto que, en 1997, a finales del decenio de los noventa, este enfoque disponía ya de la primera revista científica destinada a la nueva disciplina (el *Journal of Industrial Ecology*).

III

Han sido precisamente los desarrollos en el campo de la *ecología industrial* los que han arrojado nueva y clarificadora luz sobre varios aspectos controvertidos de las relaciones economía-naturaleza permitiendo terciar en cuestiones tan debatidas como la sostenibilidad de las economías industriales. Muchas de estas contribuciones han dado pie a reinterpretar —en la segunda mitad del siglo XX— el debate sobre los límites al crecimiento, destacando la *continuidad con las recientes discusiones sobre la «desmaterialización» y la sostenibilidad ambiental*. Ahora bien, a pesar de las evidencias sobre el deterioro ambiental, los partidarios del crecimiento económico no se han dado fácilmente por vencidos. Precisamente, una parte del capítulo primero se dedica a discutir en profundidad la veracidad o falsedad del último argumento manejado por éstos en su defensa de la expansión del sistema económico sobre la biosfera. La supuesta «desconexión» entre crecimiento económico y uso de los recursos naturales por parte de las economías industriales desde los años setenta ha venido alimentando un discurso *desmaterializador* que «eliminaría» las restricciones materiales al crecimiento. Este argumento se verá complementado por la aparición de lo que se ha denominado Curva de Kuznets Ambiental (CKA): una hipótesis por la que, a partir de un determinado nivel de renta *per capita*, los sucesivos aumentos de ésta apoyados en el crecimiento económico, reducirían la contaminación y mejorarían la calidad ambiental. En ambos casos, en la explicación de las tendencias se ha aludido tanto a factores tecnológicos como a las consecuencias derivadas del aumento del sector servicios en las sociedades industriales, asumiendo que las economías donde domina el sector terciario son menos intensivas que aquellas en las que el sector industrial es hegemónico. De hecho, en una vuelta de tuerca más sobre el mismo argumento, estos mismos razonamientos han servido para ensalzar las bondades ambientales de la «nueva economía» y la sociedad de la información, por lo que aquellos países en los que predominen este tipo de actividades serán los que aparezcan como más «sostenibles» ambientalmente. Sin embargo demostraremos que este discurso no se sostiene con los datos en la mano sobre las exigencias de energía y materiales que demanda la fabricación de los bienes y servicios promovidos por la «nueva economía», escondiéndose en muchos casos costes ambientales mayores que otro tipo de actividades más tradicionales.

Estas discusiones refuerzan la tesis de *la sostenibilidad ambiental interpretada como una cuestión del tamaño o escala que el sistema económico ocupa dentro de un sistema más amplio como es la biosfera*, y al que nos podemos aproximar a través de dos vías: en términos físicos, calculando la utilización de recursos naturales y generación de residuos que produce una economía; o desde el ángulo territorial, computando el espacio que realmente ocupa un país para satisfacer su modo de producción y consumo a lo largo del tiempo. Lógicamente, esta interpretación de la

sostenibilidad ambiental que destaca los aspectos físicos y territoriales aparece como un corolario de las propuestas teóricas de los viejos y nuevos economistas ecológicos y de la ecología industrial, rebajando las pretensiones del enfoque convencional que, a través de la *economía ambiental*, intenta atajar la discusión sobre la sostenibilidad razonando fundamentalmente en términos *monetarios*. La información aportada por los nuevos enfoques relativiza así los resultados obtenidos por los indicadores de sostenibilidad convencionales que caracterizan como sostenible ambientalmente a aquella economía que es capaz de generar el suficiente volumen de ahorro para reponer —en términos monetarios— el capital depreciado («natural» y manufacturado) en el proceso de producción. Como ya expusimos en nuestro libro citado, se da «curiosamente» la circunstancia de que, con este tipo de indicadores, la mayoría de las economías industriales resultarían ser más sostenibles que las de los países pobres al procurarse un mayor volumen de ahorro capaz de compensar, vía inversión, el desgaste de su capital natural y manufacturado.

En cambio, si deseamos huir de difíciles estimaciones monetarias sobre la «depreciación del capital natural» podemos acudir a aquellos indicadores que han enfatizado la importancia de los aspectos físicos y ecológicos involucrados en la cuestión, esto es: en el tamaño o escala del sistema económico dentro de la biosfera, y en la capacidad de aquél tanto para abastecerse de recursos renovables como para cerrar los ciclos de materiales convirtiendo los residuos en nuevos recursos aprovechables. Aquí los resultados obtenidos a través de este procedimiento muestran que son los países industriales aquellos que, en términos de consumo de recursos y territorio necesario para asimilar los residuos generados, ocupan una dimensión mayor que sus propias fronteras, por lo que ejercen la consiguiente presión sobre los recursos del entorno, siendo dicho entorno fundamentalmente el Tercer Mundo. Concluíamos en aquel trabajo que, a la vista de los resultados obtenidos por este otro tipo de indicadores, la simple valoración monetaria del deterioro ambiental (vía depreciación del capital natural) no parecía que fuera un instrumento relevante para enjuiciar la sostenibilidad de las economías, máxime cuando se hace abstracción de las propiedades de los elementos y ecosistemas que constituyen ese «capital natural» y se echa todo en el cajón de sastre constituido por los agregados de la contabilidad nacional.

IV

Desde nuestro punto de vista —y sin renunciar nunca a la información que nos proporcionan las macromagnitudes monetarias— esta cuestión debe superar el simple retoque «ecológico» del Sistema de Cuentas Nacionales y los métodos de valoración ambiental, emprendiendo

un análisis que vaya más allá del seguimiento de las actividades económicas medidas en términos crematísticos y profundice en las realidades físicas de los procesos como antesala a la explicación de la degradación ambiental que producen. Y en ese ir «más allá del valor económico (monetario)», se necesita primero considerar los impactos ambientales de la producción de bienes y servicios «desde la cuna hasta la tumba», esto es, recayendo sobre los recursos naturales antes de ser valorados, y sobre los residuos generados que, por definición, carecen de valor monetario. Utilizando una acertada analogía, se trataría de hacer un seguimiento del «metabolismo económico» de las sociedades —a través de indicadores como los Requerimientos Totales de Materiales (RTM) o la Huella «Ecológica»— que, al igual que en un organismo vivo, nos informaría del volumen de flujos (inputs) de energía y materiales que capta una economía para su mantenimiento, y que posteriormente acaba transformando en infraestructuras, productos y finalmente residuos.

La fertilidad de estos nuevos planteamientos se pone de relieve cuando nos aproximamos al caso de la economía española, pues la mejor forma de medir los cimientos ambientales que han soportado la estrategia de crecimiento de nuestro país en el último medio siglo es acudir a indicadores sobre la utilización de los recursos naturales y de la huella «ecológica» que, desde el punto de vista territorial, deja a su paso la expansión del PIB. Sólo así podremos contribuir al esclarecimiento de las bases físicas de esa expansión, enmarcando el debate sobre la sostenibilidad o insostenibilidad del actual modelo de desarrollo en España. También discutiremos en qué medida estamos siguiendo una pauta de crecimiento «desmaterializado», fruto del cambio tecnológico y la terciarización de la economía; o en cambio esta estrategia se está apoyando cada vez más en una exigencia creciente de energía, materiales y deterioro ecológico. Se trata de una cuestión que hay que calibrar con datos en la mano complementando la información otorgada por las macromagnitudes monetarias que —como ya sabemos a estas alturas— presentan carencias importantes desde el punto de vista ambiental.

En el capítulo tercero, veremos que el estudio de la contribución de los recursos naturales al desarrollo económico español apenas ha sido objeto de atención por parte de los economistas, sobre todo si pensamos en las aplicaciones realizadas por la contabilidad del crecimiento en cuyas funciones de producción agregada no aparecen por ningún lado los recursos naturales como factores a la hora de estimar el origen de dicho crecimiento. Una laguna muy notable debido al papel clave desempeñado por los flujos de energía y materiales abióticos (no renovables) —que han doblado la tasa de crecimiento del PIB entre 1955-2000, superado casi año a año el propio incremento de producto—. Más aun cuando el «residuo» obtenido por los ajustes econométricos de esa contabilidad del crecimiento ha venido explicando más del 50 por 100 de las variaciones experimentadas por la producción *per capita* (obviamente, en ese porcentaje están incluidos los recursos naturales abandonados por completo en el análisis). Para

paliar este vacío hemos aplicado en la parte II los indicadores explicados en el capítulo segundo, en un análisis que se revela inédito hasta este momento para un período de tiempo que abarca casi la segunda mitad del siglo XX, *con lo que tratamos de salvar la ausencia de los recursos naturales en los análisis económicos más centrados en hacer el seguimiento del capital, la tecnología y el trabajo como origen de la expansión de la producción*. La información sobre la utilización crecientemente insostenible y mayoritaria de los flujos abióticos o no renovables (capítulo tercero) y en menor medida de los bióticos o renovables (capítulo cuarto) 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 en la polémica sobre la supuesta «desmaterialización» de las economías industrializadas, enjuiciando la situación de España en este contexto (capítulo quinto). La contabilidad de flujos materiales desarrollada en estos capítulos permitirá añadir al cálculo de los flujos (inputs) directos de energía, materiales y biomasa que se incorporan a la cadena del valor económico (minerales, metales, productos de cantera, combustibles fósiles, productos agropecuarios, etc), aquellos flujos ocultos que no formando parte de la mercancía finalmente vendida es necesario remover para su obtención (estériles mineros que recubren el metal, movimiento de tierras para la construcción de infraestructuras, biomasa no aprovechada, etc.). La suma de ambas fracciones es lo que se denomina Requerimiento Total de Materiales. Pero el volumen de la fracción oculta es tan notable en nuestra economía que en muchas ocasiones supera en tonelaje al peso de los flujos directos, pudiéndose hablar de una auténtica «mochila de deterioro ecológico» asociada a la extracción de recursos naturales y al aprovechamiento y fabricación de bienes y servicios. Varios de los capítulos que componen este libro aportan datos sobre los RTM de la economía española avalando claramente la fuerte dependencia entre crecimiento económico, deterioro ecológico y utilización de recursos naturales durante las últimas décadas. Precisamente el seguimiento de estos flujos físicos sirve para revelar el carácter mayoritario de una clase especial de flujos abióticos generalmente poco valorados: los *productos de cantera*. La importancia de esta fracción aparece como determinante a la hora de juzgar las características y consecuencias de un modelo de crecimiento que en gran parte ha apostado por conectar la extracción de recursos naturales con los sucesivos «booms inmobiliarios» de los últimos decenios, amparándose en una estrategia que, lejos de favorecer la conservación y el reciclaje del patrimonio inmobiliario heredado, apuesta por la construcción de nuevas viviendas e inmuebles previa destrucción y derribo de las ya existentes.

Complementariamente a esta aproximación física, el cálculo de la huella «ecológica» (o de deterioro ecológico) que aparece en el capítulo sexto recae sobre la dimensión territorial mostrando la evolución a largo plazo de algo ya intuido, pero pocas veces cuantificado: que los habi-

tantes 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 de las fronteras administrativas del propio territorio.* Aunque desde hace algún tiempo, existen cálculos de la huella «ecológica» para un gran número de países a escala internacional que incluyen cifras de la economía española para un año en concreto, nuestro estudio amplía el marco de análisis en un doble sentido. Por un lado, y con algunas variaciones metodológicas, hace un seguimiento inédito de este indicador para un período de casi medio siglo —igual que en el caso de los RTM— y, de otra parte, se preocupa por detectar y cuantificar la influencia territorial que, desde el punto de vista ambiental, tiene algo tan cotidiano como el modo de alimentación de la población española. Efectivamente, el capítulo sexto, aparte de estimar la huella «ecológica» del conjunto de la economía en sus diferentes apartados (agrícola, forestal, pastos, marina y «energética») pone en evidencia el diferente impacto ambiental que ejerce una dieta donde predominan los vegetales respecto a una forma de alimentación en la que la presencia hegemónica corresponde a las proteínas y grasas animales. Los datos ofrecidos en este capítulo muestran que la población española que opta por el segundo modelo de nutrición tiene unas exigencias territoriales medias tres veces superiores a las personas que eligen una dieta rica en vegetales, poniéndose también de relieve que el abastecimiento de la población en nuestro país se logra, cada vez en mayor medida, mediante la ocupación de territorio ecológicamente productivo en terceros países.

Como tendremos oportunidad de mostrar, el seguimiento de los flujos físicos de energía y materiales y la estimación de la huella de deterioro ecológico sirven también para ejemplificar, en términos meridianamente cuantitativos, el cambio fundamental que se ha producido en el metabolismo económico de España en el último medio siglo: nuestro territorio ha pasado de apoyarse mayoritariamente en flujos de recursos renovables (biomasa agrícola, forestal, ...) para satisfacer su modo de producción y consumo, a potenciar la *extracción* masiva de materias primas procedentes de la corteza terrestre y que por ello tienen un carácter netamente agotable. Como la utilización de combustibles fósiles y minerales en modo alguno cabe calificarla de *producción* sino de mera extracción de recursos preexistentes; y, en sentido *estricto*, sólo cabe hablar de producción tal y como se hace en ecología, es decir, como generación de productos vegetales por la fotosíntesis; esta transformación ha favorecido en nuestro territorio —al igual que en todos los países ricos— el tránsito desde una economía de la *producción* dominante en los años cincuenta, hacia una economía de la *adquisición* de riqueza preexistente procedente de la corteza terrestre y captada tanto dentro de nuestras fronteras como fuera de ellas. No en balde, esta transformación hacia la «economía de la adquisición» ha pivotado tanto sobre la dinámica interna —al poten-

ciar la extracción de recursos no renovables (energéticos y minerales) muy por encima de la extracción de biomasa agraria, forestal o pesquera— como sobre la dinámica externa —propiciando la importación masiva de combustibles fósiles y minerales desde los años sesenta—. Tan significativo es este componente exterior que, como veremos en el capítulo séptimo, dio lugar a otra transformación, derivada de la anterior, y que alcanzó naturaleza propia en el último tercio del siglo XX: *la conversión de la economía española de país abastecedor de materias primas al resto del mundo en receptor neto de recursos naturales, capitales y población de otros territorios*. Hasta la primera mitad de los años cincuenta España venía abasteciendo al resto de naciones con sus productos primarios y exportando mayor tonelaje del importado, pero esta situación se invirtió definitivamente, en términos físicos, a partir de los años sesenta, recibiendo nuestro territorio desde entonces una creciente entrada neta de materiales del resto del mundo en consonancia con el juego desarrollado a escala mundial por los países ricos. Ahora bien, el déficit comercial vino acompañado de una importante asimetría entre el origen físico y monetario de ese desequilibrio. Mientras el grueso del déficit comercial en términos físicos lo tenemos contraído actualmente con países de África, América Latina y Asia, la balanza comercial en términos monetarios nos informa, en cambio, de que nuestra deuda tiene como acreedores fundamentalmente a los países de la UE. Las crecientes importaciones procedentes del resto del mundo, junto con la simultánea expansión de la extracción doméstica, explicarían además el hecho de que *nuestro país haya sido protagonista del mayor incremento en la utilización de recursos naturales desde mediados de los setenta en comparación con las principales economías industriales*.

Los resultados que se presentan en este libro no quedarían completos si prescindieramos de la dimensión financiera que, normalmente, se suele dejar al margen en la reflexión sobre las relaciones entre economía y medio ambiente, y que nosotros hemos incorporado en el capítulo octavo. En el caso español es preciso contar con ella pues, junto al comercio internacional, ha funcionado —sobre todo en el último quinquenio de los años noventa— como importante palanca para consolidar y dar una nueva vuelta de tuerca al carácter *adquisitivo* de la economía española. Veremos en detalle que la esfera financiera ha servido como vehículo para complementar la compra directa de recursos naturales con la apropiación de una parte importante del patrimonio productivo y empresarial de terceros países muy vinculada a la gestión de energía y sustancias minerales. La información aportada en el último capítulo servirá para determinar cómo el acomodo de las empresas españolas en el proceso de *fusiones y adquisiciones transfronterizas* ha modificado el tradicional papel de nuestro país como vendedor neto de la propiedad de empresas nacionales al resto del mundo, convirtiéndolo en un comprador neto de la capacidad productiva y del patrimonio de terceros países. Una estrategia que en ocasiones ha superado comportamientos incluso más agresivos de economías tradicionalmente «adquisitivas» como la japonesa.

Cabe subrayar, finalmente, que el carácter novedoso de la aplicación de ambos indicadores (RTM y huella «ecológica») para el período de tiempo elegido y el conjunto de la economía española, hacen que los resultados presentados se puedan considerar una primera aproximación susceptible de mejora a medida que la información disponible así lo permita. Por otra parte, el enfoque y los resultados obtenidos en las páginas siguientes no persiguen dar un golpe de mano contable y sustituir las magnitudes monetarias de los Sistemas de Cuentas Nacionales por otro tipo de indicadores biofísicos. Tan sólo queremos llamar la atención de su carácter *complementario* como forma de combatir la «sobredosis de lo monetario» que también se quiere imponer en las cuestiones ambientales. Sobre todo porque éste es el primer paso para contar con la información de base oportuna con la que evaluar el grado de deterioro ecológico o de sostenibilidad ambiental que acarrearán los comportamientos económicos de los países. Pues, no en balde, al igual que en el resto de las naciones ricas, también en España, al centrar la reflexión económica en el crecimiento del PIB y sus derivados, han permanecido, en gran parte, sin estudiar las servidumbres ambientales ligadas al proceso de «desarrollo». Y son estas servidumbres las que tratamos de estudiar y cuantificar en el libro que ahora tienes en tus manos.

•••

Este texto recoge y actualiza el grueso de las partes I, II y IV de mi tesis doctoral leída en julio de 2003 en la Universidad de Valladolid. La parte III de aquella tesis, que reconstruye la historia de la economía ambiental y la economía ecológica en España desde mediados de siglo XX, aparecerá próximamente en forma de libro⁴. En el tiempo dedicado a un trabajo tan dilatado, se quiera o no, acaban contrayéndose varias deudas intelectuales y personales que ahora, cuando sus páginas llegan a la imprenta, es menester agradecer. Con José Manuel Naredo, director de la Tesis y maestro, he tenido la suerte de aprender largo y tendido en estos años. Sé que su bondad le hace ser esquivo a este tipo de muestras de cariño, y creo no equivocarme demasiado si, para resumir el sentimiento de agradecimiento hacia él, reproduzco unas breves palabras de ese escritor triestino y cosmopolita al que, por otra parte, tanto admiro: «He tenido maestros y a ellos les debo ese poco de libertad interior que poseo y que ellos me dieron tratándome de igual a igual, incluso cuando eso me creaba notables dificultades ante su estatura intelectual y humana, pero de esa forma me daban a entender que en un diálogo se está siempre entre iguales, aunque quien esté enfrente de nosotros tenga en su haber experiencias, pruebas superadas o prestaciones intelectuales mucho más importantes. Esa es la arriesgada y buena paridad que enseñan los maestros»⁵.

Joan Martínez Alier, Federico Aguilera, Pablo Campos, Manuel Delgado y Antonio Valero, fueron los encargados de juzgar este trabajo en su día y aprovecho ahora la ocasión para agradecerles sus valiosos comentarios y sugerencias realizados tanto antes como después de la defensa pública de la Tesis. También a Jorge Riechmann, Manuel Delgado, Enric Tello o Jordi Roca, que tuvieron la amabilidad de invitarme a Jornadas, Cursos y Seminarios donde pude ofrecer versiones previas de los principales resultados. En el mismo sentido, Joan Martínez Alier consideró oportuno publicar un avance de la investigación en el número 23 de la revista *Ecología Política*, lo que desde aquí le agradezco. Con Xoán Doldán, y a pesar de la distancia, he compartido desde la primavera de 1996 muchos de los intereses plasmados en este libro y gracias a ello me he beneficiado también de su amistad.

En otro orden de cosas, durante estos años he tenido la suerte de contar con la generosidad de L.A. Sánchez Pachón y E. Pérez Chinarro. Ninguno de los dos ha decaído en la defensa de importantes asuntos colectivos relacionados con esta Universidad en la que diariamente nos toca bregar. Desde aquí, gracias a los dos.

De Javier Gutiérrez, amigo y compañero de Departamento, he aprendido cosas que no se dejan traslucir fácilmente en un papel. Sé que con estas pocas líneas apenas consigo compensar la ayuda que en muchos ámbitos de la vida he recibido de él. Su honestidad intelectual, capacidad de análisis e integridad son de las que dan ejemplo sin proponérselo. Y, como recordaba un poeta del que ambos gustamos, esa es la única manera razonable de ser ejemplar.

A mi madre, que sigue estando ahí.

A Santiago Álvarez y Rosa Aragón que han pasado momentos difíciles...

Y a Teresa..., aunque lo de Teresa espero que, breve, pero también profundamente, quede dicho en la dedicatoria.

Valladolid, junio de 2004

NOTAS

- ¹ LEOPOLD, A., *Una ética de la Tierra*, Madrid, Los Libros de la Catarata, p. 155, 1999, [1948].
- ² CARSON, R., *Silent Spring*, (hay traducción castellana en Editorial Crítica, Barcelona, 2002), 1962.
- ³ CARPINTERO, O., *Entre la economía y la naturaleza*, Madrid, 1999. Los Libros de la Catarata. Se trataría, como mínimo, de dos discusiones muy relacionadas entre sí que abarcaban, por un lado, la disputa sobre si era preciso —y de qué forma— *valorar monetariamente* un bien con unas características especiales como es el *medio ambiente* para así incorporarlo al edificio teórico convencional y, por otra parte, la discusión sobre la relevancia de ese medio ambiente como una restricción a la expansión de la producción y la exploración de las posibilidades ecológicas para que una economía pudiera perpetuarse (fuera sostenible) a lo largo del tiempo. En aquella ocasión a la primera de esas discusiones la denominamos *controversia sobre el valor monetario del medio ambiente*, mientras que nos referimos a la segunda como *el debate sobre la sostenibilidad del sistema económico*. La conexión de ambos planos surgía al analizar si el instrumento de la monetarización del medio ambiente podía contribuir a lograr la sostenibilidad del sistema económico o, en cambio, era preciso acudir a otro tipo de herramientas.
- ⁴ CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria. Economía y Naturaleza en la reflexión de algunos economistas españoles desde mediados del siglo XX*, (en preparación).
- ⁵ MAGRÍS, C., *Utopía y desencanto*, Barcelona, Anagrama, 2001, p. 41.

1^a parte

**Herencias históricas, debates
e instrumentos de la economía ecológica**

L Reconstruyendo los lazos entre economía y naturaleza: de las aportaciones de los pioneros a la polémica sobre la «desmaterialización»

«Detengámonos un momento en la historia para saludar los logros de los pioneros».

RONALD L. MEEK¹

«A veces uno oye hablar de una sociedad «postindustrial» que utilizará menos materiales porque la economía consistirá en menos industria y más servicios. La idea no tiene en cuenta hasta dónde los servicios dependen de la base material y de los materiales traídos de todo el mundo».

DENNIS Y DONNELLA MEADOWS, J. RANDERS².

I. LA NECESIDAD DE SUPERAR LA ESCISIÓN DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA

Una vez que el enfoque convencional cortó el cordón umbilical que unía el análisis económico a los cimientos biofísicos que soportaban el funcionamiento de la actividad económica, los intentos por restaurar la conexión perdida estaban afectados de serias limitaciones en las que no entraremos aquí pues ya han sido documentadas y puestas de manifiesto en otros lugares³. Sí que merece la pena, por el contrario, señalar que las voces de algunos antiguos economistas como los fisiócratas no fueron las únicas que reflexionaron con mayor o menor acierto sobre las relaciones entre la economía y la naturaleza. Las limitaciones posteriores del enfoque neoclásico para bregar con las cuestiones ecológicas no impidieron que, desde hace más de un siglo, varios científicos naturales preocupados por la dimensión física y biológica de las actividades económicas propusieran caminos poco transitados para restaurar las relaciones entre dos disciplinas (Economía y Ecología en sentido amplio) que poseen, al menos, un origen etimológico común. En las páginas que siguen reconstruiremos algunos hilos de esa tradición que ha sido reivindicada y rescatada por los actuales economistas ecológicos en un afán por otorgar también raigambre histórica a sus aportaciones. Se trata además de una corriente de autores que

han participado y polemizado con rigor en dos de los debates más importantes que han atravesado las relaciones entre economía y naturaleza en las últimas décadas: la cuestión de las restricciones biofísicas a la expansión del sistema económico, y la utilización de las enseñanzas procedentes de las ciencias naturales para ayudar a la representación y el análisis de los procesos económicos. Afortunadamente, en las postrimerías del siglo XX, esta corriente plural de pensamiento ha cuajado también desde el punto de vista institucional al crear sus propios órganos de participación y difusión académica (la *International Society for Ecological Economics*, y la revista *Ecological Economics*), aportando así voz a un enfoque que también tuvo su larga gestación teórica.

2. LAS RESCATADAS APORTACIONES DE LOS PIONEROS: LOS INICIOS DEL «METABOLISMO ECONÓMICO» Y LA CRÍTICA AL CRECIMIENTO⁴

Hace algo más de una década, uno de los economistas que ha estudiado con mayor minuciosidad la historia de las relaciones entre el uso de la energía y la economía, resumía de esta forma las principales tradiciones que protagonizaron el debate:

«... [en] la larga y subterránea polémica acerca de las relaciones entre la economía y el uso de la energía, hubo dos posturas equivocadas y una constructiva. Un punto de vista equivocado es el de la teoría del valor-energía (que Wilhem Ostwald propuso hace ochenta años y que H. Odum y sus ex alumnos han sostenido actualmente): un argumento en contra fue presentado por Puntí al poner de manifiesto que las mismas cantidades de energía provenientes de distintas fuentes, tienen distintos «tiempos de producción». Otro punto de vista equivocado fue el que, con base en el isomorfismo entre las ecuaciones de la mecánica y las ecuaciones del equilibrio económico de la economía neoclásica a partir de 1870, sostuvo que en los intercambios económicos existía un intercambio de energía psíquica (...) El tercer punto de vista ha sido compartido por una larga lista de autores: Nicholas Georgescu-Roegen, Keneth Boulding, Frederick Soddy, Patrick Geddes, Joseph Popper-Linkeus, Sergei Podolinsky. La economía no debe ser vista como una corriente circular o espiral de valor de intercambio, es decir, como un carrusel o tiiovivo entre productores y consumidores que gira y gira, sino más bien como un flujo entrópico de energía y materiales de dirección única»⁵.

Las páginas que siguen centraran la atención en esa última «postura constructiva» pues inaugura desde hace más de un siglo una tradición de pensamiento que, para lo que ahora nos interesa, se mostrará especialmente fértil en dos aspectos. De un lado, por la importancia concedi-

da por estos pioneros de la economía ecológica al incipiente estudio del «metabolismo económico» y, por otra parte, porque en algunos de ellos podemos encontrar también las primeras reflexiones sobre los límites que, desde las ciencias naturales, se vislumbraron a la capacidad de carga o sustentación del planeta. Mientras en los textos de autores como Geddes, Podolinsky o Popper-Lynkeus⁶ podemos hallar algo más que sugerencias sobre los fundamentos biofísicos del funcionamiento económico y el intercambio de energía y materiales que realizan las sociedades con la naturaleza; en los escritos de Pfaundler y Soddy, por ejemplo, nos topamos a menudo con discusiones explícitas respecto a los límites a la expansión del sistema económico dentro de la biosfera. Al tratar la primera vertiente, esto es, la relacionada con el «metabolismo económico», no haremos mención a los antecedentes que este concepto presenta en otras disciplinas como la antropología, la geografía o la geología. Nos alejaría en exceso de nuestro objetivo, y además se trata de una tarea cubierta de manera solvente desde hace tiempo⁷.

Comenzaremos entonces este breve repaso histórico con la reflexión de un autor como Patrick Geddes que, ya a finales del siglo XIX, se mostró como un estudioso polifacético preocupado por cuestiones económicas, urbanísticas y biológicas. Geddes vio desde el principio que la mayoría de las explicaciones aportadas por los economistas en relación con los procesos de producción y consumo adolecían de importantes lagunas que, en general, tenían que ver con la deficiente coordinación y aplicación de las «ciencias básicas» y sus resultados al aparato conceptual de la ciencia económica. En 1884 escribió un texto fundamental⁸ en el que precisamente detallaba los principios *físicos*, *biológicos* y *psicológicos* con los que dotar de carácter «científico» a la economía para, en definitiva, construir una «economía sistemática» que estuviera asentada sobre sólidos pilares. Y en esta tarea adelantará Geddes varias cuestiones conceptuales que décadas más tarde serán objeto de preocupación por los practicantes de la Contabilidad de Flujos Materiales (CFM).

Como el anhelo del escocés era lograr que la economía cimentara mejor sus *bases naturales* de análisis, propuso, entre otras cosas, la necesidad de estudiar los flujos de energía y materiales que recorrían el sistema socioeconómico y conformaban su particular «metabolismo». Para lograrlo procedió por etapas, centrándose primero en los principios físicos a partir de los cuales «...los fenómenos sociales deben considerarse simplemente (...) en relación con la energía y materia consumida o liberada», postulando por primera vez la necesidad de una *economía física* que se encargaría del «...estudio de ciertas formas de materia en movimiento». Geddes apuntaba además el interés de seguir el balance de energía y materiales en su evolución histórica, es decir, comenzando...

«...por un estudio estadístico minucioso de las fuentes de energía y los procesos de explotación —agricultura, pesca, minería, etc.— (...) apuntando a comparar aproximadamente las entradas

relativas de materiales y energía de la Naturaleza utilizadas en las diferentes eras de producción — piedra, bronce, hierro— sobre las que el arqueólogo (que de hecho es un economista histórico) ha hecho mucho para informarnos, y comparar esto con los resultados de nuestra moderna era de la energía»⁹.

Aunque era consciente de que el tipo de estudio y análisis pormenorizado abundaba ya en la literatura económica, lo que propone es enmarcar correctamente estos trabajos y explicaciones «...para que sean coherentes con los hechos físicos y puedan expresarse en términos físicos». Estando tan escasos de estadísticas de base en cuestiones ambientales, sorprende la actualidad de las reflexiones del escocés cuando se recuerda la polémica respecto a la utilización de indicadores monetarios o biofísicos que evalúen la sostenibilidad de las economías industriales. Como señala Geddes, la lógica exige...

«...observar la producción y el transporte de productos finales, donde el economista físico tiene medidas y comparaciones distintas al dinero —de hecho sus medidas son el metro y el kilogramo del físico— y sólo cuando se han conseguido los datos cuantitativos se puede interpretar la expresión en términos monetarios»¹⁰.

A diferencia del energeticismo o reduccionismo fiscalista, Geddes es consciente de que el fin de la producción no debe ser únicamente el mantenimiento o reposición de los bienes utilizados, y recogiendo la sugerencia de Ruskin plantea también la relación existente entre los «elementos necesarios y estéticos» de la producción¹¹. Da también un paso más allá con su aplicación de la ciencia física a la economía resaltando el sustrato material que conlleva interpretar el funcionamiento económico de las sociedades *como si de una gran máquina se tratara*. Cuando uno procede de esta manera, la ciencia física permite concebir «...los procesos de producción y consumo como un vasto proceso mecánico y la visión de la sociedad como una máquina en la que todos los fenómenos son interpretados como integración y desintegración de la materia, con transformación o disipación de la energía». Consecuentemente, los productores y consumidores aparecen como mecanismos «...construidos a partir de los materiales de la corteza terrestre que funcionan por medio de la energía solar como muchas especies de “autómatas” (...) Por supuesto, cada uno de estos autómatas se está desgastando constantemente, y su energía se está agotando —y el gasto que requieren sus funciones se debe restituir con la obtención de suministros periódicos de materiales y energía del medio ambiente (...) Los «productores» son los autómatas dedicados a la apropiación de materiales y energía del ambiente, mientras que todos son “consumidores” y a este respecto, todos de manera maravillosamente parecida»¹². Esta iden-

tificación mecanicista desaparece sin embargo cuando Geddes avanza por los principios biológicos y su aplicación a la economía. Aquí, los productores y consumidores ya no son vistos como autómatas sino como “organismos vivos”, y por extensión, también la sociedad como un todo, así como las relaciones entre sus diferentes partes, que pueden darse en términos de cooperación o competencia, modificando el medio ambiente que los rodea. Pero como ha señalado en varias ocasiones Martínez Alier, el razonamiento de Geddes muestra en este ámbito un sesgo en exceso «biologizante», dejando de lado los condicionantes sociopolíticos en la distribución de los recursos, la asignación de las tareas, la división del trabajo, etc. No obstante, Geddes aparece como un digno precursor de la economía evolucionista «a la hora de aplicar analógicamente conceptos de la biología al estudio de las instituciones económicas»¹³.

Poco tiempo antes de que apareciera el texto de Geddes, un médico ucraniano de frágil salud llamado Sergei Podolinsky se planteó en 1880 el estudio sistemático de la economía como un vasto sistema de conversión y transformación de energía, analizando el papel desempeñado por el trabajo humano desde esa misma perspectiva¹⁴. Con buen criterio comenzaba su análisis reseñando las implicaciones más importantes de las leyes de la termodinámica (de «conservación y dispersión» de la energía), realizando además un catálogo exhaustivo de las diferentes fuentes que estaban al alcance de la humanidad para satisfacer sus necesidades. Por su carácter básico y origen de toda la vida sobre el planeta, prestó especial atención al flujo solar y a la forma en que plantas y animales lo acumulan y dispersan. Comparando la energía disponible en la naturaleza de forma espontánea con aquella que se obtenía cuando la humanidad gestionaba esa naturaleza a través de la agricultura o el cultivo de pastos, Podolinsky vio claro que el «presupuesto energético» de la humanidad aumentaba gracias a la contribución del trabajo humano y de los animales domésticos porque la acumulación de energía superaba así a su dispersión. Por tanto, nuestro autor definió el trabajo útil como aquel que supone «...el aumento de la cantidad de energía disponible en la superficie de la tierra»¹⁵. La capacidad de efectuar trabajo por parte del ser humano y de los animales sólo era posible porque podía transformar una parte sobrante de la ingesta de energía a través de los alimentos en realizar esas labores. Haciendo el supuesto de que el cuerpo humano funciona como una máquina térmica, Podolinsky tomó en consideración los cálculos efectuados en la época por autores como Hirn, concluyendo que las personas destinaban por término medio 1/5 de la energía consumida a realizar trabajos en el sentido antes indicado, o alternativamente, que su eficiencia era del 20 por 100. Este valor será lo que Podolinsky denomine «coeficiente económico de la máquina humana»¹⁶, que será rebajado a 1/10 al considerar todo el período de vida de un individuo, pues sabemos que «el ser humano pasa una parte de su vida sin trabajar, por ejemplo, en la infancia, en la vejez o durante las enfermedades». Como concluye el ucraniano:

«Suponiendo un “equivalente económico” (...) de toda la humanidad igual a 1/10, vemos que el trabajo mecánico de los hombres es capaz de transformar en una forma superior de energía, apta para satisfacer las necesidades del ser humano, una cantidad de energía que supera en diez veces su propia magnitud; en una palabra, el trabajo humano acumula diez veces más energía de la que el propio trabajo contiene, precisamente tanta como la que se necesita para obtener la misma cantidad en la forma superior de energía mecánica que se ha utilizado (...) El trabajo humano devuelve a los hombres bajo la forma de alimentos, ropa, vivienda, satisfacción de las necesidades psíquicas, toda la cantidad de energía que fue utilizada para la producción de ese trabajo. Ello nos permite concluir que la máquina que trabaja, llamada humanidad, satisface los requisitos expuestos por Sadi Carnot para la máquina perfecta»¹⁷.

Esta idea ha sido posteriormente bautizada por Martínez Alier como el «principio de Podolinsky»¹⁸, y creemos que el calificativo hace justicia al esfuerzo realizado por este autor. A partir de aquí, y vistas las bondades «energéticas» del trabajo humano, no debió extrañar el intento que hizo Podolinsky por unir la teoría del valor-trabajo marxista con sus resultados en términos energéticos, ofreciendo así a las ideas marxianas un puente de unión desde las ciencias naturales. Lamentablemente la recepción por Marx y Engels de las ideas de Podolinsky no fue un episodio muy afortunado en la historia de las relaciones entre economía y ecología en general, o entre marxismo y ecología en particular. Al estudio de este pequeño «desencuentro» dedicaron en su día J. Martínez Alier y J. M. Naredo una aportación pionera¹⁹.

A la vez que estos y otros autores tendían puentes entre las ciencias naturales y el razonamiento económico con la esperanza de mejorar la descripción y explicación de los procesos de producción y consumo, paralelamente se continuaba un debate sobre las posibilidades de la pujante civilización industrial para seguir manteniendo sus ritmos de utilización de recursos naturales en un planeta con reservas finitas. Ahora se sabe que, desde finales del siglo XIX, fue cuajando una tradición de pensamiento crítico respecto a las bondades del «crecimiento económico» en la que no han faltado tampoco las contribuciones desde el punto de vista convencional —como fue el caso de Jevons—. En esta tradición crítica cabe distinguir, hasta los años setenta del siglo XX, dos vertientes que, lejos de ser compartimentos estancos, encarnan autores que pueden ser clasificados en ambas²⁰. Por un lado encontraríamos aquellos que han incidido en mayor medida en los *finés* a través de argumentos éticos relacionados con la falta de justicia distributiva e intergeneracional que se esconde tras la estrategia del «crecimiento». De otra parte, un variado grupo de economistas y científicos naturales ha prestado mayor atención a la imposibilidad de los *medios*, acusando a la economía convencional de un olvido reiterado de los límites biofísicos de las actividades económicas —puestos ahí, entre otras cosas, por las leyes

de la termodinámica—, cayendo en graves errores conceptuales y de política económica al querer extender el objetivo del crecimiento económico como la panacea para todos los males. Como subraya Herman Daly: «Paradójicamente la economía del crecimiento se ha mostrado a la vez demasiado materialista y escasamente materialista. Al ignorar los medios últimos y las leyes de la termodinámica ha sido insuficientemente materialista. E ignorando El Fin Último y la ética se ha mostrado demasiado materialista»²¹. El Cuadro 1.1. propuesto por el economista estadounidense resume los diferentes enfoques y autores que hay detrás de cada corriente, recordando que varios de ellos comparten argumentos de ambas tradiciones críticas. No es nuestra intención hacer un repaso exhaustivo de todos y cada uno de ellos. Simplemente los hemos recogido para demostrar la pluralidad de razones que, ya desde hace más de un siglo, han recaído sobre la cuestión de los límites al crecimiento económico dentro de la biosfera. Lo que sí haremos será detenernos brevemente en comentar dos aportaciones pioneras a este debate, una de las cuales no aparece mencionada en el cuadro de Daly, aunque la otra sí lo es. Se trata de las reflexiones de L. Pfaundler y de F. Soddy.

Cuadro 1.1.
Tradiciones intelectuales críticas con el crecimiento económico hasta finales de la década de los 70

	Enfoque biofísico (medios)		Enfoque ético (fines)
Economistas biofísicos	Frederick Soddy, Keneth Boulding, N. Georgescu-Roegen, John Ise A.J. Lotka, J. Culberston, R. Wilkinson	Críticos pioneros del industrialismo	John Ruskin, Thomas Carlyle Henry Thoreau, William Morris
Ecólogos	Rachel Carson, Paul Ehrlich Garrett Hardin, Barry Commoner, <i>Blueprint for Survival</i> , Eugene Odum	Crítica distributiva	G.K. Chesterton, H. Belloc
Ecólogos de sistemas	Howard Odum, Keneth Watt	Economistas humanistas	J.S. Mill, E.F. Schumacher E.J. Mishan, D. Goulet, H. Daly
Geólogos	M.K. Hubbert, Earl Cook, Harrison Brown, Preston Cloud	Críticos de la sociedad tecnológica	Lewis Mumford, Ivan Illich, Jacques Ellul, Theodore Roszak
Ingenieros de sistemas	Jay Forrester, Dennis Meadows, Mesarovic y Pestel Tecnócratas de los años 30	Teología ecológica	Thomas Der, John Cobb, Frederick Elder
Conservacionistas	G.P. Marsh, William Vogt, David Brower, Denis Hayes	Ciencia política de la supervivencia	William Ophuls, Richard Falk L.K. Caldwell
Demógrafos	K. Davis, N. Keyfitz		
Físicos	A. Lovins, D. Abrahamson		
	J. Holdren, H. Bent		

Fuente: Daly, H. E., (1979): «Entropy, growth,...», *op. cit.*, p. 73. A pesar de las limitaciones de toda clasificación, creemos que A.J. Lotka debería estar entre los ecólogos. Las referencias bibliográficas de estos autores se encuentran en el citado artículo.

Se puede decir que fue el físico austriaco Leopold Pfaundler quien escribió uno de los primeros textos bien fundamentados sobre la capacidad de sustentación de la Tierra, en el que se interrogaba sobre la población máxima que podría vivir dentro de un territorio acotado. En su artículo de 1902 titulado «La economía mundial a la luz de la física»²², este científico razonó básicamente en términos energéticos comparando la disponibilidad de energía total que llegaba a la tierra con la necesaria para la supervivencia de la humanidad sobre todo en forma de alimentos (3.000 kcal/hab/día). Pfaundler supuso que 1/5 de la energía que asimilaban las plantas se transformaba en alimentos, lo que aplicando con los datos disponibles una productividad media por hectárea de 5.300.000 kcal, permitía una densidad de población máxima por hectárea de 5 personas (a condición de que todas ellas fueran vegetarianas y los animales se alimentaran de los restos de las cosechas). El intento del austriaco tuvo su mérito pues, como apuntan Martínez Alier y Schlüpmann, estas cifras no se alejan demasiado de las manejadas en la actualidad, con un elemento adicional: Pfaundler enfocó el problema desde un punto de vista «ecológico» bastante alejado del tratamiento en términos de rendimientos decrecientes al que nos tenían acostumbrados los economistas de la época²³.

En segundo lugar, al igual que otros autores como Podolinsky y Pfaundler, el punto de partida para la reflexión de Frederick Soddy —otro de los pioneros críticos del crecimiento económico— fueron también las leyes de la termodinámica. El químico y premio Nobel británico²⁴ dedicó una buena parte de sus energías a la reflexión sobre cuestiones económicas motivado por la insatisfacción que sentía ante el olvido sistemático de los economistas respecto a las cuestiones materiales más básicas²⁵. En efecto, la falta de anclaje en los principios físicos más elementales del enfoque «mecanicista» neoclásico, llevaba a explicar el proceso económico de producción y consumo como una especie de «movimiento perpetuo» circular al margen de los requerimientos de energía y materiales y de su degradación, lo que hizo demandar a Soddy, en los años 20, la necesidad de una «Economía Cartesiana»²⁶, esto es: una economía cuyo punto de partida fueran el primer y segundo principio de la termodinámica. Por esta razón, una de las cuestiones clave para el entendimiento de los fundamentos económicos de la sociedad era responder rigurosamente a la pregunta ¿cómo vive la humanidad?, a lo que Soddy contestaba que «de la energía solar».

«Los economistas, a los que habían enseñado de niños el origen mítico del hombre narrado en el Génesis, tenían afición a inventar, para explicar el origen del capital, un Robinson Crusoe mítico de laboriosidad e ingenio excepcionales, que se había convertido en el primer capitalista. Pero si, con el avance del conocimiento, el primitivo Adán ha resultado ser un animal, los conocimientos modernos nos enseñan que el primer capitalista fue una planta. La grandeza material y científica de

nuestro tiempo se debe a la acumulación primitiva de energía solar en los bosques de la era carbonífera, guardados hasta hoy en la forma de carbón. Las plantas acumularon, nosotros no acumulamos, nosotros *gastamos*»²⁷.

No parecía muy razonable mantener por más tiempo la ficción de una economía que aumentaba la producción de riquezas cuando lo único que estaba ocurriendo es que éstas se estaban destruyendo a un ritmo muy superior a la acumulación natural. «Los medios de subsistencia —señalaba Soddy— derivan del ingreso diario de energía solar a través de las operaciones agrícolas. Las cosas accesorias de la vida, los vestidos, las casas y la calefacción, y también las comodidades y lujos derivan en gran parte del aumento de ese ingreso a costa del capital-energía preservado desde épocas geológicas remotas. La vida depende en cada momento de un flujo continuado de energía, y por tanto la riqueza, los requisitos que permiten la vida, tiene un carácter de flujo más que de depósito o fondo»²⁸. En el análisis de la energía como fundamento básico de la economía, Soddy aportó una valiosa distinción entre el uso *vital* de la misma y el uso *laboral* —en un sentido muy parecido al sugerido por Lotka entre energía *endosomática* y *exosomática*—. Mientras el primero hace referencia a la cantidad de energía necesaria para cubrir las necesidades fisiológicas del cuerpo humano, estando muy ligado a la propia evolución biológica; el uso laboral apela a la energía utilizada en realizar trabajos «externos» relacionados con la producción de bienes y servicios. Y esta distinción es muy relevante ya que, para Soddy, el uso laboral a partir de la máquina de vapor marca «...la clave de la discontinuidad repentina de la historia de la humanidad (...) Antes del siglo XIX la humanidad vivía de sus ingresos; la humanidad hoy, aumenta esos ingresos, dentro de unos límites bien definidos, a costa del capital»²⁹. En cambio, al olvido de esta circunstancia se sumaba —y divulgaba entre los economistas— la idea de un crecimiento ilimitado de la producción en contra de los principios básicos del mundo físico. Pero hasta aquí, de momento, los argumentos del británico que retomaremos en el último capítulo de este libro, donde los necesitaremos para abordar las cuestiones financieras desde una óptica económico-ecológica diferente.

3. EL ENGARCE CON LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX: DEL «INFORME PALEY» A «LOS LÍMITES AL CRECIMIENTO»

Aunque el discurso económico convencional no prestase demasiada atención a las críticas vertidas por algunos importantes científicos naturales, la segunda posguerra mundial y el conti-

nuo avance en los requerimientos de energía y materiales levantó la alarma en la clase política estadounidense que tendría que lidiar con los problemas reales —y no teóricos— derivados de una escasez creciente. Por aquellas fechas se constituyó la *President's Materials Policy Commission*, que en 1952 emitió un voluminoso informe de cinco tomos (conocido como «Informe Paley») en el que se hacía *un seguimiento exhaustivo de los flujos y el consumo de numerosas sustancias energéticas y materiales*, realizando un análisis prospectivo de las futuras demandas y disponibilidades³⁰. Las cifras de consumo aportadas en ese año eran lo suficientemente elocuentes tanto por su dimensión como por la imposibilidad de generalizar, ya en aquel momento, el comportamiento norteamericano al resto del planeta:

«...en 1950 Estados Unidos había utilizado dos veces y media más carbón que en 1900, tres veces más cobre, cuatro veces más cinc y treinta veces más petróleo. *La cantidad de los metales y combustibles utilizados desde la Primera Guerra Mundial en Estados Unidos excedía en 1950 la suma utilizada por todo el mundo en toda la historia anterior a 1914.* Aunque casi todos los materiales han sufrido una demanda creciente, el núcleo del problema relacionado con éstos se localiza en los minerales. En 1950, los Estados Unidos consumieron 2.700 millones de toneladas de materiales de todas las clases —minerales metálicos, no metálicos, productos agrícolas, materiales de construcción y combustibles— esto es, 36.000 libras por cada hombre, mujer y niño del país. Con menos del 10 por 100 de la población del mundo libre, Estados Unidos consumió más de la mitad de la oferta mundial de materiales tan importantes como el petróleo, el hierro, el manganeso y el cinc (...) *si todos los países del mundo quisieran alcanzar el mismo nivel de vida el mundo resultante necesitaría un consumo de materiales seis veces superior al actual*»³¹.

Aunque para quitar hierro a sus propias palabras, el Informe Paley niega la existencia de unos límites *absolutos* a la expansión de la producción y el consumo, recuerda sin embargo el resultado que en términos de dependencia y apropiación de los recursos de terceros países supone esta pauta de utilización de recursos naturales: «Estados Unidos —señala el Informe— ha sobrepasado su actual base de recursos utilizables. Esta situación se ha ido fraguando a lo largo del tiempo, pero no ha sido hasta la década de los cuarenta cuando se ha completado el cambio desde un país *excedentario* en materias primas a convertirse en una nación *deficitaria*. Mientras a comienzos del siglo se producía un 15 por 100 más de las materias primas que se consumían (excluyendo los alimentos), a mediados de siglo se consumía un 10 por 100 más de lo que se producía»³².

Así pues, la tradición crítica de la economía convencional por el lado de las ciencias naturales consiguió hasta cierto punto un respaldo «oficial», avanzando además por una doble senda:

en la consideración del papel de los recursos naturales en el proceso económico, y en el análisis de los impactos que el funcionamiento de las sociedades industriales estaba infligiendo sobre la biosfera. Por tanto, las reflexiones de los pioneros de la economía ecológica encontraron ya a mediados de los años cincuenta aportaciones individuales y colectivas que, con rigor, otorgaron continuidad a la crítica. Es importante recordar esta circunstancia porque en el relato convencional de la reciente «conciencia ecológica» apenas se menciona la importancia de esa década en la que además del Informe Paley —que no era en absoluto un alegato ecologista, sino un documento muy bien informado— ocurrieron dos acontecimientos importantes para el tema que ahora nos ocupa. Por un lado, el sociólogo Fred Cottrell publicó en 1955 la primera edición de su libro *Energy and Society*³³ en el que se realizaba un análisis sistemático del papel de la energía en los diferentes modelos de sociedad. A partir de la noción de «excedente energético (surplus energy)», definido como la diferencia entre la energía obtenida de un proceso y aquella invertida en ponerlo en marcha³⁴, Cottrell pone de relieve cómo la revolución industrial y su recurso a los combustibles fósiles supuso un giro radical en la obtención de estos «excedentes energéticos», sobre todo al compararlos con las formas tradicionales de abastecimiento *renovable* que hasta ese momento habían utilizado los distintos tipos de civilización. Pero con un agravante: la extensión del aprovechamiento de los combustibles fósiles en las sociedades industriales había hecho «no renovables» actividades productivas como la agricultura, cuya fuente de energía *principal* era hasta ese momento el sol³⁵.

El mismo año en que aparecía el libro del sociólogo americano, tuvo lugar un Simposio Internacional titulado *Man's Role in Changing the Face of the Earth* donde, bajo la presidencia de tres destacados autores (Marston Bates, Carl O. Sauer y Lewis Mumford) se dieron cita setenta científicos de procedencia plural, entre los que se encontraban autores del campo de la biología, la química o la geología, junto con científicos sociales de ámbitos como la economía, la antropología o la geografía³⁶. Las ponencias presentadas dieron lugar a dos gruesos volúmenes³⁷ editados un año después, repartidos entre el análisis retrospectivo de los cambios en las ideas humanas sobre la naturaleza en el plano cultural y la diferente interpretación y valoración de los recursos naturales³⁸, junto con el análisis de los distintos modos en que las poblaciones han gestionado sus recursos y ejercido, por tanto, un impacto sobre el medio ambiente. Finalmente se añadía una reflexión sobre los posibles escenarios futuros y su grado de viabilidad. Cabe señalar que, desde esta perspectiva, las opiniones fueron diversas: desde las que hacían notar que la impresionante riqueza mineral y de combustibles fósiles que aún quedaba por explotar entraría en la fase de declive a finales del siglo XX³⁹, hasta las que ponían ya el acento en las posibilidades ofrecidas por la energía solar frente a las limitaciones inherentes al aumento en la demanda de los hidrocarburos⁴⁰. En la misma línea de resaltar las limitaciones futuras de esta estrategia, Ordway

planteaba una «teoría sobre el límite al crecimiento» que se apoyaba en dos premisas fundamentales: a) el nivel de vida aumenta de manera constante a causa del uso creciente de recursos naturales, y b) a pesar del progreso tecnológico se gasta más capital en forma de recursos del que se crea. A partir de aquí, el corolario que se obtiene parece apuntar en una única dirección: «si este ciclo continúa durante mucho tiempo, se producirá tal escasez de recursos básicos que el aumento vía costes convertirá en no rentable su utilización en la producción, por lo que la expansión industrial cesará y habremos alcanzado el límite del crecimiento»⁴¹. Así pues, con estas advertencias en mente, se abrirá en la década de los sesenta un período especialmente fructífero para la discusión y el contraste de opiniones, ofreciendo los primeros ejemplos de aproximaciones transdisciplinarias a una problemática con tantas aristas como la ambiental.

La década de los sesenta, además de continuar con la temática sobre la escasez, alumbró una nueva formulación del problema. La vieja noción de estado estacionario, defendida por los economistas clásicos como una situación límite, tuvo un nuevo punto de apoyo en la metáfora —propuesta por Keneth Boulding hace casi cuarenta años— del sistema Tierra como una «nave espacial» donde el planeta «...se ha convertido en un sólo vehículo espacial, sin reservas ilimitadas de nada, ya sea para la extracción o la contaminación, donde el hombre deberá encontrar su lugar en un sistema ecológico cíclico...»⁴². Esta nave espacial Tierra que puede representarse como un sistema cerrado desde el punto de vista termodinámico, es decir, intercambia energía con el exterior (radiación solar) pero no materiales (salvo la excepción despreciable de los meteoritos), acaba resultando incompatible con la extensión de esa otra economía que Boulding bautizó como la del «Cow-Boy», simbolizando el modo de producción y consumo depredador de las modernas sociedades industriales que tiene su símil en «...las llanuras ilimitadas (...) y el comportamiento inquieto, explotador, romántico y violento...»⁴³ de estos personajes. Y es en ese ámbito de lo económico dentro de lo social y natural —que Boulding denominó «econosfera»— donde se encuentra restringida la expansión a los límites de una nave espacial que avanza con recursos limitados. Aparece ya aquí, claramente expuesto, el conflicto al que en los años siguientes se enfrentará la humanidad en su relación con la naturaleza.

Pero apenas tuvieron que llegar los «magros» años setenta para que la polémica en torno a la escasez de recursos y los límites al crecimiento económico alcanzara la dimensión que algunos datos anteriores parecían confirmar. Aunque la discusión tuvo por centro neurálgico la publicación en 1972 del Informe al Club de Roma titulado *Los Límites al Crecimiento*⁴⁴, un análisis de las constricciones naturales a la expansión de la actividad económica ya había sido planteada por otros autores, si bien no con la amplitud de pronóstico del informe Meadows⁴⁵. A pesar de ello, la voz de alarma y las críticas ante las amenazas tuvieron en este documento el elemento fundamental de resonancia. Las predicciones realizadas en dicho informe se basaban en el aná-

lisis sistémico y en la elaboración de un modelo a cargo de Jay Forrester sobre las interrelaciones de seis variables fundamentales: población, nivel de contaminación, nivel de recursos naturales, inversión de capital total, inversión de capital en la agricultura, y «calidad de vida». Las consecuencias dinámicas de estas interacciones arrojaban las siguientes conclusiones⁴⁶: a) Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación, producción de alimentos y agotamiento de recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento dentro de los próximos cien años. El resultado más probable será un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial; b) Es posible modificar estas tendencias de crecimiento y establecer una condición de estabilidad ecológica y económica que pueda mantenerse durante largo tiempo. El estado de equilibrio global puede diseñarse de manera que cada ser humano pueda satisfacer sus necesidades materiales básicas y gozar de igualdad de oportunidades para desarrollar su potencial particular; c) Si los seres humanos deciden empeñar sus esfuerzos en el logro del segundo resultado en vez del primero, cuanto más pronto empiecen a trabajar en este sentido, mayores serán las posibilidades de éxito.

Si uno lee de forma sosegada las tres conclusiones, no debieran existir motivos para calificar de «pesimista» la posición vertida en las anteriores líneas. En ningún momento se habla de que las tendencias vayan a ser irrefutables y no puedan ser modificadas. Antes al contrario, se apela a la capacidad para cambiar las tendencias del crecimiento y se insta a que esta modificación sea llevada a cabo. Tal vez la razón del «pesimismo» sea el excesivo énfasis puesto por algunos autores en la primera de las conclusiones arriba reseñadas.

Las respuestas ante este tipo de predicciones fueron variadas pero, *¿cuál fue la reacción de los economistas ante un análisis que les incumbía pero en el que no participaron a la hora de su formulación?* En general cabe decir que la mayoría de ellos acogieron de forma fría y despectiva las conclusiones del informe, si bien otros —la minoría— resultaron más receptivos al análisis⁴⁷. Han sido muchos los comentarios y las contribuciones a un debate que sigue manteniendo su vigencia. Con la perspectiva de los años transcurridos, Van den Bergh y de Mooij resumieron acertadamente las posturas en litigio abriendo los matices de las dos grandes corrientes (a favor y en contra) y agrupándolas en cinco perspectivas: desde aquellas que consideran que el crecimiento no es deseable por estar relacionado con la degradación ambiental —lo que hace disminuir el bienestar— hasta aquellos que opinan que el crecimiento económico lejos de ser el problema resulta imprescindible para aumentar el gasto en protección de la naturaleza, convirtiéndose así en la solución a la degradación. No obstante, algunas de ellas cuajarán a finales de los ochenta y en la década de los noventa por lo que las discutiremos algo más adelante al debatir la tesis de la desmaterialización y la Curva de Kuznets Ambiental.

Cuadro 1.2.
Perspectivas sobre las relaciones crecimiento-medio ambiente

Perspectiva	Argumento principal	Autores más significativos
«Inmaterialistas» (razones morales)	— El crecimiento no es deseable	— Mishan, Daly, Schumacher
«Pesimistas»	— El crecimiento es imposible a largo plazo	— Meadows, Duchin y Lange, Boulding, Georgescu-Roegen, Vitousek.
«Tecnócratas»	— El crecimiento y la calidad ambiental son compatibles	— Dasgupta y Heal, Goeller y Weinberg, Von Weizsäcker y Lovins.
«Oportunistas»	— El crecimiento y la degradación ambiental son inevitables	— Aalbers
«Optimistas»	— El crecimiento es necesario para la conservación del medio ambiente	— Beckerman, Grossman y Krueger, Panayotou.

Fuente: VAN DEN BERGH, J.C.J.M., DE MOOIJ, R.A., (1999): «An assessment of the growth debate», en: VAN DEN BERGH, J.C.J.M., (ed.), (1999): *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, pp. 643-655.

Robert Solow fue uno de los que de forma más contundente emprendió el ataque contra los postulados de los Meadows, haciendo especial hincapié sobre la primera de las conclusiones de su informe, y acusándolos de realizar «Modelos del Día del Juicio Final» (doomsday models)⁴⁸. Las críticas vertidas por este autor y reafirmadas por otros economistas como Samuelson y Nordhaus pueden resumirse en tres elementos: a) la ausencia en dicho informe de los mecanismos de adaptación *vía precios* ante los fenómenos de agotamiento, b) la no consideración del progreso tecnológico y de la productividad de los recursos *vía sustitución* de unos materiales por otros y, c) algunas cuestiones relativas a los supuestos generales utilizados en el modelo. En otro lugar, y con cierto detalle, hemos discutido ya las insuficiencias de estas críticas tanto desde el punto de vista del razonamiento económico —en relación a las dificultades que conlleva el mecanismo de los precios reales para avisar sobre la escasez de los recursos y los límites al crecimiento— como desde el punto de vista de la Termodinámica y la Ecología, cuyas leyes informan de las limitaciones que incluso el progreso tecnológico ofrece a una expansión ilimitada en la producción de bienes y servicios. Remitimos, por tanto, al lector interesado a que consulte aquellas páginas para ampliar la reflexión⁴⁹.

4. ANALOGÍAS BIOLÓGICAS Y LEYES DE LA TERMODINÁMICA: PRECURSORES «RECIENTES»

Recordábamos al comienzo de este capítulo que, junto al debate sobre las restricciones biofísicas a la expansión del sistema económico, también se vino desarrollando otra discusión paralela:

la utilización de las enseñanzas de las ciencias de la naturaleza para ayudar a representar adecuadamente los procesos económicos. En parte porque las propias ciencias naturales proporcionaban buenos argumentos para terciar en la polémica sobre los límites al crecimiento y, de otro lado, porque parecía oportuno cambiar la representación analítica convencional del proceso económico que se desarrollaba de espaldas a las enseñanzas de saberes bien asentados como la Termodinámica y la Biología. Y como las candidatas a estrechar lazos con la Economía parecían ser desde antiguo estas dos disciplinas, dichas pretensiones rescataban inconscientemente algunas de las propuestas de los viejos pioneros e intentaban aprovechar los conceptos y nociones de campos más consolidados para fortalecer las explicaciones económicas sobre el mundo real. De todas formas no han sido fáciles las relaciones con otras disciplinas: en gran parte porque la analogía mecanicista heredada por la economía convencional desde finales del siglo XIX hace descansar las formulaciones teóricas de los economistas sobre hipótesis que apelan a sociedades atomísticas, donde los individuos se mueven impulsados por fuerzas como la maximización de la utilidad o del beneficio; amparados, a su vez, por un mercado en el que se fusionan armónica y óptimamente todos los intereses⁵⁰.

Es de sobra conocido que los trabajos de Jevons —y su célebre declaración concibiendo la Economía como «la mecánica de la utilidad y del interés propio»— así como las aportaciones de Walras identificando los procesos de producción y consumo con las ecuaciones del movimiento de la mecánica clásica dieron el respaldo formal a la operación⁵¹. De hecho, la influencia del dogma mecanicista en Economía durante el presente siglo sigue siendo tal que, todavía en 1971, cuando la propia Física ya había reformulado tiempo atrás su paradigma a tenor de las aportaciones de Einstein y Planck, era válida aún —y todavía no ha perdido un ápice de vigor— la afirmación con la que Georgescu-Roegen abrió su principal contribución: «Ninguna otra ciencia sino la economía ha sido criticada por sus propios servidores de forma tan abierta y tan incesante. Los motivos de insatisfacción son numerosos, pero el más importante de ellos tiene que ver con la ficción del *homo oeconomicus*. El principal motivo de queja es que tal ficción despoja a la conducta humana de toda propensión cultural lo que equivale a decir que, en su vida económica, el hombre actúa mecánicamente»⁵². Sin embargo, la excesiva rigidez de los planteamientos mecanicistas en Economía ha llevado a algunos, desde hace tiempo, a explorar nuevas metáforas, siendo un campo especialmente abonado el de la Biología.

4.1. Dos formas de entender en Economía el uso de las metáforas procedentes de la Biología

«El recurso a la biología —señalaba hace años G.M. Hodgson— se apoya en la creencia de que el mundo real de los fenómenos económicos tiene mucho más que ver con los organismos

y procesos biológicos que con el mundo mecanicista de las bolas de billar y los planetas. Después de todo, la economía implica la existencia de seres humanos vivos, no solamente de partículas, fuerza y energía»⁵³. Es cierto que esta aspiración ha orientado la labor de varios economistas (y también biólogos) desde hace décadas con mayor o menor acierto. Y si dejamos al margen el debate sobre las posibles influencias de algunos economistas clásicos como Smith y Malthus en las elaboraciones científicas de Darwin⁵⁴, lo que aquí nos va a interesar son las contribuciones que, fundamentalmente desde los años cincuenta, apuntan un resurgimiento en la utilización de las metáforas y analogías biológicas en Economía⁵⁵. Cabe subrayar, sin embargo, la existencia de dos formas diferentes de entender estas relaciones desde el punto de vista de la comunidad de los economistas. Por un lado, estarían aquellos como Alchian, Becker, Hirshleifer o Tullock, que se han afanado por amoldar a sus propios fines algunos conceptos de la biología (selección natural, especialización, competencia,...) que sirven para justificar la universalidad de los supuestos utilizados por el enfoque dominante en la Ciencia Económica. En cierta medida se trata de mostrar cómo las hipótesis básicas de comportamiento de la teoría neoclásica son de validez también para explicar el comportamiento del resto de las especies del planeta. En el otro lado tendríamos a un colectivo de economistas entre los que destacan Georgescu-Roegen, Daly, o Boulding que —anticipando lo que se conocerá más tarde por Economía Ecológica— interpretan el sistema económico como un subsistema concreto dentro de un sistema más general que es la biosfera y, por lo tanto, la percepción teórica de los procesos de producción y consumo y sus límites no pueden estar al margen de las leyes que gobiernan el funcionamiento de la propia biosfera. Como tampoco cabe considerar al medio ambiente como una variable más incluida en el modelo económico, cuando la relación de inclusión debe ser justamente la contraria⁵⁶.

El primer enfoque tuvo un primer eslabón nada más comenzar la década de los cincuenta del siglo XX en la aportación de Armen Alchian⁵⁷, quien explicando el comportamiento empresarial postulaba que la consecución de beneficios funcionaba como un criterio de «selección natural», pues sólo aquellas empresas que los obtuvieran sobrevivirían adaptándose al «entorno» y las que no lo hicieran perecerían. La capacidad para diferenciarse unas empresas de otras a través de la innovación estaría en la base de la estrategia de supervivencia. Para no desaparecer, muchas veces las empresas imitan a aquellas que obtienen beneficios, por lo que el economista estadounidense concluye que las innovaciones exitosas (o mutaciones en términos biológicos) se transmiten por imitación a otras firmas: «La contraparte económica de la herencia genética, las mutaciones y la selección natural son la imitación, la innovación y los beneficios positivos»⁵⁸. La identificación de las empresas supervivientes como aquellas que habrían logrado el éxito en la lucha competitiva aparece como una rémora de «darwinismo social» que tendrá continuidad en los años setenta gracias a las aportaciones procedentes de la sociobiología de Wilson y a su

aceptación por los miembros de la Escuela de Chicago de Economía⁵⁹. Aunque lejos de producirse una influencia unidireccional entre Sociobiología y Economía, tanto Becker como Hirshleifer o Tullock vieron en el sociobiología una oportunidad para «demostrar» que sus propios postulados sobre el comportamiento de los agentes económicos (maximización, egoísmo, competencia, escasez, etc.) eran moneda común en el mundo natural, por lo que la propia teoría económica aparecía como apta para describir los procesos de adaptación al medio en Biología a través de organismos que «optimizan» o «maximizan» sus comportamientos por analogía con los productores y consumidores. Como señalaba Hirshleifer: «Conceptos fundamentales como escasez, competencia, equilibrio y especialización juegan un papel similar en ambas esferas de investigación. Y pares de términos como especie/industria, mutación/innovación, evolución/progreso, mutualismo/intercambio tienen más o menos significados análogos»⁶⁰. Y si esto era así, entonces la teoría económica de raíz neoclásica se convertía en el enfoque científico *por antonomasia* para el análisis, no sólo de la esfera social humana, sino también de todo el mundo natural. No debe sorprender por tanto que, a partir de este convencimiento, fuera extendiéndose entre los partidarios de este enfoque una actitud de «imperialismo económico» hacia el resto de disciplinas: «A medida que la economía emplee “de forma imperialista” sus herramientas de análisis en un número cada vez mayor de cuestiones sociales se *convertirá* en sociología, antropología o ciencia política. Pero de igual manera, a medida que estas disciplinas aumenten su rigor no tendrán simplemente un parecido sino que *serán* economía»⁶¹.

Aparte de las consecuencias *reaccionarias* que en el terreno de las políticas públicas supone la adopción del punto de vista de la Escuela de Chicago —reducción de ayudas públicas e instituciones de cooperación para fomentar la competencia y el egoísmo para el cual estaríamos «genéticamente programados»—, las debilidades teóricas de este acercamiento entre Economía y Biología han sido puestas de manifiesto en varias ocasiones. Pues si ya son bastante restrictivas y empobrecedoras las hipótesis de comportamiento que caracterizan al *Homo Oeconomicus* de la teoría neoclásica a la hora de describir la conducta económica de los humanos, autores como Daly, Hodgson o Gowdy⁶² han señalado lo desacertado que supone dar una vuelta de tuerca más a este procedimiento, e intentar encajar también en esos moldes el comportamiento general de los seres vivos no humanos. No en balde, suponer la competencia como pauta general excluye de un plumazo todas las relaciones de interdependencia y cooperación establecidas entre organismos de la naturaleza, además de encumbrar la lucha desatada en los «mercados competitivos» como forma óptima para la asignación de recursos y la solución de los problemas económicos. De igual manera, postular comportamientos maximizadores en los diferentes organismos lleva a suponer que el objetivo es único, cuando en realidad existen múltiples posibilidades que muchas veces aparecen como fines en conflicto. Y a esto habría que añadir, tal y

como recuerda Gowdy, la ausencia de perspectiva histórica en la formulación bioeconómica de la Escuela de Chicago: «En Hirshleifer, la «finalidad» de un organismo es el crecimiento del número de especies, no el equilibrio, la supervivencia o la duración, sino el crecimiento del número. Evidencias contra esta idea se pueden encontrar tanto en el mundo biológico como en el económico, donde los agentes tratan de ocupar nichos en los que no estén sujetos a competición. Una vez que un “nicho” está ocupado de manera exitosa, en general, no intentan desplazar a otras entidades de «mejores» nichos. (...) Los organismos biológicos al igual que las empresas “satisfacen” más que “maximizan” »⁶³.

Paradójicamente, el énfasis mostrado en la analogía biológica por autores como Hirshleifer, Becker y Tullock, no apunta demasiado a la superación de los vicios arrastrados por la vieja metáfora mecanicista presente en la economía neoclásica, sino más bien a su extensión hacia el resto de los seres vivos. Un intento, sin embargo, que no les ha evitado caer de nuevo en los viejos riesgos que recordaba Hodgson al resumir correctamente la ambivalencia que caracteriza la incorporación de analogías biológicas a la Economía: «...hay riesgos en este intercambio de metáforas. Podríamos recordar de nuevo que, en el pasado, los científicos sociales han abusado groseramente de la biología (...) con episodios de “social darwinismo» y asociaciones lamentables del pensamiento biológico con movimientos políticos pro-aristocráticos, racistas o sexistas»⁶⁴.

Así pues, tanto la debilidad teórica como las derivaciones sociopolíticas de las aportaciones anteriores —que desembocan en una versión actualizada del viejo y reaccionario darwinismo social—, requieren explorar otras formas más adecuadas para entablar relaciones entre Economía y Ciencias Naturales. Efectivamente, casi de manera paralela a los intentos de la Escuela de Chicago, varios economistas y científicos naturales comenzaron a plantear abiertamente la necesidad de establecer puentes sólidos entre disciplinas como la Economía, la Biología y la Termodinámica. Pero a diferencia de autores como Hirshleifer o Becker, el punto de vista adoptado por Daly, Georgescu-Roegen, Boulding, o científicos como Wolman o Ayres, radica en contemplar la cuestión desde una perspectiva más general que la del comportamiento de los individuos, recayendo sobre *el funcionamiento del sistema económico como un todo*. En los años sesenta comienza a retomarse la vieja metáfora biológica que identifica el sistema económico como un *organismo vivo* del cual es posible estudiar su peculiar metabolismo; a la vez que para hacer factible la representación del proceso económico de producción y consumo se acude a las enseñanzas de la Termodinámica, esto es, al primer y segundo principio.

En efecto junto a la metáfora sobre «la nave espacial Tierra» popularizada por Boulding en su célebre artículo de 1966, apareció poco tiempo antes un trabajo que planteaba, ya desde el comienzo, el análisis de los asentamientos humanos a partir de una analogía biológica. Abel Wolman, uno de los participantes en aquel Simposio Internacional de 1956, publicó casi una década

más tarde (en 1965) un texto importante en el que aplicaba expresamente la noción de metabolismo para explicar el funcionamiento de las ciudades⁶⁵. Aunque el artículo de Wolman se centraba en los problemas de abastecimiento de agua y en la contaminación atmosférica, el ingeniero estadounidense se esforzó en definir desde el comienzo el punto fuerte del enfoque: «Las exigencias metabólicas de la ciudad —señalaba— pueden ser definidas como la suma de todas las materias y productos que aquella necesita para el sostén de sus moradores, tanto en sus hogares como en sus trabajos y en sus esparcimientos. Entre esas exigencias hay que incluir también —para un determinado período de tiempo— los materiales destinados a la construcción —o a la reconstrucción— de la propia ciudad. El ciclo metabólico no se considera cerrado hasta que los desechos y detritus que la vida cotidianamente va acumulando han sido recogidos y eliminados con un mínimo de molestia y riesgo (...) Diariamente nuestra vista y nuestro olfato perciben la evidencia de que el planeta que habitamos no puede absorber y asimilar, en cuantía ilimitada y sin previa transformación, los desechos de nuestra civilización»⁶⁶. Este trabajo de Wolman pasará bastante tiempo desapercibido incluso para los economistas ecológicos más avisados. Tal fue el caso de Herman Daly, quién tres años después estudiaba las relaciones entre Economía y Biología buscando su punto de encuentro también en la noción de metabolismo y en el hecho de que, a juicio del economista estadounidense: «...el objeto de estudio último de la biología y la economía es el mismo: el *proceso vital*»⁶⁷. Por un lado, Daly compara las actividades de producción de bienes y servicios con el *anabolismo* que transforma la energía y materiales ingeridos por los organismos en nuevos materiales celulares que les permiten crecer. De otra parte, el consumo de esos mismos bienes y servicios económicos desempeñan un papel similar al del *catabolismo* por el que las células se desdoblán liberando energía y desgastando los mismos materiales. Como señala el economista estadounidense, «la base material del proceso vital crece cuando la tasa de producción (anabolismo) supera a la tasa de consumo (catabolismo)»⁶⁸. A continuación, y siguiendo con la analogía biológica, menciona la distinción —acuñada por Alfred Lotka en 1925 y hoy plenamente asentada en los ámbitos de la Biología y la Ecología— entre los órganos *endosomáticos* y los órganos *exosomáticos* (algo que ya recogió años antes Georgescu-Roegen en la introducción a su *Analytical Economics*⁶⁹, y amplió más tarde en su clásico *The Entropy Law and the Economic Process*). Los órganos endosomáticos tienen la peculiaridad de acompañar a todo ser vivo (incluido el ser humano) desde su nacimiento hasta su muerte (brazos, piernas, manos, cerebro,...) y es, precisamente, mediante los cambios en esta clase de órganos a través de los cuales todo animal se va adaptando mejor o peor a las condiciones vitales y de su entorno.

Sin embargo es necesario esperar demasiado tiempo para presenciar modificaciones evolutivas de estos seres vivos únicamente a través de cambios en sus dotaciones endosomáticas.

Como puso de manifiesto Georgescu-Roegen, será la especie humana quien hallará un método más rápido de evolucionar a través de la progresiva fabricación de órganos separables o exosomáticos que, no formando parte de la herencia genética de la humanidad, son utilizados por ésta en su desarrollo evolutivo⁷⁰. Ejemplos de este tipo de órganos pueden ser desde un simple martillo hasta un automóvil. Muchos de ellos son denominados por los economistas como «capital», hecho que “inconscientemente” pone de relieve cómo la visión del proceso económico, entendida como una extensión del proceso biológico en sentido amplio, posee un sólido fundamento: «la existencia del hombre —señala el economista rumano— se encuentra ahora irrevocablemente ligada al empleo de instrumentos exosomáticos y, consecuentemente, al uso de recursos naturales, de la misma manera que, por ejemplo, esta unida en la respiración al uso de sus pulmones y del aire»⁷¹. Sin embargo, el problema estriba en que, cada vez más, ese proceso de producción y comercialización se está articulando sobre el stock finito de productos derivados de la corteza terrestre, en vez de sobre el flujo de radiación solar que nos llega sin restricciones. Esta circunstancia se agrava por la adicción incurable que, según Georgescu-Roegen, posee la humanidad hacia los instrumentos exosomáticos más inútiles lo que hace aflorar a la superficie no solamente un problema estrictamente económico o biológico de satisfacción de necesidades, sino, más bien, una dificultad bioeconómica de mantenimiento de la especie humana sobre este frágil planeta que nos cobija. Los frutos de tal empeño teórico se plasmaron en la adopción de un término que, aunque difundido con anterioridad con otros usos, alcanzó con Georgescu-Roegen categoría como programa de investigación, a saber: la Bioeconomía⁷². Pero con una salvedad importante que lo diferenciaba de intentos como los protagonizados por la Escuela de Chicago. «Mi uso del término “bioeconomía” —escribe el economista rumano en 1986— no está influenciado por la moda intelectual que reduce todos los fenómenos a un fundamento biológico»⁷³. Se trata, en definitiva, de hacer explícito el acercamiento de la Economía hacia sus orígenes biofísicos entendiendo la actividad económica, con sus peculiaridades, como una extensión —en sentido amplio y sin reduccionismos— de la evolución biológica de la humanidad⁷⁴.

En la concepción del metabolismo económico y la evolución exosomática de la humanidad, el principio de la conservación de la materia y la energía abría una perspectiva importante habida cuenta que el sistema económico podía contemplarse como un receptor de inputs (recursos naturales) y un excretor de outputs en forma de bienes y artefactos más o menos duraderos y residuos. Como el Primer Principio de la Termodinámica garantizaba que el total de inputs que entraban al sistema era igual a la suma de outputs que salían de él era posible plantear un «balance de materiales» para hacer el seguimiento de los flujos involucrados, así como del impacto generado por los residuos vertidos a la biosfera. El primer análisis a nivel nacional en este sentido fue llevado a cabo a finales de los sesenta por R.U. Ayres (físico) y A.V. Kneese (economis-

ta) para la economía estadounidense en el período 1963-1965⁷⁵, que acabó plasmándose en forma de libro poco tiempo después⁷⁶. Apelando precisamente a la primera ley de la termodinámica, se exponía claramente que, a diferencia de la creencia extendida entre los economistas sobre el carácter más o menos singular de las externalidades, la realidad es que la gestión de los residuos procedentes de la producción y consumo de bienes y servicios son «...una parte normal e inevitable de estos procesos (...) El fallo que se comete comúnmente al no reconocer estos hechos puede llevar a una consideración de los procesos de producción y consumo que, de algún modo, esté en desacuerdo con la fundamental ley de la conservación de la materia»⁷⁷. La termodinámica nos enseña que es imposible producir un bien sin generar a continuación un residuo equivalente en forma de materia y energía degradadas. En vista de que la energía y los materiales no se pueden crear ni destruir, lo que entra en forma de factores productivos tiene que salir forzosamente como mercancías y residuos, pero no puede desaparecer⁷⁸. Aunque la ecuación principal del balance de materiales se cumple, las diferencias entre los *inputs* (recursos) que entran al sistema económico y *outputs* (residuos) que salen de él se deben a la acumulación de stocks, provocando que los residuos sean menores que las cantidades de recursos que se incorporan a la maquinaria económica. Como apuntan los autores citados, en el caso estadounidense, la acumulación de stocks representaba en los años sesenta entre un 10 y un 15 por 100 (fundamentalmente en forma de edificios e infraestructuras), mientras que las importaciones netas para esos años venían a suponer del orden del 4 ó 5 por 100 del total de flujos.

En la primera mitad de los setenta, la aportación de Ayres y Kneese recibió un cierto respaldo por parte de algunos organismos internacionales. En concreto, Naciones Unidas a través de su Oficina Estadística contrató a Robert Ayres para que diseñara un «Sistema Estadístico de Balances de Energía y Materiales» (MEBSS), pero una vez aquilatada la parte metodológica, el organismo que contrató el proyecto lo consideró aplicable únicamente a largo plazo, por lo que apenas tuvo continuidad⁷⁹. Sin embargo, el propio Ayres amplió la reflexión publicando, años después, un volumen completo en el que se presentaba con todo lujo de detalles el sistema propuesto así como los modelos económicos que cabría construir a partir del enfoque del balance de materiales⁸⁰. Además, continuó su trabajo actualizando los viejos análisis para la realidad norteamericana y desarrollando propuestas analíticas como las de «metabolismo industrial» o «ecología industrial» que le servirían para ampliar y sectorializar de forma más detallada los balances materiales previos, a la vez que incorporará elementos como el análisis *exergético* de los procesos industriales en algunas sustancias particulares como el plomo, el hierro, el cadmio o el cloro⁸¹.

A pesar del esfuerzo teórico y metodológico planteado por el físico estadounidense, las contribuciones durante la década de los ochenta fueron escasas, pero de calidad. Merece la pena recordar la aportación, en 1983, de un equipo interdisciplinar belga que realizó un pionero tra-

bajo de balance de materiales para algunas sustancias estratégicas de la economía de ese país (hierro, plomo, plásticos, cadena alimentaria), desde un punto de vista que ya explícitamente apuntaba los desarrollos de la década de los noventa relativos a la ecología industrial⁸². A esto hay que sumar el trabajo sobre el metabolismo de la conurbación madrileña realizado por otro equipo transdisciplinar español⁸³. El análisis concreto de los flujos físicos y sus contrapartidas monetarias elaborado por Naredo y Frías para la Comunidad de Madrid a comienzos de los ochenta ofrecía también, desde el punto de vista metodológico, innovaciones pioneras en nuestro país⁸⁴. Y todo ello considerando los sistemas urbanos a partir de símiles biológicos en los que las ciudades serían estudiadas por analogía con los organismos vivos⁸⁵, aplicando la noción de metabolismo reseñada páginas atrás a los propios municipios o regiones. Puede, no obstante, que en la puesta en práctica de este símil, haya que tener en cuenta una advertencia que expresaba Naredo, años antes, al reflexionar sobre el territorio: «...la estructura de funcionamiento de las actuales megalópolis tiene mucho de mecánico y, aún apurando el símil biológico, resulta difícil identificarla con las de un organismo adulto, permaneciendo más bien al nivel de fetos en los que las redes de abastecimiento y de vertido hacen las veces de cordones umbilicales por los que obtienen los materiales, el agua, y la energía requeridos a partir de un entorno social y territorial que se encarga de nutrirlos y de absorber los detritus generados»⁸⁶.

4.2. La Economía de la producción a la luz de la ley de la entropía: Nicholas Georgescu-Roegen

Si por el lado de las relaciones con la Biología, es verdad que la analogía del metabolismo económico presentaba una sólida base sobre la que apoyarse; también es cierto que con la ayuda del balance de materiales dicha analogía recibía el sustento del Primer Principio de la Termodinámica igualando la energía y materiales que entraban al inicio del proceso con el resultado del mismo en términos físicos. Pero para seguir explorando las ventajas de las relaciones entre Economía y Termodinámica no podemos conformarnos con las consecuencias derivadas del Principio de Conservación de la Energía. Hay que ampliar la reflexión al Segundo Principio (Ley de la Entropía) y recordar que el *sentido* en que se realiza la transformación de la energía es único: *la energía se transforma siempre de energía disponible (para el aprovechamiento humano) en energía no disponible o disipada y nunca viceversa*⁸⁷ (no podemos convertir de nuevo la energía no disponible en energía disponible para volver a obtener trabajo. Si esto fuera posible —nos dice Georgescu-Roegen reiteradamente— podríamos quemar un pieza de carbón una y otra vez para conseguir energía indefinidamente y convertirla en trabajo en un proceso sin fin). Esta circunstancia

ha sido, tal vez, la que ha llevado a afirmar a algunos científicos naturales preocupados por las implicaciones económicas de su disciplina, que la Termodinámica «...es tan sólo el conjunto de principios que rigen la contabilidad con la que se sigue el rastro de la energía conforme sufre dichas transformaciones»⁸⁸. Por lo tanto, si una parte de la energía siempre se dispersa en forma de calor no utilizable, las transformaciones energéticas nunca pueden ser eficientes al cien por cien⁸⁹. Al hacer abstracción de este resultado, el enfoque económico neoclásico, tributario de la analogía mecánica, podía continuar representando el proceso económico como un sistema aislado o flujo circular donde todo lo producido es consumido y viceversa, esto es, un movimiento mecánico totalmente reversible en el espacio y en el tiempo. O como denunciaba Georgescu-Roegen a finales de los setenta: «Un tiovivo que, como todas las cosas mecánicas, también puede ser visto como un movimiento circular en dirección contraria, desde el consumo hacia la producción». Pero esto, como advertía el economista rumano, no deja de ser un absurdo:

«... no puedo evitar recordar un chiste que, como alumno de segundo grado de mi pueblecito natal, solíamos contar sobre una fábrica de salchichas de Chicago. La historia contaba que en esa fábrica los cerdos entraban por un lado y las salchichas salían por otro. Un día olvidaron poner las especias. No es ninguna catástrofe solíamos decir. Toda la fábrica se puso al revés; las salchichas malas entraban y todos los cerdos salían vivos. Entonces se añadieron las especias y la máquina se puso en marcha de nuevo hacia delante. Esta vez las salchichas salieron con especias, como tenía que ser. Nos moríamos de risa, como niños, al pensar que hacemos que el oyente crea que la tecnología americana puede mover todas las cosas hacia atrás y hacia delante según su voluntad. Pero siendo niños como éramos, ciertamente sabíamos la simple y suprema verdad que tal forma de deshacer las cosas no es nunca posible. Entonces yo no podía esperar que un día aprendería que la disciplina económica se fundamenta en este tipo de movimientos de péndulo»⁹⁰.

Precisamente por esto, uno de los primeros intentos *sistemáticos* por superar el «dogma mecanicista» de la teoría económica convencional con el fin de integrar los resultados de la ley de la entropía en el análisis del proceso económico fue el llevado a cabo por el economista rumano Georgescu-Roegen⁹¹. No en vano, Georgescu se propone hacer operativas en el terreno de la Economía tanto las enseñanzas del ingeniero Sadi Carnot (precursor de la Termodinámica) al que considera como «el primer económetra», como las reflexiones de Erwin Schrödinger sobre el mantenimiento de la vida a través de la absorción de baja entropía del entorno para transformarla en alta entropía. La enseñanza que obtuvo Georgescu-Roegen de este análisis y que más tarde se ha convertido en un pilar básico de la moderna economía ecológica descansa en que esta noción «...establece la distinción cualitativa que debieran de haber hecho hace ya bastante tiempo los econo-

mistas entre los inputs de recursos introducidos en un proceso productivo y que son valorables (baja entropía) y el output final de desechos (alta entropía) que son invalorables»⁹².

Ahora bien, cuando Georgescu-Roegen, variando el rumbo teórico, incorpora el concepto de entropía a su análisis está reflejando una limitación física básica —común a todas las leyes de la naturaleza— para el desarrollo del proceso económico. Para emprender esta tarea, nuestro autor comienza por criticar la versión neoclásica de la función de producción que arranca de la formulación de Wicksteed a finales del siglo pasado —y que llega hasta los manuales de microeconomía modernos—, como el mecanismo a través del cual unas *cantidades* determinadas de factores productivos (X, Y, Z, \dots) pueden ser transformados en una cantidad *equivalente* de producto final (P). A diferencia de lo que ocurre con otros procesos del mundo físico, el tiempo no aparece de manera explícita en esta formulación [$P = F(X, Y, Z, \dots)$]. Más tarde se propuso que la variable temporal hiciera acto de presencia *implícita* en forma de factores y producto por unidad de tiempo [$p = f(x, y, z)$] hecho éste, que provocó algunas inconsistencias en la explicación del proceso a estudiar. En efecto, fue Georgescu-Roegen quien subrayó un resultado perturbador: al considerar ambas expresiones matemáticas como explicación de un mismo proceso productivo, se llega fácilmente a la conclusión paradójica de que absolutamente todos los procesos de producción *son indiferentes a la escala*⁹³.

Mientras la mayoría de los economistas convencionales optaban por la utilización de la analogía mecánica —derivando de ello la formulación de modelos “matemático-imaginativos” o “mecánico-descriptivos”— Georgescu recuperaba la antigua tradición “fisiológica” y esbozaba un enfoque *analítico-fisiológico* donde el proceso de producción incluye, para cada componente (factor o producto), una función dependiente del tiempo que muestra las cantidades que han cruzado la frontera $[0, T]$ que define el proceso. Ahora la expresión matemática que lo describe deja de ser una *función-punto* (que muestra una relación entre variables), y pasa a convertirse en un *funcional*, es decir una relación entre funciones: $P_0^T(t) = F[X_{i_0}^T(t), Y_{i_0}^T(t), \dots]$. El sentido del rigor obligó también al economista rumano a definir con precisión los conceptos utilizados en el vocabulario económico, y a denunciar por ello las inconsistencias de algunos de ellos con amplia aceptación —como el de *stock*— dando cabida a otros más apropiados como el de *fondo*. Desde esta perspectiva, se establece una distinción clara entre las *funciones* que tienen un carácter de flujo de aquellas otras que mantienen un comportamiento como fondos (en términos físicos). Se consideran como elementos de fondo la tierra en sentido ricardiano, $L(t)$; el capital en sentido propiamente dicho, $K(t)$; y la fuerza de trabajo, $H(t)$. Dentro de los elementos de flujo, distingue Georgescu entre inputs de recursos naturales (energía solar, lluvia, aire, recursos minerales en los yacimientos, etc), $R(t)$; los flujos de materiales procedentes de otros procesos, $I(t)$; y los flujos necesarios para el mantenimiento del equipo de capital,

M(t). A continuación nos encontramos con el flujo de salida de producto, Q(t), y el de residuos, W(t). De esta forma, la función de producción neoclásica se transforma así en la siguiente expresión:

$$O_o^T(t) = F(R_o^T(t), I_o^T(t), W_o^T(t), M_o^T(t), L_o^T(t), K_o^T(t), H_o^T(t))$$

Si retomamos ahora lo dicho con anterioridad en relación con la ley de la entropía y la explicación del proceso económico observaremos la trascendencia de la modificación analítica propuesta. En primer lugar, mientras que el factor tiempo estaba prácticamente ausente de la representación convencional, aparece ahora de forma explícita sin provocar incoherencias insalvables para el análisis⁹⁴. Por otro lado, la *fisiología* del proceso de producción aparece de forma explícita al relacionar, desde el punto de vista físico, la necesidad de captar recursos con baja entropía para transformarlos en bienes y residuos de alta entropía. En último lugar, al incorporar los recursos procedentes de la naturaleza y los residuos que van a para a ella, Georgescu-Roegen restaura la importancia del entorno y los recursos naturales para la producción de mercancías, hecho éste dejado al margen en las funciones de producción manejadas habitualmente por los economistas que únicamente incluyen trabajo y capital como factores de producción, pues consideran a éstos como sustitutivos de aquellos⁹⁵.

A la vista de estos resultados, no parece, por tanto, que la representación convencional del proceso económico por un flujo *circular* físico de materiales y energía, que va desde la producción al consumo y viceversa y que posee como contrapartida, otro flujo *circular* de valor de cambio que se «correspondería» con el gasto de materia-energía realizado, sea un procedimiento adecuado para reflejar la realidad económica y su sustrato biofísico. En efecto, es fácil comprobar la incoherencia de, por una parte, un flujo *circular* de valor de cambio representado por la formulación convencional, frente al mismo proceso visto como una *transformación unidireccional* (lineal) de un flujo físico de materia-energía que captado como inputs o recursos de baja entropía procedentes del medio ambiente termina como residuos de alta entropía contaminando el entorno⁹⁶. Esto no quiere decir, naturalmente, que una parte de los residuos así generados puedan —y deban— volverse a aprovechar a través de su reutilización y reciclaje. Lo que se está diciendo es que este proceso no se puede completar del todo y que tampoco es gratis al necesitar energía y materiales adicionales para llevarse a cabo.

En todo caso, el concepto de entropía, lejos de servir como una herramienta «para encontrar soluciones explícitas a problemas concretos», constituye una noción que, por el contrario, permite adentrarnos, con conocimiento de causa, en los fundamentos biofísicos necesarios para el desarrollo de la Economía Ecológica, entendiendo por éstos, «los aspectos físicos y biológicos relevantes

para la economía»⁹⁷. Hay que señalar, aunque sea brevemente, que las aportaciones de Georgescu-Roegen fueron poco a poco ganando la atención de aquellos economistas y científicos naturales más atentos a la hora de tender puentes entre Economía y Termodinámica. Dejando para más adelante el comentario de las contribuciones de investigadores españoles como Naredo y Valero, ya desde mediados de los ochenta se vieron signos importantes de avance, aunque minoritarios. En 1984 tuvo lugar un «Workshop on Energy and Time in the Economic and Physical Sciences» donde se congregaron físicos y economistas europeos y norteamericanos para discutir sobre el análisis energético aplicado a la Economía y las posibilidades ofrecidas por conceptos como el de «exergía»⁹⁸ o las analogías termodinámicas⁹⁹. Fueron estos unos años en los que se comenzaron a difundir las propuestas de Malte Faber y sus colegas de la Universidad de Heidelberg¹⁰⁰, así como la posterior colaboración con John Proops que culminará con la publicación de un excelente manual de Economía Ecológica a mediados de los años noventa en el que se recogen y actualizan los trabajos metodológicos y empíricos desarrollados en los dos lustros anteriores¹⁰¹. A esto hay que sumar, en la década de los noventa, las contribuciones de Matthias Ruth y de Kozo Mayumi. El primero tomando, entre otros, el testigo del análisis termoeconómico y aportando un modelo que incorporaba los límites termodinámicos a la extracción «óptima» de los recursos naturales no renovables, discutiendo expresamente la presencia de cambio tecnológico endógeno al propio modelo¹⁰². El segundo, en continuidad explícita con el pensamiento de Georgescu-Roegen, tendiendo además puentes con otras tradiciones del pensamiento económico como la escuela neorricardiana¹⁰³.

4.3. Producción de la biosfera y producción económica: asimetrías y divergencias

Los epígrafes anteriores avalan la idea de que, en contra de lo que piensan autores como Becker, Hirshleifer o Tullock, la comparación entre el modo de producción económico (el real unidireccional y el circular representado por la analogía mecánica de la economía neoclásica) tienen poco que ver con la forma en que nuestro Planeta ha solventado sus procesos de producción y consumo a lo largo de miles de años. Y aquí, otra vez, las enseñanzas de la Biología y la Ecología nos permitirán poner de manifiesto las diferencias en el comportamiento de la humanidad desde el punto de la producción con respecto al modelo seguido por la naturaleza.

Al total de la materia fotosintetizada por un ecosistema se la conoce como *producción primaria bruta* y si se le descuenta la energía gastada por la propia planta en el proceso de la fotosíntesis y en su propia respiración, se obtiene una variable clave para nuestros propósitos: la producción primaria neta (PPN). La producción primaria neta es el origen de la cadena alimentaria

sin la cual difícilmente podríamos continuar —como especie—, la vida sobre la Tierra. Teniendo presente que para un período de tiempo concreto, la cantidad máxima de PPN es limitada, una buena medida sobre la presión ejercida por la especie humana sobre los límites ecológicos de la biosfera podría ser la apropiación que ésta realiza del total de PPN, es decir, de la energía solar fijada por las plantas terrestres y que no es utilizada por ellas. Actualmente esta apropiación supone, en términos de recursos, *el 40% de la PPN terrestre*¹⁰⁴. Es evidente que este proceso de expansión de la especie humana, dejando mermadas las capacidades del resto de las especies para su supervivencia, posee un *límite absoluto que no puede sobrepasar*: el 100 por 100 de la PPN.

Si se trata de no traspasar esos límites o incluso reducir el volumen de la apropiación que el ser humano realiza a la hora de abastecerse de bienes y servicios, el estudio de la fotosíntesis puede arrojar interesantes resultados encaminados a ese propósito. Por un lado, en este proceso bioquímico, la energía necesaria para añadir complejidad a los enlaces que unen los elementos materiales procede de una fuente inagotable a escala humana, el sol; de tal forma que aseguramos la continuidad del proceso y no se aumenta la entropía del entorno por la transformación. A renglón seguido, es fácil constatar que los convertidores que transforman la energía solar en energía de enlace (los cloroplastos), se reproducen utilizando la misma fuente de energía renovable aplicada al proceso de la fotosíntesis, y así no resulta necesario recurrir a otras fuentes de energía fósil que contaminen e incrementen la entropía del medio para la obtención de la producción primaria neta. En tercer lugar, los desechos vegetales tras un proceso de descomposición natural se convierten en recursos y fuente de fertilidad en forma de humus, con lo que se cierra el ciclo de materiales que forman parte del proceso¹⁰⁵.

Es precisamente el mecanismo descrito anteriormente el que sirve para describir de forma acertada el *modo de producción de la biosfera*¹⁰⁶. Las lecciones que se pueden extraer de un análisis de estas consideraciones apuntarán algunas de las claves de la discusión sobre la sostenibilidad. En efecto, frente a los procesos de producción *económicos* que siguen una *línea recta* desde la extracción de recursos (generalmente no renovables y de baja entropía), pasando por el proceso de fabricación de mercancías, y llegando hasta la emisión de residuos (de alta entropía); la naturaleza, por el contrario, se caracteriza, por alimentarse de recursos renovables (radiación solar) y de convertir los residuos generados en el proceso de la PPN, en materia prima con la que alimentar de nuevo el mecanismo productivo.

Y es precisamente esta circunstancia una de las causas que dificulta la percepción teórica de la crisis ecológica por parte de la economía convencional. Más aún. Nos atreveríamos a afirmar que ha sido el olvido de los procedimientos con los que la naturaleza ha conseguido producir sus frutos durante miles de años lo que está en la raíz de muchos problemas ambientales

ocasionados por el modo en que las sociedades industriales han satisfecho su consumo de bienes y servicios. La captación de ingentes recursos naturales y la deposición de grandes cantidades de residuos sin asimilar ha determinado, en buena medida, el *carácter insostenible de los actuales modos de producción y consumo*. Así las cosas, cualquier recuperación de la estabilidad ecológica para hacer más sostenibles las relaciones entre la especie humana y la naturaleza debe pasar por tomar ejemplo de la biosfera y articular los procesos productivos bajo el paraguas de fuentes de energía renovables y procedimientos que consigan cerrar los ciclos de materiales, reutilizando y reciclando los residuos para su aprovechamiento como recursos. Pero, lejos de reconocer este hecho, «...el cálculo económico ordinario —escribe José Manuel Naredo— valora los bienes que nos ofrece la naturaleza por su coste de extracción y no por el coste de reposición. Por ello se ha primado sistemáticamente la extracción frente a la recuperación y el reciclaje (cuyos costes se han de sufragar íntegramente) distanciando enormemente el comportamiento de la civilización industrial del modelo de sostenibilidad que nos ofrece la biosfera»¹⁰⁷.

5. LA PROLONGACIÓN DEL VIEJO DEBATE SOBRE LOS LÍMITES: DE LA «DESMATERIALIZACIÓN ECONÓMICA» A LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL

Bastantes de las ideas anteriores ayudaron a consolidar institucionalmente los nuevos enfoques. No en vano, la Economía Ecológica tomará cuerpo a finales de los ochenta a través de la *International Society for Ecological Economics*, coincidiendo con la difusión del célebre Informe Brundtland y la propuesta del «desarrollo sostenible»¹⁰⁸. Y no de forma casual, este hecho coincidió con una discusión que, al fin, iba a conectar los dos planos del debate que hemos mencionado páginas atrás, esto es: la disputa sobre las restricciones biofísicas al crecimiento económico y la adecuada representación analítica de los procesos de producción y consumo. El hilo común por el que discurrirán ambas será el de la polémica en torno a la supuesta «desmaterialización» acaecida en las economías industriales durante la segunda mitad del siglo XX, y como se trata de una controversia que también tendrá su proyección sobre la economía española, merece la pena analizarla con cierto detenimiento desde un plano general.

La discusión va a arrancar a finales de los setenta —un período situado entre la publicación en 1972 de *Los límites al crecimiento* y la ulterior propuesta de desarrollo sostenible manejada a partir de la publicación del Informe Brundtland en 1987—, donde los economistas partidarios acrílicos del crecimiento económico, que negaban las restricciones físicas a la expansión

de las economías nacionales, encontrarán un asidero teórico y empírico al que agarrarse en pleno temporal. En efecto, corría el año 1978 cuando Wilfred Malembaum, un profesor de la Universidad de Pensilvania, irrumpió con fuerza en la discusión sobre la bases materiales de la economía mundial al sugerir que en la mayoría de las regiones económicas del planeta la *intensidad de uso* de los principales recursos minerales (demanda de materiales por unidad de PIB) había declinado considerablemente entre 1951 y 1975, presagiando una continuación de la misma tendencia para 1985 y el año 2000¹⁰⁹. Los datos presentados para sustancias como el acero, manganeso, cobalto, tungsteno, y el estaño así parecían confirmarlo con la única excepción del aluminio. En aquella ocasión se ofrecían como explicaciones de la tendencia decreciente en la intensidad de uso tres elementos que, con mayor o menor aditamento, serían repetidos en años sucesivos: a) los cambios en el consumo final de bienes y servicios, b) el progreso tecnológico que aumenta la eficiencia en el uso de los recursos reduciendo también la generación de residuos y, por último, c) la sustitución de materias primas tradicionales por otras nuevas más eficientes espoleadas por los movimientos de precios y el desarrollo técnico¹¹⁰. Esta circunstancia, unida al hecho de que, al calor de la crisis energética, algunos países mostrarán una reducción de la utilización de energía por unidad de PIB parecía presagiar una progresiva «independencia» del crecimiento económico respecto del consumo de energía y recursos naturales. Todo ello en un proceso que fue bautizado más tarde como «desmaterialización» de la economía¹¹¹.

Abundando en los viejos argumentos de Malembaum, se incidía en el cambio estructural avalado por el creciente proceso de «terciarización» de las economías industriales —donde el sector servicios significa entre un 60 y un 70 por 100 del PIB— lo que suponía la hegemonía de un tipo de actividad que, en principio, parecía demandar «menos» energía y materiales que la industria o la agricultura, y dado que gran parte del crecimiento económico se debía al aumento de estas actividades, entonces podría incrementarse el PIB utilizando a la vez menos recursos naturales¹¹². En segundo lugar, dentro de la propia industria se quiso ver una masiva sustitución de materias primas tradicionales (hierro, cobre, plomo, madera, vidrio...), cuya extracción y fabricación requería, a su vez, el consumo de abundante energía y materiales, por otras nuevas sustancias (sintéticas, fibras, plásticos...) que parecían exigir menor intensidad de recursos («transmaterialización»). Además, los procesos de reconversión de la industria básica en los países de la OCDE, así como la incipiente aparición de nuevas actividades industriales ligadas al ámbito de la Investigación y el Desarrollo (I+D) tecnológicos, llevaron a pensar que los recursos naturales dejarían de ser un problema para el aumento del PIB. Por último, se mencionó también como ejemplo desmaterializador, el proceso de descontaminación que, fruto del «éxito» de ciertas políticas ambientales en los países industrializados, habría llevado a una

reducción de la generación de residuos y la contaminación en relación al PIB. Además, habida cuenta la creencia en una menor entrada de recursos naturales por unidad de PIB en el sistema económico, no parecía muy difícil derivar de aquí la hipótesis de una reducción simultánea en la emisión de residuos y contaminación consecuencia de la actividad económica.

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 y, por otro, la posibilidad de extrapolar a nivel nacional e internacional estas tendencias. En todo caso, conviene precisar el sentido que le damos a este proceso desmaterializador para intentar evitar equívocos no sólo conceptuales. Para esta labor conviene acusar recibo de una distinción que en los últimos años ha ayudado a aclarar los términos del debate. Se trata de diferenciar entre desmaterialización *relativa o débil* y desmaterialización *absoluta o fuerte*. La primera sería aquella que apunta un descenso en los requerimientos de energía y materiales *por unidad de PIB*, mientras que la segunda supone una reducción en la cantidad *absoluta* de recursos naturales que se utilizan por la economía correspondiente a la vez que aumenta la producción¹¹³. Pero, a veces, las controversias tienen varios planos además del estrictamente analítico, e incorporan interpretaciones sobre la realidad que no se corresponden con los resultados obtenidos previamente. Sobre todo porque, a menudo, las conclusiones obtenidas desde una perspectiva parcial pueden conllevar un resultado final en sentido contrario. Por ello, tal vez lo primero sea reconocer que nos hallamos en un terreno en el que no es fácil responder a la cuestión fundamental, a saber: *¿Se está produciendo la desmaterialización?* La respuesta...

«...depende, sobre todo, de cómo definamos el término. La pregunta tiene un interés particular desde el punto de vista ambiental, porque el uso de menos materiales podría significar menor generación de residuos tanto en la fase de producción como de consumo dentro del proceso económico. Pero menos no significa necesariamente menos desde el punto de vista ambiental. Si los productos son más pequeños y ligeros y también son de peor calidad, entonces se producirá más cantidad, con lo que el resultado en términos netos podría ser un incremento en la cantidad de residuos generados tanto en la producción como en el consumo. Por ello, desde una perspectiva ambiental, la (des)materialización debería definirse como el cambio en la cantidad de residuos generados por unidad de producto »¹¹⁴.

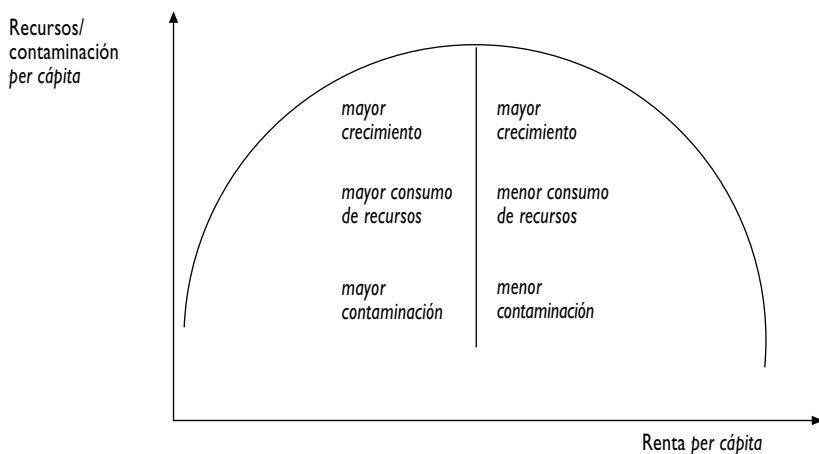
El asunto, por tanto, presenta alguna dificultad no exenta de polémica. Aunque las definiciones sobre la desmaterialización varían de unos autores a otros, Cleveland y Ruth zanján el asunto uniendo las dos dimensiones mencionadas antes, y afirmando que «...se refiere a la reduc-

ción relativa o absoluta en la cantidad de materiales utilizados o en la cantidad de residuos generados en la producción de una unidad de producto»¹¹⁵. Para desvelar el alcance de este proceso, lo mejor será centrarse primero en la cuestión de la «desmaterialización» en sentido relativo. Teniendo en cuenta únicamente la primera de las acepciones, parece cierto que la utilización de la energía por unidad de PIB ha descendido desde comienzos de la década de los setenta hasta la actualidad. Por ejemplo, el número de toneladas equivalentes de petróleo por unidad de PIB en los países de la OCDE ha pasado de ser 0,33 en 1972 a 0,24 en 2000¹¹⁶. Pero no sólo en el aspecto energético. Para el caso de los materiales, los partidarios de la desmaterialización adujeron la experiencia de numerosos casos de procesos productivos (ciertas industrias extractivas, microelectrónica y parte de la metalurgia) en los cuales la sustitución de antiguos materiales por otros nuevos más eficientes redujo considerablemente la utilización de materias primas en la fabricación de bienes y servicios, y por tanto los correspondientes residuos. El éxito en la reducción de los requerimientos de materiales en estas industrias se quiso extrapolar al resto de la economía y eso influyó en el mensaje «desmaterializador» que se propuso desde la mitad de la década de los ochenta. Fue precisamente en ese momento cuando comenzaron a proliferar los estudios indicando que la presión ejercida por las economías industriales estaba declinando, lo que dio paso a que se hablara de «desconexión» (delinking) entre crecimiento económico y recursos naturales. Una desvinculación que parecía revelar la mayoría de los análisis económicos y que se concretó en una reducción de la intensidad de energía y materiales en gran parte de los países de la OCDE desde 1970, actualizando en cierta medida las predicciones de Malembaum. Para verificarlo se realizaron diferentes aproximaciones con el objetivo de integrar en un sólo «índice de deterioro ambiental» el consumo de recursos, siendo uno de esos intentos el llevado a cabo por M. Janicke y sus colaboradores a partir de un indicador que agregaba el consumo de energía, acero, cemento y el peso de las mercancías transportadas por carretera y tren. El resultado parecía llegar a la conclusión de que, entre 1970 y 1985 se había producido, simultáneamente, un aumento del PIB y una reducción en la utilización de aquellos flujos de recursos naturales en varios países como Francia, Suecia, Alemania, o Gran Bretaña, como consecuencia, se decía, de un cambio estructural de sus economías¹¹⁷.

La repercusión de estos análisis fue mucho mayor desde el momento en que el debate sobre el «cambio estructural» y la «desmaterialización» coincidió, a partir de 1987, con la discusión en torno a la posibilidad del desarrollo sostenible. Es evidente que esos resultados eran un buen argumento para que, desde el enfoque económico convencional, se recuperase, en el plano teórico, algo que nunca se había perdido desde el punto de vista de la política económica, esto es, la mitología del crecimiento económico como solución a todos los problemas. Pues

aunque existían sólidas razones que avalaban la estrecha relación entre crecimiento económico y deterioro ecológico —mostrando en este punto la debilidad analítica del enfoque ortodoxo— pronto se modelizó el «hallazgo desmaterializador» para ayudar a cambiar las tornas. En efecto, al regazo de estos y otros resultados similares se afirmó que en los países ricos, a pesar de que las fases iniciales del desarrollo económico dependían directamente del consumo de recursos naturales, existía un determinado nivel de renta per cápita (turning point) a partir del cual mayor crecimiento económico implicaba una reducción del consumo de recursos y de la contaminación (Gráfico 1.1). La conjunción de ambas circunstancias llevó a sugerir que la mayoría de las economías de la OCDE presentaban una relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental en forma de «U-invertida» para una serie de contaminantes relativos a la calidad del aire (SO₂, NO₂, partículas en suspensión,...) o del agua (coniformes,...)¹¹⁸. Y dado que aquello se parecía mucho a la relación propuesta cuarenta años antes por Simon Kuznets, entre el crecimiento económico y el aumento de la desigualdad, se decidió bautizar el «descubrimiento» como la «Curva de Kuznets Ambiental (CKA)».

Gráfico 1.1.
«Curva de Kuznets Ambiental»



En aquellas situaciones en que estaba involucrado uno de los contaminantes más importantes desde el punto de vista del calentamiento global, esto es, el dióxido de carbono, el análisis de la posible CKA se bautizó como «descarbonización» aunque en este caso también con polémica y sin resultados concluyentes para muchos países¹¹⁹. De todas formas, los partidarios de la CKA pusieron sobre el tapete varios argumentos para explicar el fenómeno que

fueron proliferando por la literatura en los años posteriores¹²⁰. Dado que, en principio, la CKA se muestra por estos autores también como expresión empírica de un proceso desmaterializador más profundo, algunas de las razones esgrimidas para justificarla van a ser coincidentes.

En primer lugar, se sostiene un argumento con apoyo en los «cambios de preferencias» de la población. Se parte de la idea de que la «calidad ambiental» es un bien de lujo y, por lo tanto, a partir de un nivel de renta, a medida que ésta se incrementa, dicho bien se demanda en mayores cantidades. Alternativamente cabría decir también que la población está dispuesta a pagar más por disponer de un medio ambiente limpio. Una segunda razón tiene que ver con la supuesta aparición de cambios institucionales que habrían hecho avanzar en la definición de derechos de propiedad sobre el medio ambiente, así como políticas públicas para promover la «internalización» de los costes ecológicos, con la consiguiente reducción de la contaminación. En ocasiones, esto se conseguiría gracias a la movilización popular que por obra y gracia de los sistemas democráticos permite la expresión a los ciudadanos en favor de un mejor entorno. A partir de aquí se concluirá que la democracia y la protección ambiental van de la mano, lo que se «demostraría» en la mayoría de los países de la OCDE. En tercer lugar, se apela con frecuencia al cambio tecnológico de los países ricos que han sido capaces de sustituir procesos productivos vetustos y muy contaminantes por otros más benignos encaminados hacia la «producción limpia», a lo que se suele añadir que desde hace tiempo las empresas piensan cada vez más de manera «verde» o «ecológica», lo que vendrían a «demostrar» también las numerosas campañas de imagen que han puesto en marcha. Por último, se suele recordar de nuevo el argumento del cambio estructural hacia una sociedad terciarizada en la que la presión sobre los recursos y la generación de contaminación sería menor que en aquellas economías de base industrial.

De aceptarse estos razonamientos, surge una cuestión más o menos inmediata: ¿cuál es entonces el punto a partir del cual el crecimiento económico y el aumento de la renta pasa de ser algo negativo para el medio ambiente a convertirse en una fuente de descontaminación del entorno? ¿En qué momento podemos afirmar que en vez de existir «...un dilema (*trade-off*) entre gases de efecto invernadero y crecimiento económico, el crecimiento más rápido podría servir como una parte de la *solución* al problema de las emisiones mundiales»¹²¹? Lo cierto es que, por ejemplo, los estudios de las emisiones a la atmósfera han aportado un rango de variación importante —dependiendo del contaminante y del país considerado— que van desde los 800 dólares hasta los casi 23.000¹²². Algunas de estas investigaciones parecían coincidir en que por debajo de los 1.000 dólares la degradación ambiental era extrema; entre 1.000 y 3.000, el crecimiento y el deterioro ambiental iban de la mano al confluir los fenómenos de cambio estructural profundo que supone el paso del campo a la ciudad o de la agricultura a la industria como fenó-

menos dominantes. Sin embargo, a partir de los 10.000 dólares, se produciría una mejora consecuencia de la «segunda transformación estructural», avalada por el declive de la industria tradicional y el auge de los servicios y las actividades intensivas en tecnologías de la información¹²³. En otros casos el punto de inflexión se encontraría antes: «Hemos encontrado —afirman Grossman y Krueger— a través de un examen transversal de la calidad del aire entre países que, el crecimiento económico tiende a aliviar los problemas de contaminación cuando un país eleva su nivel de renta *per capita* hasta los 4.000-5.000 dólares»¹²⁴. Estas estimaciones recibieron un importante espaldarazo «ideológico» al recogerse por el Banco Mundial en su Informe de 1992 que incluyó un monográfico sobre desarrollo y medio ambiente.

Lo importante, sin embargo, es constatar que las conclusiones de este análisis son todo menos inocentes. Como se han encargado de repetir una y otra vez en la última década sus defensores, el crecimiento económico, lejos de ser una amenaza para el medio ambiente, se convierte así en la «salvación» del planeta, al generar los recursos necesarios para realizar los gastos de descontaminación y protección ambiental, y mejorar la calidad de vida de la población. Uno de los más fervientes partidarios lo advertía claramente: «Cuando se alcanza un cierto nivel de renta, el crecimiento económico deja de ser un enemigo del medio ambiente para convertirse en un amigo (...) Si el crecimiento económico es bueno para el medio ambiente, entonces las políticas que estimulan el crecimiento como, por ejemplo, las de liberalización comercial, o las de reestructuración y de precios deben ser también buenas para el medio ambiente (...) Los recursos pueden ser orientados de la mejor manera para la consecución de un rápido crecimiento económico y lograr un movimiento desde la parte de la Curva de Kuznets Ambiental que se corresponde con la etapa de desarrollo desfavorable al medio ambiente, hacia aquella que es ambientalmente beneficiosa»¹²⁵. No hace falta ser demasiado perspicaz para entrever que, además de la pobreza, se pretende arrojar sobre los países más desfavorecidos también la carga del deterioro ambiental. Y para lo que aquí interesa cabe subrayar que el argumento que vinculaba positivamente la liberalización comercial con el medio ambiente ya fue tempranamente asumido por el antiguo GATT (hoy OMC), cuando afirmaba que: «...el aumento del ingreso por habitante —que se ve impulsado por un mayor acceso a los mercados y la expansión del comercio— permite obtener más recursos para frenar el deterioro del medio ambiente, ayudando a costear la lucha contra la contaminación y las operaciones de limpieza en caso de que las haya habido. En cambio, un país cuya economía se encuentre estancada, tenderá más a escatimar los gastos destinados a mejorar el medio ambiente»¹²⁶.

La cuestión, sin embargo, estriba en que, por un lado, los sectores económicos que más contribuyen al crecimiento económico son los que proporcionalmente generan mayor contaminación y, de otro parte, la estrategia propugnada por la OMC o el Banco Mundial choca ya con una

situación de *punto muerto* en la que los beneficios del crecimiento ni siquiera cubrirían los gastos derivados de reparar (allí donde se pudiera) el deterioro ecológico¹²⁷. Además, este razonamiento hace abstracción de, al menos, dos aspectos relevantes. Por un lado, que el daño medio ambiental es causado fundamentalmente por un proceso de crecimiento económico esquilador de la base de recursos naturales. En efecto, podríamos ir incluso un paso más allá y decir que son precisamente las actividades más dañinas ecológicamente las que contribuyen en mayor medida al incremento del PIB. Fueron precisamente dos economistas cualificados (uno de ellos Premio Nobel), los que en un estudio aplicado a Holanda llegaron a la siguiente conclusión:

«...aproximadamente un 30% de las actividades vienen a generar el 70% del crecimiento (...) por desgracia son precisamente éstas las actividades que mayor daño causan al medio ambiente, debido a su utilización del espacio, el suelo, los recursos, o como consecuencia de la contaminación que tiene lugar durante la producción o consumo. Se trata, sobre todo de las industrias del petróleo, petroquímica y metalurgia, la agricultura, los servicios públicos, la construcción de carreteras, el transporte y la minería»¹²⁸.

En cualquier caso parece razonable pensar que, si existe una posibilidad de destinar una parte de la riqueza generada por el crecimiento económico a la protección ambiental, ésta solución únicamente tendrá sentido siempre y cuando los recursos adicionales obtenidos superen a los costes derivados de la protección ambiental. En caso contrario:

«...cuando las cargas adicionales por el crecimiento económico alcancen la envergadura de los medios adicionales ganados por el crecimiento económico, es decir, cuando haya que utilizar el incremento del producto social para corregir a posteriori las consecuencias de este incremento del producto social, entonces podemos y tenemos que hablar de un *punto muerto*»¹²⁹.

Este «punto muerto» es perfectamente compatible con el razonamiento económico convencional en términos de costes y beneficios marginales. El problema estriba aquí, en que pocas personas se atreverían a calificar dicho estado como un equilibrio deseable. Aunque a priori pudiera parecer que la llegada de tal situación es lo suficientemente lejana como para no preocuparse; de hecho, los costes de descontaminación no son en absoluto lineales, es decir, reducir el nivel de contaminación del 100 por 100 al 50 por 100 suele ser más barato que reducirlo desde el 50 por 100 al 25 por 100, tramo éste donde se ha demostrado empíricamente que los costes aumentan de manera *exponencial*¹³⁰. En el mismo sentido se expresan los esposos Meadows y Jorgen Randers:

«Hay razones físicas fundamentales para que los costes de eliminación se disparen al pretender una eliminación al 100%. Si el número de fuentes de emisión continúa creciendo, se encontrarán esos costes al alza. Podría ser asequible reducir a la mitad los contaminantes emitidos por los coches. Pero, si el número de coches se duplica, es necesario cortar la emisión de cada coche otra vez a la mitad sólo para mantener la misma calidad del aire. Dos duplicaciones requerirían una reducción de las emisiones contaminantes de un 75%. Tres duplicaciones requerirían un 87,5%, y para entonces el coste de una nueva reducción sería imposible de afrontar»¹³¹.

De modo que es perfectamente factible —y de hecho ya ocurre— que los gastos de contaminación superen la tasa de crecimiento con lo que no sólo estaríamos en una situación de punto muerto, sino que la habríamos sobrepasado. Por otra parte, el proceso económico es entrópico y muchos de los daños medio ambientales tienen un carácter irreversible, siendo, hasta cierto punto, irrelevante la suma de dinero invertida en la protección de la naturaleza pues nunca se va a poder reparar el deterioro¹³².

Cabe señalar que, a pesar de los estudios y contrastes empíricos, la mayoría de los análisis que pretenden afirmar la existencia de una Curva de Kuznets Ambiental a escala nacional no superan una revisión pormenorizada y las críticas más rigurosas. Así, por ejemplo, Paul Ekins, que ha repasado críticamente todas las investigaciones existentes ha subrayado contradicciones entre diferentes análisis que utilizaban los mismos datos. Además, si la evidencia para un único contaminante estaba lejos de ser concluyente, la extensión a la calidad ambiental como un todo resultaba imposible. Pero aún hay más: «Ni los datos de la OCDE ni los de la Comisión Europea ofrecen un apoyo sólido para la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental»¹³³. Además, *la mayor parte de las mejoras en las emisiones de algunos contaminantes se deben a políticas ambientales específicas, sólo relacionadas indirectamente con la renta*¹³⁴. Aunque no sólo es una cuestión de formulación econométrica. La verdad es que gran parte de los argumentos en favor de la CKA expuestos más atrás tampoco encuentran el suficiente aval empírico. Dejando para más adelante la cuestión del cambio tecnológico y la «terciarización», conviene decir algo sobre la modificación en las preferencias de los consumidores. Tal como han demostrado los estudios sobre el ecologismo de los pobres no parece razonable pensar que las demandas por un medio ambiente más sano y el acceso a los recursos naturales sea sólo una cuestión de minorías ricas que buscan consumos «postmaterialistas»¹³⁵. Tampoco los estudios sobre valoración contingente muestran elasticidades superiores a la unidad para la mayoría de los bienes que incorporan mayor «calidad ambiental».

Pero, en fin, como era de esperar, la hipótesis de la CKA hizo correr ríos de tinta entre los investigadores y de ello fueron testigos varios números monográficos de algunas revistas a par-

tir de mediados de los noventa¹³⁶. Aparte de la discusión crítica sobre la validez teórica de la propuesta, en varias de las aportaciones al debate se llamó la atención sobre algunos aspectos olvidados en el propio análisis convencional. Por ejemplo, la influencia de la distribución de la renta sobre los niveles de contaminación, poniéndose de relieve que una mejor distribución de los recursos mejoraba, *caeteris paribus*, la calidad ambiental¹³⁷; o la relevancia del comercio internacional como acicate en aquellos casos de contaminantes particulares en que se «detectó» la relación. En efecto, en muchos casos los países ricos trasladaban las producciones más contaminantes a otros territorios importando más tarde los bienes sin incurrir en el deterioro ambiental de su fabricación¹³⁸. Esto trasladó en cierta medida el debate desde el lado de la oferta y la producción hacia el lado del consumo, haciendo ver que la propia CKA podía esconder una mejora interna a costa de un grave deterioro en territorios más allá de las fronteras. Pero además, al elegir los productos de consumo familiar típicos, se observó que las únicas categorías que presentaban una trayectoria similar a la CKA eran las «poco» materialistas sustancias relativas a la comida, la bebida y tabaco¹³⁹.

Dudas similares fueron vertidas en un importante artículo escrito al alimón por un nutrido grupo de importantes científicos sociales y naturales en el que se intentaba fijar una posición común respecto al espinoso tema de la sostenibilidad y la capacidad de carga del planeta Tierra¹⁴⁰. Entre otras cosas, también allí se ponía en cuarentena la «evidencia empírica» que señalaba la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental (la curva «U-invertida»). Keneth Arrow y el resto de científicos criticaban la escasa pertinencia de esta interpretación para aquellos casos en que están involucrados contaminantes con efectos acumulativos a largo plazo que complican en exceso la reducción de los residuos. Por tanto — se argumentaba— dicha curva no proporciona información relevante sobre las consecuencias de las reducciones de emisiones a nivel global. Por ejemplo, el descenso en los niveles de contaminación de un residuo concreto en un país puede implicar el aumento de otros contaminantes en la misma región, o transferencias de éstos entre diferentes lugares geográficos, aspectos todos que no aparecen recogidos por la curva «U-invertida»¹⁴¹. En consecuencia, —escriben Arrow y otros— «la relación descrita por la curva «U-invertida» es una evidencia que ha ocurrido en algunos casos [aunque] esto no significa que ocurrirá en todos, o que conseguirá con el tiempo evitar las consecuencias importantes e irreversibles del crecimiento económico»¹⁴².

Pero si la relación discutida parece difícil de demostrar, otros autores, como De Bruyn y Opschoor, mantienen que los débiles fenómenos de «desconexión» entre crecimiento económico y recursos naturales en los países ricos tocan a su fin a últimos de la década de los ochenta y van seguidos de episodios de fuerte «rematerialización» en los noventa, dando lugar *más a*

una curva en forma de «N», que a la ya conocida U-invertida¹⁴³. Precisamente este resultado, el proporcionado por los economistas holandeses, es el que hace dudar de algún extremo en relación con el resto de los argumentos con que se suele acompañar la defensa del fenómeno desmaterializador y que fueron recordados al comienzo.

5.1. ¿Sustancias sustitutivas o complementarias?

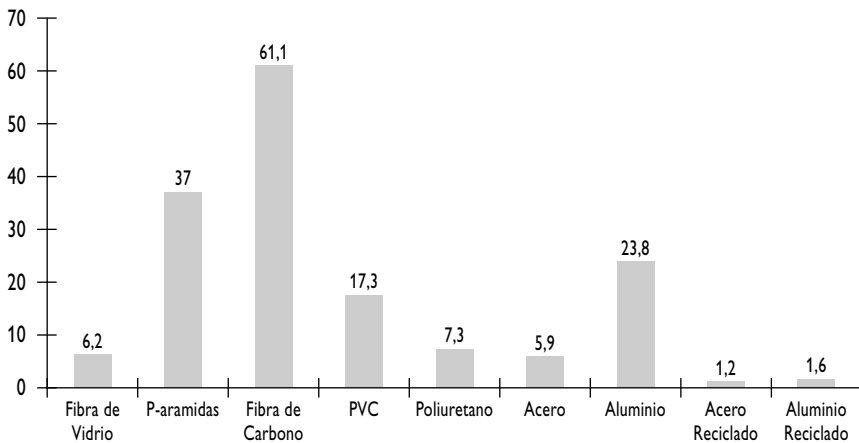
La «transmaterialización»

Cabe recordar también que los defensores de la desmaterialización adujeron que al aplicar el enfoque del ciclo de vida de los productos, en las últimas décadas se había detectado la aparición de nuevos materiales industriales más «ligeros» (sustancias sintéticas, fibras, plásticos,...) que se habrían encargado de sustituir a las materias primas tradicionales (hierro, cobre, plomo, madera, vidrio,...), reduciendo así los requerimientos de recursos naturales por obra de la innovación tecnológica. Este fenómeno fue descrito en los años ochenta como «transmaterialización»¹⁴⁴, e investigadores como Labys, Wadell o Larson intentaron poner de manifiesto que los años posteriores al shock petrolífero revelaron un cambio desde una etapa de producción de bienes intensiva en el uso energía y materiales hacia una era en la que el crecimiento económico estaría dominado por productos que incorporaban menor contenido material. A través de varios trabajos se buscó demostrar que la sustitución de hierro, acero, cobre o aluminio por plásticos como el PVC, ABS o Polietilenos había ahorrado una energía considerable en la fabricación de frigoríficos, tuberías o envases. Este ahorro no sería tanto en la fase productiva de estos materiales individualmente, como reconocen Larson y Ross, sino considerando el proceso de fabricación del producto al que sirven globalmente. Por ejemplo, a finales de lo setenta en Estados Unidos, 900 mil toneladas de PVC, ABS y polietileno habían sustituido a 5,2 millones de toneladas de acero, cobre y hierro en la fabricación de tuberías, con un ahorro energético del 80 por 100. En el caso de envases de productos químicos del hogar, la fabricación de 320 mil toneladas de polietileno de alta densidad habrían sustituido a 1,6 millones de toneladas de metales y vidrio, con un ahorro del 37 por 100. Por último, en el caso de los frigoríficos, 130 mil toneladas de ABS y poliestireno sustituyeron a 350 mil toneladas de acero, aluminio y vidrio con un ahorro energético del 33 por 100¹⁴⁵.

Sin embargo, las cosas no son tan sencillas como parece. Cuando se realizan los correspondientes análisis del ciclo de vida de los productos se observa que, en muchos casos, las exigencias de recursos naturales de los nuevos materiales (fibras de vidrio, PVC, fibras de carbo-

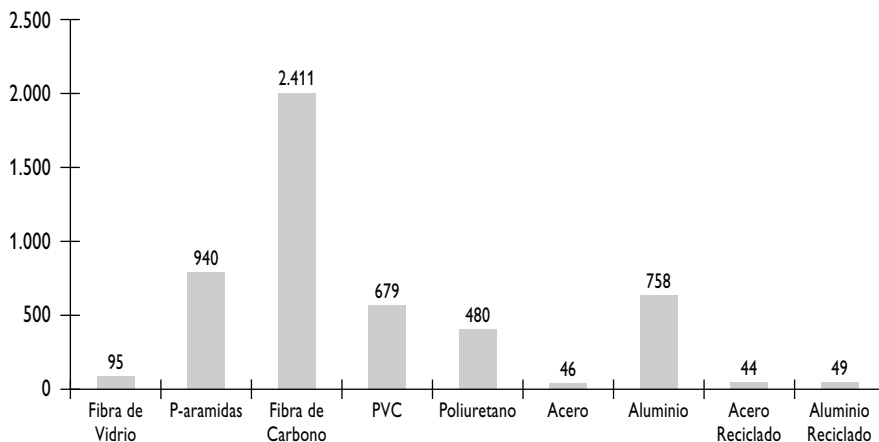
no,...) son muy superiores a las necesidades de fabricación ofrecidas por las «viejas» materias primas como el aluminio, el hierro o el acero. Los Gráficos 1.2. y 1.3. ponen de relieve cómo, desde el punto de vista de los recursos no renovables o abióticos, la fibra de carbono con una exigencia de 61 toneladas de recursos por tonelada de producto, o las p-áramidas con 37 tm/tm, se encuentran muy por encima de los requisitos de fabricación de materiales como el acero o el aluminio. No en vano, por ejemplo, la fabricación de la fibra de vidrio comienza con la extracción de productos de cantera y minerales no metálicos como sulfatos, piedra caliza, arenas y gravas. Además, en el caso de considerar como materia prima los metales reciclados, tanto el acero como el aluminio presentan, con mucha diferencia, los mejores ratios superando incluso a materiales plásticos como el PVC o el poliuretano. Y tampoco mejoran demasiado las cifras para los nuevos materiales cuando recaemos sobre las necesidades de agua en la fabricación. Aquí, el acero sin reciclar supera a todos los demás materiales, acompañado de nuevo del aluminio cuando se parte de materias primas secundarias¹⁴⁶. A pesar de ello, la fabricación de estos nuevos productos se ha incrementado considerablemente en los últimos años operando, en ocasiones, en mercados fuertemente oligopolizados¹⁴⁷: la fibra de vidrio es uno de los materiales más comunes para el reforzamiento de los plásticos, así como para otras aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones o el aislamiento de materiales; o el caso del PVC para todo tipo de envases y acondicionamiento de edificios.

Gráfico 1.2.
Comparación de los requerimientos de energía y materiales para la fabricación
de algunos productos industriales nuevos y tradicionales
 (toneladas por tonelada)



Fuente: Stiller, H. (1999): *Material Intensity of Advanced Composite Materials*, Wuppertal Papers, 90, pp. 9 y ss.

Gráfico 1.3.
Comparación de los requerimientos de agua para la fabricación de materiales
industriales nuevos y tradicionales
 (toneladas de agua por tonelada de producto)



Fuente: Stiller, H, (1999): *Material Intensity...*, op. cit., pp. 9 y ss.

Conviene, de todas formas, realizar alguna matización. Es cierto que a la hora de fabricar un producto, la intensidad en el uso de los recursos es un buen criterio de elección pero frecuentemente existen más. Puede interesar, por ejemplo, obtener un material de menor peso, con mayor durabilidad, sencillo de reparar y mantener, o con capacidad de reciclaje para aprovecharlo en forma secundaria. En este sentido, es posible que para algunos criterios (peso, resistencia, flexibilidad, etc) los viejos materiales como el acero o el aluminio no sean siempre la mejor opción. Pero está claro que, al menos desde dos perspectivas, sí poseen una clara ventaja, a saber: respecto de la intensidad de recursos utilizados y en relación con la capacidad de reciclaje. Pues no hay que olvidar que uno de los problemas principales que aflora al analizar la industria de fabricación de materiales sintéticos (plásticos y otros) es la escasa posibilidad de reutilizarlos o reciclarlos una vez se ha agotado su período de aprovechamiento. A lo que cabría añadir que su gestión como residuos es en muchos casos poco afortunada habida cuenta la socorrida práctica de quemarlos en plantas incineradoras, favoreciendo la contaminación atmosférica con peligrosas dioxinas y furanos.

6. LOS COSTES AMBIENTALES OCULTOS DE LA TERCIARIZACIÓN Y LA «NUEVA ECONOMÍA»

Pero tal vez el argumento más repetido por los defensores de la tesis desmaterializadora haya sido su continua referencia al «cambio estructural» sufrido por las economías industriales que ha conllevado la hegemonía del sector servicios como la actividad más importante desde el punto de vista productivo. Para lo que aquí nos ocupa, se quiere dar a entender que, desde el punto de vista ecológico, los servicios generan menor impacto ambiental que otros sectores como la industria o la agricultura intensiva, estando en el origen de un cambio estructural que tanto quiere reflejar la «Curva de Kuznets Ambiental». Pero tal afirmación olvida, en principio, que los servicios también poseen y necesitan de una importante base material para su funcionamiento.

Habría que empezar recordando que una actividad tan exigente en recursos como el transporte —que absorbe según los casos, entre el 40 y el 50 por 100 de la energía final de los países industrializados— se encuentra clasificada bajo esta rúbrica; que negocios como el turismo, con sus exigencias derivadas de la construcción de hoteles y apartamentos en varios territorios, también aparece incluido en este apartado; o que la prestación de ciertos servicios comerciales, bancarios o sociales requieren de las infraestructuras necesarias para poder recibirlos adecuadamente. En efecto, existen cálculos que demuestran que, globalmente, los servicios no son tan inocentes en las cuestiones de consumo de energía y materiales como parece. Hace ya casi una década, a través del análisis de las tablas input-output para la economía en su conjunto, el economista danés Jesper Jespersen exploró la intensidad energética de más de cien sectores económicos— entre los que se encontraban tanto aquellos pertenecientes a la industria pesada como los relacionados con el sector servicios— llegando a la siguiente conclusión: un millón de ECUs de PIB procedentes del sector servicios privado, incluido hoteles, comercios y transporte, demandaba casi la misma intensidad energética que el sector industrial (6.9 terajulios frente a 8.4 terajulios de este último). Además, se daba la circunstancia de que eran precisamente aquellos servicios tradicionalmente ofrecidos por el sector público (educación, sanidad, etc.) los que menos intensidad energética por millón de ECUs necesitaban: “únicamente” 3.1 terajulios¹⁴⁸. Cifras similares en relación a la intensidad comparativa de las actividades industriales y de servicios se pueden obtener también para países como Estados Unidos, como han puesto de relieve varios trabajos explotando las Tablas Input-Output para esa economía¹⁴⁹. De hecho, los propios análisis basados en estas técnicas ofrecen una interrelación notable entre industria y servicios al mostrar cómo numerosas actividades industriales han alimentado el crecimiento de los servicios a empresas «externalizando» una parte importante del trabajo que anteriormente se realizaba en su interior (contabilidad, asesoría, informática,...).

Es posible que bastante del malentendido que pueda provocar la imagen benigna de los servicios respecto del medio ambiente provenga de las dificultades que existen para delimitar este tipo de actividades. Estos inconvenientes abonaron su naturaleza residual («todo aquello que no fuera industria o agricultura») a medida que se iban configurando los Sistemas de Cuentas Nacionales; destacando desde el principio como criterio muy general de clasificación precisamente el rasgo «inmaterial» presente en todos los servicios por contraposición a la «materialidad» que se desprendía de la fabricación de bienes y productos diversos. Aunque esta característica es apenas generalizable a muchos de los servicios actuales tanto en sus requerimientos como en sus efectos —baste mencionar la ironía A. Henten en un pasaje recordado recientemente por Inge Ropke: «pocas personas estarían dispuestas a pagar por un corte de pelo que no tuviera efectos materiales»¹⁵⁰—, otros intentos se han sumado a la tarea de describir esta actividad con idéntico resultado, del tal suerte que se terminó por imponer el pragmatismo de los contables nacionales, conformándose un cajón de sastre de actividades diversas con el único criterio diferenciador de si el servicio que se presta está o no destinado a la venta. Por esta razón las clasificaciones que se barajan en la literatura suelen ser ordenaciones más o menos «ad hoc» que responden a los objetivos del análisis, siendo las más conocidas aquellas que distinguen entre servicios comerciales en general (ventas al por mayor y por menor), servicios a empresas (auditoría, asesorías,...) transporte y comunicaciones, hostelería y restauración, viajes,... y servicios sociales (educación, sanidad,...). Dada esta heterogeneidad, parece razonable pensar que la intensidad energética y material de los servicios también deba ser muy distinta, por lo que a la hora de juzgar el impacto ambiental habrá que tener presentes los rasgos que hacen que un servicio sea una actividad más o menos nociva ecológicamente. Si somos capaces de identificar estos rasgos podremos hacer un seguimiento del consumo de esos servicios y ver hasta qué punto una sociedad ha optado por la utilización de aquellos menos intensivos en recursos naturales —fomentando así cierta «desmaterialización»— o, por el contrario, ha experimentado un crecimiento de los servicios más exigentes en energía y materiales, favoreciendo el deterioro ambiental. Dos criterios se han propuesto en varias ocasiones para facilitar la discusión¹⁵¹. Un primer candidato para evaluar si la utilización de un servicio reduce el impacto ambiental podría ser su intensidad en factor trabajo en comparación con otros inputs. Así los servicios personales relacionados con el cuidado de niños, ancianos, enfermos, educación, etcétera., parecen a priori buenos ejemplos de actividades con menor coste ambiental. El segundo criterio suele hacer referencia a la capacidad de un servicio para reemplazar la compra de nuevos bienes por parte de los consumidores. El caso de los servicios de reparaciones, mantenimiento y alquiler constituirían buenos ejemplos, pues alargan la vida de los productos y el uso que pueden hacer de ellos diferentes personas.

Si bien se ha producido un importante crecimiento de algunos servicios intensivos en trabajo (fomentados por la expansión de los servicios públicos ligados a la protección social y a las prestaciones educativas y sanitarias), lo cierto es que el papel desempeñado por los servicios relacionados con las reparaciones, el mantenimiento o los alquileres de bienes apenas han sufrido cambios sustanciales. Pero más importante que lo anterior es la constatación de que los servicios que podían ayudar a no incrementar el deterioro ambiental resultan minoritarios en la composición del sector servicios a nivel nacional. En el caso de un país como España, el total de los servicios no destinados a la venta (de carácter básicamente público) apenas llega al 25 por 100, mientras que los servicios de reparación y mantenimiento alcanzan el 3 por 100. Frente a estos porcentajes, nos encontramos un panorama donde, en la mayoría de los países, dominan aquellas actividades de servicios más intensivas en energía y materiales, habiendo experimentado también sustanciales crecimientos en los últimos años: servicios como el transporte, el comercio, los restaurantes, hoteles, viajes, telecomunicaciones, representan el grueso de los servicios en las economías de la OCDE. Si esto es así, y las cifras de la contabilidad nacional lo atestiguan, entonces no parece que la expansión del sector servicios haya paliado el deterioro ecológico y menguado la dependencia de la economía respecto de los recursos naturales. Lo que, de paso, da la razón a los esposos Meadows y J. Randers en la frase que evocábamos en el encabezamiento de este capítulo¹⁵².

Tampoco cabe olvidar que, desde hace tiempo, se han venido redoblando aún más los esfuerzos por complementar el proceso «desmaterializador» de la producción con un proceso paralelo de «inmaterialización» del consumo, habiendo tenido que esperar hasta entrados los años noventa para ver proliferar con mayor vigor los ejemplos de ese supuesto consumo «inmaterial». Las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) incipientes en los años setenta y ochenta se han hecho ahora fuertes en la vida de las sociedades industrializadas, como una extensión de un tipo de sector servicios con componentes tecnológicos avanzados tanto por el lado de la fabricación como por el del consumo final. Todo lo cual llevó a acuñar en los noventa una fórmula—«Nueva Economía»— que alcanzó cierto éxito mediático hasta hace apenas unos meses pero que, en la actualidad, no pasa por sus mejores momentos. La «nueva economía» pretende romper de una vez por todas las ligaduras que tradicionalmente vienen uniendo y restringiendo el funcionamiento del sistema económico a los cimientos físicos y ambientales que lo dan vida; lo que explica el interés por denominarla también como «weightless economy», esto es, economía sin peso, ligera, sin soporte material, que no atiende a restricciones en términos de recursos naturales porque no se apoyaría en ellos para su funcionamiento. La sugerencia, sin embargo, no es nueva. Algo similar apuntaba E. Parker en los albores de la revolución informática: *«en la era de la información el crecimiento económico ilimitado será teóricamente posible, al conseguirse un creci-*

*miento cero del consumo de energía y materiales»*¹⁵³. Tesis reafirmada años más tarde por Manuel Castells en un celebrado libro en el que se nos recuerda que estamos «...en el comienzo de una nueva existencia y, en efecto, de una nueva era, la de la información, marcada por la autonomía de la cultura frente a las bases materiales de nuestra existencia»¹⁵⁴. Estas y otras consideraciones han alimentado una visión acrítica de los servicios prestados por las nuevas tecnologías y de las telecomunicaciones en general, que se presentaban como un refinamiento del viejo argumento para apoyar que el sector servicios era menos intensivo en recursos naturales que la industria tradicional. Al igual que en aquella ocasión, también aquí se quiere destacar que, desde el punto de vista ambiental, no sólo se generara menor impacto con un consumo generalizado, sino que, en muchos casos, las nuevas tecnologías al promover la mayor eficiencia en la producción y el consumo, abandonarán la solución al deterioro ecológico. Lamentablemente, la realidad se presenta algo más compleja que los deseos de los optimistas tecnológicos, lo que obliga a adoptar ciertas cautelas sobre todo desde dos puntos de vista: respecto a los costes ambientales asociados a la fabricación, uso y vertido de bienes informáticos y, en relación al aumento del consumo global (efecto rebote) que también se produce en el caso de las nuevas tecnologías.

6.1. La importancia del «efecto rebote» en las consecuencias ambientales de las TIC¹⁵⁵

Si en todo este tiempo, la tecnología a disposición de las empresas y los propios hogares ha progresado tan rápidamente, ¿cuál es la razón por la que los importantes incrementos de la eficiencia en el uso de los recursos no se han traducido en disminuciones del impacto ambiental?. ¿Por qué en un escenario de escaso crecimiento demográfico en los países ricos y de progreso tecnológico importante, se ha acentuado el deterioro ecológico del planeta a escala global y de las economías nacionales en particular? En efecto, en la medida en que las mejoras en la eficiencia consecuencia del desarrollo tecnológico no derivan en un menor consumo global de energía y recursos, sino, al contrario, en un incremento importante de los mismos, se puede hablar de la existencia de un «efecto rebote»¹⁵⁶. Y se puede hablar de este asunto ya desde mucho antes, tal y como supo ver W. S Jevons para el caso del carbón en Gran Bretaña a mediados del siglo XIX; lo que explica que, con la recuperación de este lúcido precedente, se haya podido hablar simultáneamente de «efecto rebote» o «paradoja de Jevons»¹⁵⁷. No en balde, el caso de las TIC no es una excepción dentro de la tendencia general.

A comienzos de la década de los ochenta, fue D.J. Khazoom¹⁵⁸ quien, después de unos años de aumentos importantes en los precios del petróleo, puso de nuevo sobre el tapete el asunto

teórico en el caso del consumo de los hogares. Este trabajo estimuló una serie de estudios que trataron de dilucidar no sólo la existencia del «efecto rebote» y su correcta definición, sino su tamaño y localización. Desde una perspectiva microeconómica, se analizó la influencia sobre el consumo de los hogares en su vertiente relativa al uso de energía para calefacción, refrigeración, y transporte; así como el efecto de la eficiencia tecnológica sobre la demanda de servicios energéticos por parte de las empresas. La mayoría de estos análisis se centraron en el comportamiento de las familias estadounidenses, ya fuera a través del seguimiento de la demanda eléctrica para calefacción —donde, según los estudios, las ganancias en eficiencia se saldaban con aumentos en el consumo (efecto rebote) que iban, según los casos, desde el 8 hasta el 65 por 100; o que el importante ahorro en el combustible utilizado por los automóviles por cada 100 km, se compensara globalmente con aumentos en el número de kilómetros recorridos y el carburante consumido a largo plazo, que iban desde el 30 por 100 en el caso de Estados Unidos, hasta el 32 por 100 en Alemania, o el 51 por 100 en Italia. Los cuadros 1.3. y 1.4. traen a colación algunos otros ejemplos de productos singulares (plásticos, teléfonos móviles, latas, ...) donde también se ha producido este efecto.

Por otro lado, a escala macroeconómica, también se discutió e intentó explicar el aumento en el consumo global de energía producido por las reducciones en la intensidad energética (tep/PIB) de algunos países¹⁵⁹. No en vano, entre 1973 y 1990, con un aumento de la eficiencia energética global a escala mundial en torno al 2 por 100 anual, el resultado fue un incremento neto del consumo de combustibles (efecto rebote) del 0,7 por 100 al año¹⁶⁰. La expli-

Cuadro 1.3.
Algunos trabajos empíricos sobre el «efecto rebote»

Estudio	Caso	Resultado
Blair, et al., (1984)	Millas recorridas en coche en Florida (1967-1976)	Efecto rebote del 21 por 100
Khazzoom (1986)	Demanda eléctrica para calefacción de hogares en Sacramento	Efecto rebote del 65 por 100
Dubin, et al., (1986)	Participación de 214 hogares en un Programa de Mejora de la Eficiencia de la calefacción en el hogar	Efecto rebote entre el 8 y el 13 por 100
Jones (1993)	Millas recorridas en EE.UU entre 1966 y 1990	Efecto rebote a corto plazo: 13 por 100. Efecto rebote a largo plazo: 30 por 100
Walker y Wril (1993)	Distancias recorridas en Francia, Alemania e Italia (1961-1985)	Efecto rebote a largo plazo entre el 32 por 100 (Alemania) y el 51 por 100 (Italia)
Greene, et al., (1999)	Consumo de carburante de coches estadounidenses (1979-1994)	Efecto rebote a largo plazo del 20 por 100

Fuente: Adaptado de Binswanger, M., (2001): «Technical progress and sustainable development: what about the rebound effect?», *Ecological Economics*, 36, p. 124, donde se pueden encontrar las referencias señaladas.

Cuadro 1.4.
Ejemplos de «efecto rebote» que reducen las ganancias de eficiencia en algunos productos seleccionados

Producto	Ganancias en eficiencia	Factores que reducen las ganancias en eficiencia
Plásticos en Automóviles	El uso de plásticos en automóviles de EE.UU. aumentó un 26 por 100 entre 1980 y 1994, sustituyendo al acero en muchos usos y reduciendo el peso del automóvil en un 6 por 100.	Los automóviles contienen 25 plásticos químicamente incompatibles que, a diferencia del acero, no pueden ser reciclados fácilmente. Por tanto, la mayoría de los plásticos de los vehículos acaban en los vertederos.
Botellas y latas	Las latas de aluminio pesan actualmente un 30 por 100 menos que hace 20 años.	Las latas sustituyeron a un producto ambientalmente superior: las botellas rellenables. El 95 por 100 de los envases de soda en los EE.UU. eran rellenables en 1960.
Baterías de plomo	Una batería de automóvil típica usaba 12 kg de plomo en 1974, pero sólo 8 kg en 1994, con mejor rendimiento.	Las ventas interiores de baterías en EE.UU. aumentaron un 76 por 100 en el mismo período contrarrestando con creces las ganancias en eficiencia.
Neumáticos Radiales	Los neumáticos radiales son un 25 por 100 más ligeros que los neumáticos de pliegue segado, y duran el doble.	Los neumáticos radiales son más difíciles de recauchutar. Las ventas de neumáticos recauchutados para automóviles de pasajeros descendieron un 52 por 100 en los Estados Unidos entre 1977 y 1997.
Teléfonos móviles	El peso de los teléfonos móviles se redujo en un 1.000 por 100 entre 1991 y 1996.	Los abonados del servicio de telefonía celular se multiplicaron por más de 8 en el mismo período, casi contrarrestando las ganancias derivadas de un menor peso. Además los teléfonos móviles no sustituyeron típicamente a los viejos teléfonos, sino que ese añadieron al inventario telefónico de una familia.

Fuente: Gardner, G., y P. Sampat, (1999): «Hacia una economía de materiales sostenible», en: Lester R. Brown, et. al. (1999): *La situación del mundo*, Anuario del Worldwatch Institute, Madrid, Icaria-FUHEM. p. 109.

cación más general de este hecho descansa en que la eficiencia tecnológica al reducir los costes de producción, conlleva a su vez un descenso del precio y, por tanto, si nada se modifica, un aumento de la demanda y el consumo¹⁶¹. Dejando al margen algunos detalles, la mayoría de los trabajos empíricos han avalado el hecho de que el «efecto rebote» existe y que su valor, en términos generales, se encuentra entre el 5 y el 50 por 100¹⁶², dependiendo de los datos de base y el método elegido para el cálculo. Una revisión exhaustiva de 78 trabajos empíricos realizada recientemente permite afirmar que, con incrementos de eficiencia energética del 100 por 100 en el uso de los productos, y de un 10 por 100 en el consumo de carburante, el efecto rebote potencial para el uso de la calefacción en el hogar se encuentra entre el 10 y el 30 por 100, en el alumbrado residencial de un 5-12 por 100, en el agua caliente sanitaria del 10-40 por 100, o en caso del uso del automóvil del 10-30 por 100¹⁶³. Por lo tanto, aunque pueda parecer paradójico, este resultado relativiza las posibilidades ofrecidas por la tecnología para acabar con el deterioro ambiental y la utilización masiva de recursos naturales, situándola más

en el terreno de «condición necesaria», pero apenas suficiente, para resolver el problema. Pues, como lo expresa Stephen Bunker: «...la mayor eficiencia en el uso de las materias primas contribuye a lograr una mayor capacidad social de consumo de materias primas».¹⁶⁴ Por tanto, para el caso que nos ocupa, una buena forma de ver la distancia entre lo prometido por la nueva economía y la sociedad de la información respecto a lo realmente sucedido será hacer un seguimiento de las pautas de consumo en este período en el que ha aflorado el uso de las nuevas tecnologías.

Y conviene comenzar recordando que una de las propuestas que más ríos de tinta dejó por el camino fue la creencia de que las TIC iban a promover el advenimiento de la «oficina sin papeles», esto es, la aspiración a que la utilización de tecnologías de la información y las telecomunicaciones permitiría el funcionamiento normal de la economía sin soporte escrito. En contra de lo esperado, este es uno de los mitos que más temprano se revelaron como falsos habida cuenta que tras la expansión acelerada de las TIC el consumo de papel se ha incrementado también espectacularmente, multiplicándose, en algunos casos como Estados Unidos, por cinco veces entre 1960 y 1997¹⁶⁵. En el mismo sentido, tampoco la proliferación de medios de información digitales ha conllevado un declive de la prensa escrita y por lo tanto del consumo de papel asociado a la misma. Estos efectos inducidos de las nuevas tecnologías a veces suelen considerarse como indicadores del aumento de la riqueza de un país, pero, como subrayan Hilty y Ruddy: «Los periódicos han celebrado el hecho de que un habitante suizo consume ahora en promedio 240 kg de papel al año y la tendencia está aumentando. ¿Es esto lo que podemos esperar de la sociedad de la información?»¹⁶⁶. Ecológicamente la cosa, sin embargo, no mejoraría demasiado si llegáramos a una sustitución total de medios escritos por medios electrónicos: el impacto ambiental de recibir un mismo número de noticias por Internet o Televisión, en términos de recursos, es equivalente al de un periódico a los 20 minutos de uso para el primero de los casos y a 85 minutos para el segundo. Mucho más pesimista resultó el análisis realizado por Plätzer y Götsching al concluir que la lectura de un periódico «online» utilizaba diez veces más energía de origen fósil y generaba dos veces más residuos que un periódico tradicional¹⁶⁷. Sin embargo, Gard y Keoleian han matizado algo estos resultados en su detallado análisis comparativo sobre los costes energéticos asociados a la lectura de revistas científicas en papel frente a las electrónicas. La elaboración de diferentes escenarios en cuanto al número de lectores y forma de impresión de la información otorgan un rango de entre 4,1 y 216 MJ para el caso de la revista electrónica y de 0,55 y 525 MJ para el texto en versión tradicional¹⁶⁸.

En cualquier caso, de lo que caben pocas dudas es que cuando se trata de Internet el impacto ambiental es mayor si se imprime además el texto o la noticia, como se puso célebre-

mente de manifiesto en septiembre de 1998 cuando el fiscal Starr volcó en la red el informe relativo al «caso Lewinsky», del que se imprimieron simultáneamente millones de copias¹⁶⁹. Una circunstancia que alcanza aún más sentido habida cuenta que la compra de la impresora se ha convertido en un accesorio muy ligado al propio ordenador: se estima que entre un 66 y un 80 por 100 de las compras de ordenadores se realizan conjuntamente con la impresora aumentando así la intensidad material del servicio prestado por el aparato informático¹⁷⁰.

De igual modo que en la discusión sobre la «transmaterialización», el aumento simultáneo del consumo de energía y materiales de todo tipo no llevaba a pensar en una sustitución de las nuevas sustancias por los antiguos materiales —sino en la complementariedad de ambos tipos de materias primas—; desde el punto de vista de las TIC no siempre hemos asistido a una sustitución de aparatos antiguos por otros tecnológicamente más avanzados y con mayores prestaciones, como pone de relieve el crecimiento en el uso de los teléfonos móviles sin que por ello se haya mermado la compra y utilización de teléfonos fijos, o de ordenadores portátiles sin reducirse por esta razón la compra de PC de mesa. Pero más relevancia adquieren estas cifras relativas a la capacidad de la informática y la electrónica para compensar con aumentos en el consumo las ganancias en eficiencia individual cuando sabemos que, desde hace dos décadas, la producción de dichos aparatos se ha venido «desmaterializando» aproximadamente por un factor de 4 cada tres años —al duplicarse cada 18 meses el número de transistores que tienen cabida en un chip, confirmando así la predicción que Gordon Moore realizara en los años setenta¹⁷¹—. Lamentablemente esto no ha redundado en un menor consumo de energía y materiales, habida cuenta la expansión de la compra de ordenadores personales que, en el caso de Estados Unidos, se multiplicaron por 4,5 entre 1991 y 1999¹⁷². O también en España, donde los usuarios de ordenador se duplicaron en apenas cinco años a finales de los noventa, pasando de algo más de seis millones en 1996 a los 11,4 de 2001; es decir, el 33 por 100 de la población mayor de 14 años¹⁷³. Cabría añadir además que los avances tecnológicos reductores de las exigencias materiales por unidad de producto se ven más que compensados por la rapidez con que esos nuevos modelos son capaces de llegar a una parte considerable de la población. La Tabla 1.1. expresa claramente este aspecto temporal del problema, atestiguando la diferencia entre los 40 años necesarios para que el teléfono fijo alcanzara los 10 millones de usuarios, mientras que cuando se trata de ordenadores personales ese lapso de tiempo se ha reducido a 7 años.

Por otro lado, también la supuesta «oficina sin papeles» y la proliferación de algunos avances como Internet, abrieron la puerta a pensar más en serio las posibilidades del «teletrabajo», esto es, del trabajo en casa. Aunque a primera vista se plantean ventajas evidentes (reduce los desplazamientos, el consumo de energía, la contaminación, etc.) para realizar una valoración equilibrada conviene, también aquí, hacer bien las cuentas y tener presente otros efectos cola-

Tabla 1.1.
Tiempo necesario para que los productos tecnológicos alcancen
a 10 millones de consumidores

Teléfono	40 años
TV por cable	25 años
Fax	22 años
Video	10 años
Teléfono móvil	10 años
Ordenador personal	7 años

Fuente: Enquete Commission (1998), Citado por Hylty, et al. (2001), *op. cit.*, p. 5.

terales generalmente no deseados. Por ejemplo, mientras en el caso de Estados Unidos la adopción del «teletrabajo» como política ambiental podría generar un ahorro energético potencial de entre el 1 y el 3 por 100¹⁷⁴; hay otros lugares como Suiza donde se detectó en 1997 un aumento del 30 por 100 en el consumo de energía de aquellos hogares en los cuales uno de los miembros trabajaba en casa. La razón invita a pensar que, si bien se gasta menos energía en el transporte y en la oficina, una parte importante de ésta se consume a través de la actividad desarrollada en el propio hogar¹⁷⁵.

Pero sobre todo, la gran esperanza despertada por la «nueva economía» tuvo mucho que ver con las posibilidades abiertas a través del llamado comercio electrónico o «one click shopping». A pesar de que las ventajas en este caso afectan tanto a la esfera de la producción como a la del consumo, cabe recordar que este tipo de comercio, si bien simplifica los desplazamientos relacionados con la obtención de información y la compra efectiva, no evita el transporte de los productos a domicilio y el coste o impacto ambiental asociado¹⁷⁶. De hecho, se ha comprobado empíricamente que con esta modalidad se tienden a acelerar los servicios de «correo express» para pequeñas cantidades, incrementando así los costes energéticos de embalaje y empaquetado por unidad de producto. Como en otras ocasiones, tampoco aquí valen los apriorismos respecto a los «ahorros energéticos» y conviene echar bien las cuentas. Por ejemplo, en Suecia se ha estimado que el comercio electrónico aporta beneficios ambientales en la medida en que: a) sea capaz de reemplazar al menos 3,5 viajes para realizar compras tradicionales, y b) si más del 25 por 100 de las ventas se realizan al mismo tiempo y la distancia a recorrer para la entrega es menor a 50 kilómetros. Cuando, por ejemplo, se trata de la venta de libros, en muchas ocasiones el impacto ambiental del comercio electrónico es muy similar al arrojado con la venta tradicional: cada millón de dólares de *best sellers* vendidos en una ciudad metropolitana estadounidense exigen, por término medio, entre 28 y 33 terajulios (TJ), mientras que si el negocio se realiza a través de la red, el coste energético asciende a 30 TJ¹⁷⁷.

Esta proximidad, ahora a favor del comercio tradicional, también la detectaron recientemente Williams y Tagami para el caso japonés¹⁷⁸. Lo que no debe sorprender habida cuenta que el servidor de la mayor librería virtual a nivel planetario, esto es, Amazon Books, tiene una potencia de 1 millón de W/h, es decir, el equivalente al consumo de electricidad de 1000 hogares españoles medios¹⁷⁹.

En general, estos resultados se vieron también corroborados recientemente por una investigación desarrollada por Chris Galea y Steve Walton, en la que comparaban los costes ambientales asociados al sistema de ventas por supermercado frente al comercio electrónico en Estados Unidos. A partir del ejemplo de «Webvan», una empresa online de comercio situada en la ciudad californiana de Foster y diseñada para servir a subestaciones dentro de un radio de 50 millas alrededor del centro de distribución, se concluye que este tipo de actividad empresarial no es tan benigna ambientalmente como se podía pensar. Los datos revelaron claramente varios aspectos en los que el comercio electrónico provocaba un mayor impacto ecológico que el sistema de compra tradicional. Por un lado, el mayor consumo de combustible y de emisiones generadas para abastecer al mismo número de hogares era de un 50 por 100 en el caso de la energía y 25 veces superior cuando se hablaba de emisiones. Dos razones explican este resultado: por un lado, el sistema de distribución centralizado que sirve a subestaciones y éstas finalmente al consumidor final incrementa considerablemente el número de kilómetros recorridos para

Tabla 1.2.
Comparación de costes ambientales del sistema tradicional (supermercado)
y el comercio electrónico (cifras de la empresa Webvan)

	Supermercado	Webvan	Diferencia
Número de hogares	10.000	10.000	0
Distancia media de la ruta completa (millas)	5	62 ^a	+57
Número de viajes al mes	8	4 ^b	-4
Porcentaje de la ruta dedicada a las compras	25	100	+75
Distancia total recorrida al mes (millas)	100.000	97.600	-2.400
Combustible utilizado (galones)	3.994	6.177	+2.183
Emisiones de CO ₂ (gramos) ^c	340.000	10.022.300	+9.682.300
Emisiones de NOx (gramos) ^c	40.000	3.879.600	+3.839.600
Emisiones de partículas (gramos) ^c	8.000	387.960	+379.960

Fuente: Galea y Walton, (2002): «Is e-commerce...?, *op. cit.*, p. 108. (a) El sistema Webvan está diseñado para servir a subestaciones dentro de un radio de 50 millas desde el centro de distribución. Las ventas al consumidor se realizan a partir de las subestaciones. Las 62 millas de la tabla incluyen 40 millas del viaje desde el centro de distribución hasta la subestación y 22 millas de la ruta hasta el consumidor. (b) Se supone que la población es gente que planifica suficientemente sus compras para reducir a la mitad el número de desplazamientos por este motivo. Si se relaja este supuesto, la consecuencia es que el sistema de Webvan se hace menos atractivo desde el punto de vista ambiental. (c) Se supone que alguna parte del viaje se utiliza para otras finalidades.

un mismo servicio. Y si a esto se añade que, en muchos casos, los productos se transportan en una furgoneta refrigerada, los costes energéticos acaban siendo mayores que los que acarrea el desplazamiento de un individuo en su propio vehículo quien, además, suele aprovechar el viaje de camino al trabajo o para solucionar otros asuntos¹⁸⁰.

6.2. Efectos ambientales en las fases de fabricación y uso de las TICs

Es verdad que las numerosas declaraciones subrayando los aspectos positivos que se desprenden del uso cotidiano de las TIC han dejado en un lugar secundario las reflexiones que, durante estos años, intentaban poner sobre el tapete algunos efectos no deseados asociados a la proliferación de este tipo de tecnologías. Entre estas consecuencias cada vez han ido tomando mayor relieve aquellas que tienen que ver con las implicaciones ambientales del uso y fabricación de este tipo de bienes y servicios. Más aún cuando, precisamente, el desarrollo tecnológico en este campo, al primar los rasgos «inmateriales» de la producción y el consumo, se presentaba a menudo como la solución a los problemas ambientales que aquejaban al planeta. Y del mismo modo que la reflexión sobre el proceso «transmaterializador» nos hizo ser cautos sobre las menores exigencias de recursos naturales de las «nuevas sustancias», también aquí los datos procedentes de investigaciones detalladas invitan de nuevo a la prudencia.

Ya no se trata solamente de que el incremento en el consumo de recursos naturales asociado al efecto rebote haga peligrar el saldo positivo que desde el punto de vista ecológico pudiera albergar la difusión general de la «nueva economía». El problema aparece cuando comienzan a echarse las cuentas de los costes ambientales asociados a la fabricación, uso y vertido de aquellos productos vinculados a la generalización de las TIC que precisamente las posibilitan. Para relativizar —siquiera un poco— la idea comúnmente aceptada de la menor intensidad energética y material de este tipo de aparatos (ordenadores, teléfonos móviles,...), tal vez convenga traer a colación las palabras de A. Lovins quien, en 1973, escribía de forma anticipatoria lo siguiente:

«La máquina de escribir que estoy utilizando ahora probablemente contiene aluminio de Jamaica o de Surinam, hierro sueco, magnesio checo, manganeso de Gabón, cromo de Rodhesia, vanadio soviético, zinc peruano, níquel de Nueva Caledonia, cobre de Chile, estaño malayo, columbio nigeriano, cobalto de Zaire, plomo yugoslavo, molibdeno canadiense, arsénico francés, tantalio de Brasil, antimonio de Suráfrica, plata mejicana, y restos de otros metales igualmente peregrinos»¹⁸¹.

Obviamente, lo anterior vale también para los modernos servicios informáticos y de telecomunicaciones. No en balde, varios estudios de finales de la década de los noventa, apuntaban que la fabricación de semiconductores y circuitos integrados exigen usualmente la extracción masiva de sustancias como el germanio, el arsénico, el columbio, el tántalo o los del Grupo del Platino. Y al igual que en el caso de la máquina de escribir, un buen número de estas sustancias proceden también ahora del continente africano¹⁸². Atendiendo sólo a la fase de fabricación, se detectó que los chips de un ordenador Pentium, vienen a requerir 11,4 m³ de agua, 12 kilogramos de productos químicos y 120,8 m³ de oxígeno; generándose como residuos 14 m³ de agua, 4 kilogramos de residuos peligrosos y 0,82 m³ de gases nocivos¹⁸³. A lo que habría que añadir que, en un país como Estados Unidos, hay unas 300 fábricas que se dedican a la producción de estos componentes, consumiendo al año 25 TWh, es decir, el equivalente al 1 por 100 de toda la potencia instalada en ese país¹⁸⁴. Se comprende entonces que, aplicando un análisis completo de ciclo de vida, entre los requerimientos de recursos naturales de un ordenador personal se encuentren —según el modelo de que se trate— más de 700 sustancias diferentes que suman conjuntamente entre 16 y 19 toneladas de materiales, esto es, varios miles de veces el peso del propio ordenador¹⁸⁵. Este cálculo se hizo aplicando la metodología MIPS (Input Material por Unidad de Servicio) desarrollada en el Instituto Wuppertal alemán, llegando a la conclusión de que sólo el 0,1 por 100 de los materiales que intervienen en la fabricación llegan a formar parte del ordenador. IBM, con procesos propios, elevó esta cifra hasta el 1,4 por 100, lo que tampoco revela demasiada eficiencia ambiental en la producción.

De hecho, si nos centramos sólo en uno de los componentes principales de un PC de mesa, como es el monitor (modelo CRT que, aunque apenas ya se fabrique ha sido hegemónico hasta la actualidad), los últimos análisis de ciclo de vida realizados por la EPA estadounidense (Tabla 1.3.) arrojan una intensidad material muy elevada tanto en uso de recursos renovables (básicamente agua) como no renovables, que sumados ascienden a casi 14 toneladas; y una generación de residuos, especialmente radiactivos y peligrosos, que no sólo resalta los impactos cuantitativos sobre el medio ambiente, sino también aquellos de carácter cualitativo, más peligrosos aún.

Es cierto que la proliferación de la tecnología LCD de pantalla plana y cristal líquido ya está reduciendo —y lo hará más en el futuro— los requerimientos de recursos naturales y la generación de residuos durante todo el ciclo de vida de un monitor de ordenador. Sin embargo, conviene tener presente que la energía y materiales movilizados continúan superando en varios cientos de veces el peso de los propios aparatos y suponen un coste no despreciable desde el punto de vista de la contribución a un problema global como es el calentamiento del planeta. Pero equilibrando el juicio tal vez podríamos convenir en que las cifras relacionadas con el modelo CRT

Tabla 1.3.
Comparación del impacto derivado de la puesta en circulación de un monitor de ordenador
(modelo CRT y LCD) según el análisis de ciclo de vida del producto

Categoría de impacto	Unidades por monitor	Modelo CRT	Modelo LCD
		Cantidad	Cantidad
Uso de recursos renovables	Kg	13.100	2.800
Uso de recursos no renovables	Kg	668	364
Uso de energía	MJ	20.800	2.840
Residuos sólidos	M ³	0,167	0,054
Residuos peligrosos	M ³	0,016	0,003
Residuos radiactivos	M ³	0,00018	0,00009
Emisiones de gases efecto invernadero	Kg equivalentes de CO ₂	695	593

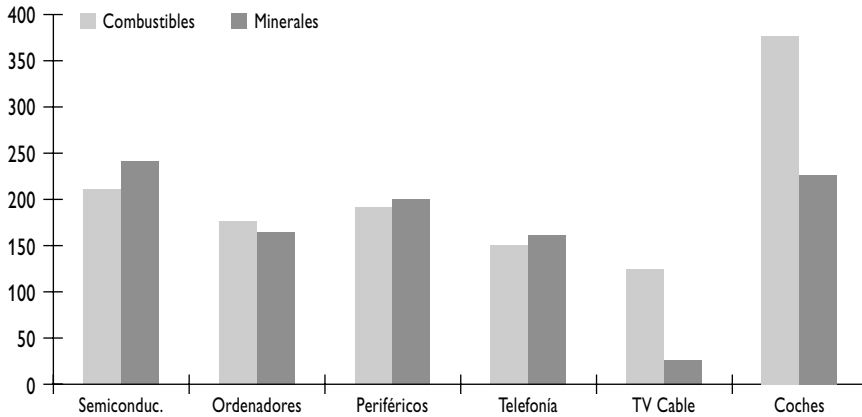
Fuente: EPA, (2001): *Desktop Computer Displays: A Life Cycle Assessment. Executive Summary*, p. 19. (www.epa.gov).

describen razonablemente los costes ambientales de los monitores fabricados durante la década de los noventa, mientras que los datos relativos al modelo LCD registran el impacto ambiental que se está produciendo en la actualidad y en un futuro próximo.

Las cifras anteriores sobre intensidad energética y material por tipo de producto se pueden complementar si, a través de las Tablas Input-Output, confrontamos estas cantidades con el valor añadido generado en la producción de estos bienes obteniéndose así las intensidades materiales por unidad monetaria. Con datos de la década de los noventa, en el caso de Estados Unidos se puede comprobar que, en cuanto a los minerales involucrados en el proceso, la fabricación de semiconductores era incluso más intensiva por millón de dólares que la producción de coches, al requerir 242 toneladas frente a las 226 de los automóviles (Gráfico 1.4); máxime cuando este último proceso industrial es uno de los que más energía y materiales demanda en la actualidad. Dado que los requerimientos energéticos son considerables conviene recordar, por la Tabla 1.3., que sólo el monitor de un ordenador de mesa convencional suponía, según el modelo, la emisión de entre 600 y 700 kilogramos de CO₂ a la atmósfera; cifra que si la ponemos en relación con el valor añadido generado por la producción de un ordenador completo, se acerca a la mitad del impacto ambiental sobre el cambio climático que ejerce la fabricación de un automóvil (Gráfico 1.5).

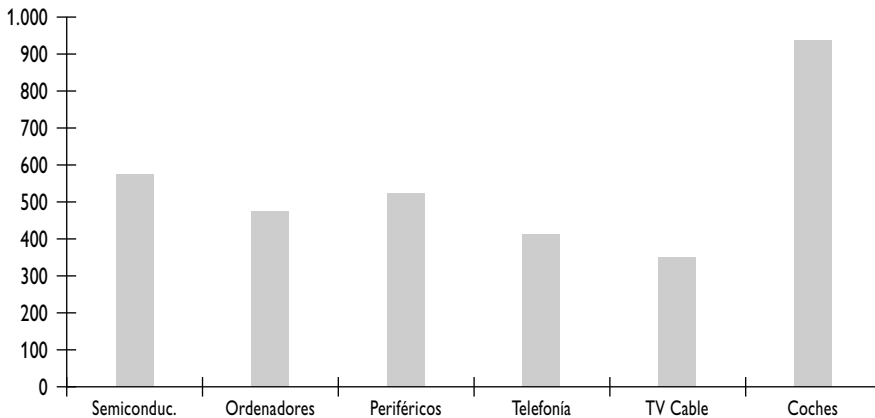
Aunque todavía no son muy abundantes los datos procedentes del análisis de ciclo de vida que cuantifiquen el coste energético total —en términos de energía primaria— asociado a la fabricación de un ordenador personal, hay algunas aproximaciones razonables que desde hace pocos años lo cifran entre 10 y 12 GJ por unidad; un valor casi cuatro veces superior al estimado para un televisor en color (2,8 GJ) y muy similar al de un frigorífico (13 GJ). Energética-

Gráfico 1.4.
Requerimientos de combustible fósiles y minerales en la producción
de bienes informáticos y de telecomunicaciones
 (toneladas por millón de dólares)



Fuente: Green Design Initiative (2003), *op. cit.* Las cifras de combustibles fósiles que en las versiones posteriores a 2000 del informe que ha servido como fuente aparecen en terajulios se han considerado en toneladas.

Gráfico 1.5.
Emisiones relativas de gases con efecto invernadero para productos informáticos
y de telecomunicaciones
 (toneladas equivalentes de CO₂ por millón de dólares)



Fuente: Green Design Initiative (2003).

mente, la fase de producción de un ordenador es la más intensiva acaparando aproximadamente el 90 por 100 del ciclo de vida completo (extracción de materiales, fabricación, uso y vertido)¹⁸⁶. De esta cantidad, 0,8 GJ (cerca del 10 por 100 de consumo en la fase de fabricación) se

invierte en transportar desde largas distancias los materiales que intervienen en el proceso productivo¹⁸⁷.

Y aquí conviene recordar la referencia que, páginas atrás, realizábamos al papel jugado por el continente africano y la conexión entre las exportaciones de minerales estratégicos procedentes de este territorio y el auge de la «nueva economía». No cabe olvidar que, por ejemplo, África aparece como el principal depósito de reservas de muchos minerales de trascendencia tecnológica a escala mundial —sólo un país como Sudáfrica acumula el 56 por 100 del Grupo Platino (platino, paladio, rodio, rutenio e iridio), el 80 por 100 del manganeso, etc—. El caso del platino, por ejemplo, es muy revelador de las conexiones entre exportaciones minerales africanas y nuevas tecnologías: el aumento experimentado en el uso de este mineral desde el año 2000 ha corrido parejo al incremento en la demanda de ordenadores, en gran parte debido al consumo que realiza la fabricación de monitores con tecnología LCD (Liquid Crystal Display). De igual modo, las ampliaciones de memoria y capacidad que se han desarrollado en los últimos tiempos han acarreado un aumento importante de la demanda de platino hasta tal punto que, en 2000, se estimaba que el 90 por 100 de los discos duros de ordenador contenían esta sustancia¹⁸⁸. Tampoco hay que olvidar que el tantalio —generalmente en asociación con el columbio (coltán)— es un material muy resistente al calor que se suele utilizar en la fabricación de componentes electrónicos y placas de circuitos de aparatos como los teléfonos móviles o los ordenadores portátiles. Y en este caso, la República Democrática del Congo, que ocupa el cuarto lugar en las reservas de dicho mineral viene jugando un importante papel como abastecedor¹⁸⁹.

Si bien en muchos de estos casos el impacto de la fase de producción es fundamental, cabe subrayar que, desde el punto de vista del deterioro ecológico en términos absolutos, la fase de utilización también aporta un coste ambiental relevante. Fundamentalmente debido al uso generalizado de electricidad que soporta el funcionamiento de los ordenadores, internet y otros equipos de oficina. Así se ha comprobado cuando se han querido transformar los requerimientos de energía y materiales en espacio ambiental, estimando que la huella ecológica de un ordenador personal se sitúa en torno a los 1.800 m², siendo la fracción derivada del uso de energía mil veces mayor que la de cualquiera del resto de componentes¹⁹⁰. En algunos casos como el estadounidense, la energía directa utilizada en estos aparatos se encuentra en el 2 por 100 del uso eléctrico total (siendo el sector comercial y de oficinas el responsable del 70 por 100 de esta cantidad) —llegando al 3 por 100 si se incluye la energía incorporada en la fabricación de los propios productos¹⁹¹—. Por desgracia, hay ocasiones en que el progreso tecnológico se ha convertido en motivo de despilfarro adicional, al fomentar «pérdidas eléctricas» asociadas al funcionamiento de posibilidades como el modo «off», que facilitan el encendido automático, o por mando a

distancia, de muchos aparatos informáticos, televisores, videos, equipos de música, etc. En algunos casos estas «pérdidas», según varias estimaciones, pueden alcanzar el equivalente al 5 por 100 del consumo eléctrico de los hogares como en Estados Unidos o llegar a los 10 TWh para el caso del continente europeo¹⁹².

Profundizando aún más en la cuestión de los costes ambientales de la «nueva economía», en los últimos años se ha generado una rica polémica en torno a las primeras estimaciones de lo que acarrea, energéticamente hablando, el crecimiento explosivo en el uso de internet. No es sencillo realizar estos cálculos pues los resultados dependen en buena medida de las horas de uso del ordenador en conexión a la red, la potencia de los aparatos, etc. El asunto, sin embargo, saltó a la palestra pública en 1999 cuando M. Mills publicó un controvertido informe donde, entre otras cosas, se recordaba que el origen material de internet había que buscarlo en el carbón quemado en las centrales térmicas para producir electricidad, siendo «la red» responsable en 1998 del 8 por 100 del consumo de energía eléctrica en Estados Unidos, cifra que alcanzaba el 13 por 100 en el caso de incluir todos los consumos informáticos. En un ejemplo que ha resultado muy revelador, señalaba Mills: «por cada 2.000 kbytes que circulan por la red se consume la energía contenida en una libra de carbón (aproximadamente medio kilogramo) destinada a obtener los kwh de electricidad que hacen posible su difusión por internet». El revuelo fue tal que los cálculos de Mills se vieron sometidos a fuerte crítica rebajándose substancialmente por parte de investigadores del Berkeley National Laboratory¹⁹³. Como consecuencia de ello se redujo la estimación inicial de consumo desde los 295 TWh hasta los 36 TWh, esto es, un 88 por 100 menos, dejando la cantidad en el 1 por 100 del consumo eléctrico. Sin embargo, aunque parezca lo contrario, las nuevas cifras no dan tampoco demasiadas alas a la esperanza, habida cuenta que el tráfico en Internet se está duplicando cada seis meses aproximadamente¹⁹⁴. Por ejemplo, en España hemos pasado de 242 mil usuarios de internet en 1996 a 7 millones en 2001, lo que supone que en apenas cinco años se ha multiplicado por 28 veces el volumen de utilización en cuanto a personas se refiere¹⁹⁵. Y es previsible que este crecimiento «exponencial» vaya a demandar mayores y más veloces redes, así como ordenadores más rápidos y, por ende, mayor consumo de energía y materiales. Crecimiento, todo hay que decirlo, que se ve espoleado por la escasa vida media de los equipos al estar las compañías informáticas embarcadas en una veloz carrera de obsolescencia planificada que lleva, por ejemplo, a vidas medias de cuatro años para ordenadores personales, ya sean de mesa o portátiles¹⁹⁶. Obsolescencia planificada que nos llevaría, precisamente, al comienzo, esto es, a las consecuencias derivadas del efecto rebote que podría incrementar el consumo de recursos más allá de las ganancias derivadas del incremento de la eficiencia.

Llegados, pues, a este punto, parece que se impone la prudencia a la hora de juzgar el papel ambiental desempeñado por las TIC. Si tratamos de recapitular y ordenar gráficamente los principales efectos ambientales que acompañan a la fabricación, uso y abandono de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, veremos que se pueden distinguir tres tipos de efectos, que hemos ido narrando con cierto detalle, y de los que participan, en mayor o menor medida, las actividades de esa «nueva economía», siendo internet, el comercio electrónico, el teletrabajo o el uso masivo de aparatos informáticos los que juegan el papel principal (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5.
Efectos ambientales de internet y la nueva economía

Efectos de Primer Orden (fabricación de infraestructuras de las TICs)	Efectos de Segundo Orden (transformación de procesos y materiales)	Efectos de Tercer Orden (efectos rebote derivados)
<ul style="list-style-type: none"> — Redes, routers, servidores,... — Sistemas de recepción (modems, ...). — Aparatos finales (PCs, teléfonos móviles,...). 	<ul style="list-style-type: none"> — Diseño de producto y gestión del ciclo de vida. — Gestión de la producción y la oferta. — Logística y distribución. — Mercados electrónicos y servicios online. — Uso de los productos, reciclaje... 	<ul style="list-style-type: none"> — Cambios en la estructura económica. — Cambios en los estilos de vida y patrones de consumo. — Efectos rebote debidos a: <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de prestaciones y reducción de precios de las TICs. • Efectos culturales: apreciación de disponibilidad y de estar constantemente «conectado». • Efectos de estandarización: «como todo el mundo lo tiene, yo también lo necesito».
<div style="text-align: center;">↓</div> <ul style="list-style-type: none"> — Uso de energía. — Sustancias tóxicas y peligrosas. — Residuos electrónicos. — Radiación electromagnética. 	<div style="text-align: center;">↓</div> <ul style="list-style-type: none"> — Uso de materiales y energía. — Volumen transportado. — Utilización de espacio. — Gestión del conocimiento ambiental. 	

Fuente: Fichter, K., (2002): «Sustainable business strategies in the internet economy», en: Park, J. y N. Roome, (eds), (2002): *The Ecology of the New Economy*, Sheefield, Greenleaf Publishing, p. 24. En Fichter, K., (2003): «E-Commerce. Sorting out the Environmental Consequences», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, p. 28, se puede encontrar una versión más detallada de este cuadro para el caso concreto del comercio electrónico.

7. A MODO DE CONCLUSIÓN

Con las páginas precedentes no quisiéramos dar la sensación de que los esfuerzos tecnológicos por mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales y la reducción de la contaminación no constituyan una valiosa aportación a la hora de paliar el deterioro ambiental y, por tanto, deban caer en saco roto. Sobre todo si pensamos que la transición hacia una economía sostenible ambientalmente va a necesitar de importantes desarrollos tecnológicos que generalicen y faciliten el uso de energías y materiales renovables en los procesos de producción y consumo, amen de las indudables ventajas que desde otros puntos de vista posee la utilización de las TIC. Sin embargo, en lo que atañe a la sostenibilidad ambiental, *hemos querido realizar una llamada a la prudencia poniendo de relieve que la terciarización de las sociedades o el progreso tecnológico incorporado en las telecomunicaciones y el uso generalizado de los diversos aparatos y servicios a ellas asociadas (ordenadores, comercio electrónico, internet, etc.) no garantizan por sí solos menor deterioro ecológico, pues conllevan costes ambientales no despreciables en relación con los antiguos productos y materiales que vienen a sustituir —generando en muchos casos un efecto paradójico de «rebote» que transforma la eficiencia y el ahorro en un mayor consumo de recursos posterior—*. Así pues, ni la sustitución de nuevos materiales por viejos materiales a través del proceso descrito como «transmaterialización», ni la terciarización de las sociedades industriales cuyo último episodio sería la llegada de la «nueva economía» han sido elementos que hayan llevado a la reducción del impacto ambiental. Sobre todo si pensamos que lo relevante ecológicamente no son tanto las reducciones relativas respecto al PIB sino las absolutas. Y aquí las mejoras tecnológicas han aparecido en general como una condición necesaria pero apenas suficiente para superar el desafío ambiental, jugando muchas veces, por desgracia, un papel contrario al inicialmente deseado.

Se puede, por tanto, afirmar que la presión sobre los recursos de la corteza terrestre ha acabado convirtiéndose en un fenómeno generalizado, poniendo en entredicho el factor «desmaterializador» como elemento que contrarrestaría la tendencia a la degradación ambiental y permitiría la senda expansiva del crecimiento económico. Algo que, por otro lado, ya supo intuir hace tres lustros el Informe Brundtland cuando, después de pasar revista a los procesos parciales de desmaterialización en algunas economías industriales, concluía lo siguiente: «[aunque] algunos se han referido a estos procesos como el aumento de la “desmaterialización” de la sociedad y la economía mundial (...) aún las economías industrialmente más adelantadas dependen todavía de un suministro constante de bienes manufacturados básicos. Ya fabricados en el propio país, ya importados, su producción seguirá requiriendo grandes cantidades de materias primas y energía aun en el caso de que los países en desarrollo progresen rápidamente en la adopción de tecnologías eficientes en el uso de recursos»¹⁹⁷.

La tendencia global en el uso de los recursos tanto en el resto de países industriales como en aquellos más empobrecidos, sigue una tónica similar: el consumo *per capita* de metales y minerales se incrementó en los países de renta baja en un 144 por 100 entre 1961 y 1989, si bien en cantidades globales sigue siendo mucho menor que en los países industriales de renta media y alta. Para éstos, el incremento en el mismo período fue del 30 y el 39 por 100 respectivamente¹⁹⁹. Lo que ponen, entonces, de manifiesto estas cifras, más que una sustitución a nivel global de los viejos materiales (acero, cemento, papel, etc) por otros nuevos (plásticos, aluminio, cloro o etileno), es un efecto de *complementariedad* entre las viejas y las nuevas sustancias.

De otra parte, el comercio internacional, medido en tonelaje, revela cómo el desarrollo económico de los países ricos, lejos de haberse «desmaterializado» al declinar sus respectivos sectores industriales, se ha «rematerializado» con cargo al resto del mundo, al importar, limpios de polvo y paja, recursos naturales de las principales economías extractivas del planeta como son los países del Tercer Mundo. Por ejemplo, en el 2000, los países ricos recibían una entrada neta de energía y materiales que ascendía a 1.400 millones de toneladas en forma de combustibles fósiles y minerales diversos procedentes de territorios empobrecidos²⁰⁰. Si elegimos, como botón de muestra, recursos estratégicos a escala mundial como son el petróleo y algunas sustancias minerales como la bauxita, el hierro o el cobre, veremos que las principales economías ejercen como centros de atracción de unos recursos que el resto del planeta pone a su disposición a través de un intercambio comercial ecológicamente desigual. En algunos casos como el petróleo se revela también hasta qué punto, la estrategia de desarrollo adoptada por los países del sudeste asiático y pregonada como modelo extensible a todas las naciones empobrecidas, resulta imposible de generalizar. Pues al margen de los argumentos que apelan al carácter abnegado y sacrificado de la población asiática, o ser una región privilegiada por parte de la política exterior y tecnológica estadounidense en la época de la guerra fría; lo que casi nunca se dice es que estos países se han convertido, a escala mundial, en la tercera región importadora neta de petróleo para sufragar un proceso industrializador muy intensivo en el uso de recursos naturales. Baste recordar que, a finales de los años noventa, dicha región acumulaba casi el 20 por 100 del total de las importaciones mundiales (303 millones de toneladas). No en vano, países como Corea con 3,8 tep *per capita* presentaban ya en 1997 un consumo energético por habitante un 40 por 100 superior a España (2,7 tep/hab), o naciones como Singapur, con 7,8 tep/hab igualaban en consumo a la primera potencia mundial, Estados Unidos.

Se entiende entonces que, para ir finalizando, traigamos a colación un ejemplo extraído de la vida cotidiana con el que podíamos haber encabezado este capítulo, y que recuerda bien

la dimensión material presente en nuestras economías, a veces denominadas, postindustriales o postmateriales:

«Imagine que cada mañana un camión le entrega en su casa todos los materiales que utiliza en un día, salvo la comida y el combustible. Apilados frente a la puerta están la madera de su periódico, los productos químicos de su champú y el plástico de las bolsas con las que lleva la compra a casa. También se incluye el metal de sus aparatos y electrodomésticos y de su automóvil —sólo la parte que usa en un día de la vida total de dichos objetos—, al igual que su fracción diaria de materiales compartidos, como la piedra y la grava de las paredes de su oficina y de las calles por las que camina. En la parte de abajo del montón están los materiales que usted nunca ve, como el nitrógeno y la potasa empleados para cultivar sus alimentos, y la tierra y las rocas bajo las que estuvieron enterrados sus metales y minerales. Si es usted un estadounidense medio, esta entrega será pesada: 101 kg; el peso aproximado de un varón de talla grande. Pero la cuenta de sus materiales sólo acaba de empezar. Mañana llegarán otros 101 kg, y al día siguiente, otros tantos. A final de mes, usted habrá utilizado tres toneladas de material, y al cabo de un año 37 toneladas. Y si sus 270 millones de compatriotas hacen lo mismo, día si y día también; todos juntos devoran casi 10.000 millones de toneladas de material en un año»²⁰⁴.

Este paradójico resultado en plena era de la economía *digital* tiene mucho que ver con la existencia de un marco institucional que estimula el ya mencionado “efecto rebote” y los comportamientos generalizados de excesos en el consumo y de “obsolescencia planificada” en la producción. Comportamientos que acaban apoyando, vía precios, la extracción masiva y el consumo de recursos naturales frente a estrategias de conservación, reciclaje y reutilización y renovabilidad de los mismos. Hace años Walter Radermacher recordaba que ese efecto rebote era una trampa en la cual llevábamos cayendo desde los albores de la revolución industrial y lo seguiríamos haciendo en el futuro, pues “...las fuerzas del mercado y la aparentemente ilimitada capacidad humana para el consumo utilizarán de nuevo la tecnología para transformar más y más recursos en más y más actividades, servicios y productos”. Cambiar las reglas del juego para que las mejoras tecnológicas previsibles en el futuro (nanotecnologías, etc.) no exacerben la capacidad de producción y consumo y se pongan al servicio de la reducción del deterioro ecológico constituye, sin embargo, una auténtica piedra de toque de las políticas ambientales actuales y futuras.

NOTAS

- ¹ MEEK, R. L., *Smith, Marx y después. Diez ensayos sobre el desarrollo del pensamiento económico*, Madrid, Siglo XXI, 1980, p. 222.
- ² MEADOWS, D & D. y RANDERS, J., *Más allá de los límites al crecimiento*, Madrid, Aguilar, 1992, p. 111.
- ³ NAREDO, J. M., *La economía en evolución*, Madrid, Siglo XXI, 1987 (3.ª edición, 2003). También en O. CARPINTERO, *Entre la economía y la naturaleza*, op. cit., 1999.
- ⁴ En este epígrafe solo recaeremos sobre algunos de estos autores. La nómina completa de los pioneros de la economía ecológica hasta 1940 se encuentra en MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMAN, K., *La ecología y la economía*, Madrid, FCE, 1991.
- ⁵ MARTÍNEZ-ALIER, J., «Ecological Perception, Environmental Policy and Distributional Conflicts: Some lessons from History» en: COSTANZA, R., (ed.): *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*, New York, Columbia University Press, 1991, pp. 119-120.
- ⁶ Sobre POPPER-LYNKEUS, en especial, remitimos a lo dicho por MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K. *La ecología...*, op. cit., pp. 236-242.
- ⁷ Véase: FISCHER-KOWALSKI, M., «Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970», *Journal of Industrial Ecology*, 2, 1998, pp. 61-78.
- ⁸ GEDDES, P., «Un análisis de los principios de la economía», (e. o. 1984) en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía ecológica. Textos de P. Geddes, S.A. Podolinsky y SODDY, F.*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1995, pp. 25-61.
- ⁹ *Ibid.*, pp. 34-35.
- ¹⁰ *Ibid.*, p. 39.
- ¹¹ «...los productos finales se deben analizar según sus elementos necesarios y estéticos (...) Incluso desde un punto de vista físico, si bien el elemento necesario de la producción es fundamental, el elemento estético lo es más aún. Resumiendo, que en cualquier comunidad civilizada, el producto final lleva incluida esa *subfunción* estética de estímulo visual o de los otros sentidos, y los economistas, sin entrar en el terreno de la crítica de la calidad estética, deben ser capaces de estimar los detalles y costes de producción de cada uno de esos elementos separadamente». *Ibid.*, p. 42.
- ¹² *Ibid.*, p. 36 y 33.
- ¹³ MARTÍNEZ ALIER, J., «Introducción», en: *Los principios de la economía ecológica...*, op. cit., 1995, p. 12. Un juicio más amplio en: MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K., *La ecología y...*, op. cit., 1991, pp. 114-125.
- ¹⁴ PODOLINSKY, S.A., «El trabajo del ser humano y su relación con la distribución de la energía» (e. o. 1880), en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía...*, op. cit., 1995, pp. 65-142.
- ¹⁵ *Ibid.*, p. 91.
- ¹⁶ *Ibid.*, p. 100.
- ¹⁷ *Ibid.*, p. 109.
- ¹⁸ Véase: MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K. *La economía y la ecología...*, op. cit., p. 71.
- ¹⁹ MARTÍNEZ ALIER, J., y NAREDO, J. M., «La noción de "fuerzas productivas" y II cuestión de la energía» *Cuadernos de Rueda Ibérica*, 63-66, 1979, pp. 71-90; MARTÍNEZ ALIER, J., y NAREDO, J. M., «A marxist precursor of energy economics», *Journal of Peasant Studies*, 9, 1982. De la importancia de estos textos damos cumplida cuenta en: CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria*, op. cit., (en preparación).
- ²⁰ DALY, H. E., «Entropy, growth and the political economy of scarcity», en: SMITH, V. K. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1979, pp. 67-94.
- ²¹ *Ibid.*, p. 72.
- ²² Para esta breve reseña nos hemos apoyado en lo dicho sobre Pfaundler por MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K., op. cit., pp. 126 y ss.
- ²³ *Ibid.*, p. 129.
- ²⁴ En el último capítulo volveremos a recuperar algunas lúcidas reflexiones de Soddy en relación con la esfera financiera de la economía.
- ²⁵ Un buen resumen de las contribuciones económicas de Soddy puede encontrarse en: DALY, H. E., «The economic thought of Frederick Soddy», *History of Political Economy*, 12, 1980, pp. 469-488. También en: MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K., op. cit., 1991, pp. 157-177.
- ²⁶ SODDY, F., «Economía cartesiana. La influencia de la ciencia física en la administración del Estado», (e. o. 1922), en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios...*, op. cit., 1995, pp. 145-172.
- ²⁷ *Ibid.*, p. 166.
- ²⁸ SODDY, F., «Economía cartesiana...», op. cit., p. 154.
- ²⁹ *Ibid.*, p. 152.

- ³⁰ President's Materials Policy Comisión, *Resources for Freedom*, Vol I: *Foundations for Growth and Security*, Vol. II: *The Outlook for Key Commodities*, Vol. III: *The Outlook of Energy Sources*, Vol. IV: *The Promise of Technology*, Vol.V: *Selected Reports to the Commission*, Washington D.C, Government Printing Office, 1952. Para nuestro comentario nos apoyaremos en el resumen extractado del «Informe Paley» aportado en el artículo de ORDWAY, S. H. JR., «Possible Limits of Raw-Material Consumption», en: THOMAS, W. L. JR., (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, 1956, pp. 987-1.009.
- ³¹ *Ibid.*, p. 988. Énfasis nuestro. Marina Fischer-Kowalski ha llamado la atención sobre un hecho importante: las cifras de consumo total anteriores (2.700 millones en 1950) estaban cercanas a las ofrecidas por Ayres y Kneese en 1969 (2.400 millones excluidos los materiales de construcción) y en términos *per capita* significaban 18 tm/hab/año, estos es, una cantidad muy similar a la que exhibe en la actualidad un país como Japón. Véase: Fischer Kowalski, M., «Society's metabolism...», *op. cit.*, p. 75.
- ³² *Ibid.*, pp. 989-990.
- ³³ Cottrell, F., *Energy and Society*, New York, McGraw-Hill, 1955.
- ³⁴ *Ibid.*, pp. 11-12
- ³⁵ *Ibid.*, pp. 134-158.
- ³⁶ Sorprendentemente, Cottrell no asistió al Simposio, aunque por el lado de los economistas estuvimos representados por Keneth Boulding quien, sin embargo, no presento ninguna ponencia.
- ³⁷ THOMAS, W. L. JR., (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press (2 vol.), 1956.
- ³⁸ Donde cabe destacar las aportaciones de Glacken: «Changing Ideas of the Habitable World», pp. (Vol 1. pp. 70-92) y Spoehr: «Cultural Differences in the Interpretation of Natural Resources», (Vol 1. pp. 93-102). El texto de Glacken resume su tesis doctoral de 1951 y anuncia lo que será su obra monumental años después: *Huellas en la playa de Rodas*, Barcelona, Serbal, 1996 (e.o. 1967).
- ³⁹ AYRES, E., «The Age of Fossil Fuels», en: THOMAS, W. L. JR., (ed.), *Man's Role...*, *op. cit.*, pp. 367-381. Ayres añadía también que, al final, el uso principal que se podría esperar de los hidrocarburos sería, sobre todo, el de la utilización por parte de la química industrial de síntesis. (*Ibid.*, p. 380).
- ⁴⁰ SCARLOT, CH. A., «Limitations to Energy Use», en: THOMAS, W. L. JR., (ed.), *Man's Role...*, *op. cit.*, 1956, pp. 1.010-1.022.
- ⁴¹ ORDWAY, S. H. JR., «Possible Limits of Raw-Material Consumption», *op. cit.*, p. 992.
- ⁴² BOULDING, K., «The economics of the coming spaceship earth», (e. o. 1966), en: DALY, H. E., (ed.), *Toward a Steady-State Economy*, FREEMAN, W.H, San Francisco, 1972, p. 127.
- ⁴³ *Ibidem.*
- ⁴⁴ MEADOWS, D., et al., *Los límites del crecimiento*, México, FCE, 1972.
- ⁴⁵ Un ejemplo interesante de los debates previos a la publicación de este informe y que, de algún modo, prepararon el camino hacia su asimilación fue el coloquio sobre la «ruptura ambiental» (environmental disruption): «International Symposium on Environmental Disruption in the Modern World» organizado en Tokio en Marzo de 1970, en el que intervinieron economistas como KAPP, K. W., y TSURU, S. (que acuñó el propio término). Como testimonio de la intervención de Kapp en dicho simposio puede consultarse su artículo: «La ruptura ambiental y los costes sociales: un desafío a la economía», en: AGUILERA, F., (ed.), *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional. Textos de CIRIACY-WANTRUP, S. C. V., y KAPP, K. W.*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1995, pp. 149-175.
- ⁴⁶ MEADOWS, D., et al., *Los límites*, *op. cit.*, pp. 40-41. La publicación en 1992 por los esposos MEADOWS, D., y RANDERS, J. del libro *Más allá de los límites al crecimiento*, Madrid, El País-Aguilar, ahonda en las mismas conclusiones. Una exposición del modelo y la polémica que generó, aunque con acentos diferentes a los aquí tratados, puede consultarse en: Tamames, R., *Ecología y desarrollo*, Madrid, Alianza, 1977, pp. 105-134.
- ⁴⁷ Entre los primeros cabe destacar a Solow, Samuelson y Nordhaus, mientras que entre los segundos cabría agrupar a Tinbergen, Mishan, Georgescu-Roegen (con matices) o Daly.
- ⁴⁸ Incluso llegará a dudar de la solvencia científica del informe diciendo lo siguiente: «...los Modelos del Día del Juicio Final son mala ciencia y por esta razón una guía errónea para la política pública». Vid. SOLOW, R., «Is the End of the World at Hand?», en: WEINTRAUB, A., et al., (eds), *The Economic Growth Controversy*, *op. cit.*, 1974, p. 47.
- ⁴⁹ CARPINTERO, O., *Entre la economía...* *op. cit.*, pp. 224 y ss.
- ⁵⁰ Conviene, no obstante, tener en cuenta que una cosa es realizar un acercamiento a los principios metodológicos de la mecánica clásica como una parte de la Física, y otra muy distinta reformular adecuadamente los conceptos y resultados de la propia Economía a la luz de las conclusiones obtenidas por las Ciencias de la Naturaleza y que condicionan las posibilidades del mundo material en el que ésta opera.
- ⁵¹ Un tratamiento exhaustivo de las relaciones entre la mecánica clásica y la economía neoclásica puede verse también en NAREDO, J. M., *La economía en evolución...*, *op. cit.*, pp. 186-221 y 276-335; y MIROWSKY, P., *More Heat than Light*, Cambridge University Press, 1989, pp. 193-275.
- ⁵² GEORGESCU-ROEGEN, N., *La ley de la entropía y el proceso económico*, Madrid. Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1996 [1971], p.45.

- ⁵³ HODGSON, G. M., «Introduction», en: HODGSON, G. M., (ed.), *Economics and Biology*, Cheltenham, Edward Elgar, 1995, p. xvii.
- ⁵⁴ Como ejemplo para demostrar la existencia de estas influencias puede consultarse el texto de HODGSON, G. M., *Economía y Evolución*, Madrid, Celeste, 1994, pp. 94 y ss. Entre las aportaciones que dudan de tal relación destaca el artículo de Gordon, S., «Darwin and Political Economy: The Connection Reconsidered», *Journal of the History of Biology*, 22, 1989, pp. 437-459.
- ⁵⁵ Para un repaso general a las relaciones entre Economía y Biología merece la pena leer la colección de artículos editada por HODGSON, G. M., (ed.), *Economics and Biology*, Cheltenham, Edward Elgar, 1995.
- ⁵⁶ Una comparación sintética de ambas posturas puede leerse en: GOWDY, J. M., «Bio-Economics: Social Economy versus Chicago School», *International Journal of Social Economics*, 14, 1987, pp. 32-42.
- ⁵⁷ ALCHIAN, A., «Uncertainty, Evolution, and Economic Theory», *Journal of Political Economy*, 58, 1950, pp. 211-222.
- ⁵⁸ *Ibid.*, p. 219. Una crítica al excesivo «mimetismo conceptual» de Alchian en la utilización de esta analogía biológica puede encontrarse en: TILTON PENROSE, E., «Biological Analogies in the Theory of Firm», *American Economic Review*, XLII, 1952, pp. 804-819 (especialmente, pp. 809-816).
- ⁵⁹ Entre los numerosos trabajos que acogen este punto de vista pueden consultarse: BECKER, G., «Altruism, Egoism, and Genetic Fitness: Economics and Sociobiology», *Journal of Economic Literature*, XIV, 1976, pp. 817-826. HIRSHLEIFER, J., «Economics from a Biological Viewpoint», *Journal of Law and Economics*, XX, 1977, pp. 1-52. TULLOCK, G., «Sociobiology and Economics», *Atlantic Economic Journal*, Septiembre, 1-10, 1979.
- ⁶⁰ HIRSHLEIFER, J., «Economics...», *op. cit.*, p. 2.
- ⁶¹ *Ibid.*, pp. 3-4.
- ⁶² Véanse DALY, H. E., «Chicago School Individualism versus Sexual Reproduction»: A Critique of Becker and Tomes», *Journal of Economic Issues*, Marzo, 1982, pp. 307-312. GOWDY, J. M., «Bio-Economics...», *op. cit.*, pp. 32-36. HODGSON, G. M., *Economía y evolución*, *op. cit.*, pp. 59-60.
- ⁶³ GOWDY, J. M., «Bio-Economics...», *op. cit.*, p. 34.
- ⁶⁴ HODGSON, G. M., «Introduction», en: HODGSON, G. M., (ed.), *Economics and Biology*, *op. cit.*, p. xvii.
- ⁶⁵ WOLMAN, A., «The metabolism of Cities», *Scientific American*, 213, (3), 1965, pp. 178-193. Hay traducción castellana en: *Scientific American, La ciudad*, Madrid, Alianza, 1967, pp. 199-222 (por la que se cita). Wolman profundiza, de paso, en los argumentos ya esgrimidos en su ponencia al citado Simposio Internacional una década antes. Véase: WOLMAN, A., «Disposal of man's Wastes», en: THOMAS, W., (ed.), *Man's Role...*, *op. cit.*, vol. 2, pp. 807-816.
- ⁶⁶ WOLMAN, A., «El metabolismo de la ciudad», *op. cit.*, pp. 199-200.
- ⁶⁷ DALY, H. E., «On Economics as a Life Science», *Journal of Political Economy*, Mayo. Hay traducción castellana («La economía como ciencia de la vida») 1968, en: DALY, H. E., (ed.), *Economía, ecología y ética*, México, FCE, 1989, pp. 247-261 (por la que se cita).
- ⁶⁸ *Ibid.*, p. 252.
- ⁶⁹ Véase: GEORGESCU-ROEGEN, N., *Analytical Economics*, Harvard University Press, Cambridge Mass., 1966, pp. 98-99.
- ⁷⁰ GEORGESCU-ROEGEN, N., *La ley de la entropía...*, *op. cit.*, p. 381. También: GEORGESCU-ROEGEN, N., «Energy and Economic Myths», en: *Energy and economic myths*, New York, Pergamon, 1976, p. 25.
- ⁷¹ GEORGESCU-ROEGEN, N., *La ley de la entropía...*, *op. cit.*, p. 67. Daly insistía también en este mismo aspecto (*Ibid.*, pp. 251-252).
- ⁷² Parece ser que la primera noticia que se tiene de este término es el libro de REINHEIMER, H., publicado en 1913 y titulado *Evolution by Co-operation: A Study in Bioeconomics*, London, Paul Kegan. Georgescu-Roegen no lo utilizará expresamente hasta 1972 —fecha en que le es sugerido por una carta de Jiri Zeman fechada el 24 de abril— es decir, un año después de su *The Entropy Law...*, aunque el desarrollo fundamental —sin citar expresamente el término— con apoyos en Lotka y Schumpeter, puede verse también en esta contribución de 1971. Véase, por ejemplo, pp. 380 y ss.
- ⁷³ GEORGESCU-ROEGEN, N., «Man and Production», en: BARANZINI, F., y SCARZIERI, R., *Foundations of Economics*, Oxford, Basil Blackwell, 1986, p. 249n.
- ⁷⁴ He prestado atención a estos y otros aspectos de la obra de este economista en: CARPINTERO, O., «Economía y ciencias de la naturaleza: algunas consideraciones sobre el legado de Nicholas Georgescu-Roegen», *Información Comercial Española*, 779, 1999, pp. 127-142; y con algo más de detenimiento en: CARPINTERO, O., *La Bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen*, Barcelona, Montesinos, (en prensa), 2005.
- ⁷⁵ AYRES, R. U., y KNEESE, A. V., «Production, consumption and externalities», *American Economic Review*, 59, 1969, pp. 283-297. Hay traducción castellana —por la que se cita—: «Producción, consumo y externalidades», en: GALLEGO GREDILLA, J. A., (ed.), *Economía y medio ambiente*, Madrid, IEF, 1974, pp. 205-239.
- ⁷⁶ AYRES, R., KNEESE, A. V., D'ARGE, R., *Economics and the Environment. A Materials Balance Approach*, Baltimore, Resources For The Future, 1970.
- ⁷⁷ AYRES, R. U., y KNEESE, A. V., «Producción,...», *op. cit.*, pp. 206-207.
- ⁷⁸ En estrecha relación con esta circunstancia existe una cuestión semántica que tiene su importancia. No tiene mucho sentido hablar de consumo de energía pues la energía, en realidad, no se consume sino que sólo se utiliza. «Lo que se consume cuando usamos energía —escri-

ben los esposos Ehrlich— no es la energía en sí misma, sino su disponibilidad». Véase: EHRlich, P., et al., «Disponibilidad, Entropía y Leyes de la Termodinámica», (e. o. 1997) en: DALY, H. E., (ed), *Economía, ecología y ética*, México, FCE, 1989, p. 57.

⁷⁹ Este episodio lo narra Andreas Kahnert en su calidad de miembro de la UN Economic Commission for Europe. Véase: KAHNERT, A., «International Developments of Material Flow Accounting», 1997, en: EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, p. 7.

⁸⁰ AYRES, R. U., *Resources, Environment and Economics. Applications of the Materials/Energy Balance Principle*, 1978, New York, Wiley Interscience. En especial, pp. 171-203.

⁸¹ Estos trabajos se agruparon en dos tomos. Por un lado los relativos a grandes sectores económicos (actividades extractivas, química, etc.) en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Accounting for Resources 1: Economy-wide Applications of Mass-Balance Principles to Materials and Waste*, Cheltenham, Edward Elgar, 1998. De otra parte, los análisis de ciclo de vida para una selección de sustancias (cloro, cadmio, plomo,...). AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Accounting for Resources 2: The Life Cycle of Materials*, Cheltenham, Edward Elgar, 1998.

⁸² BILLEN, G., TOUSSAINT, F., PEETERS, P., SAPIR, M., STEENHOUT, A., VANDERBORGH, J. P., *L'ecosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*, Bruxelles, CRISP, 1983.

⁸³ FRIAS, J., GARRIDO, S., GASCÓ, J. M., HIDALGO, R., NAREDO, J. M., *Los flujos de agua, materiales y energía en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía y Hacienda, 1986.

⁸⁴ Del que damos cuenta con más detalle en un libro que aparecerá próximamente. Véase: CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria*, op. cit.

⁸⁵ Un ejemplo importante a este respecto y que figura como un antecedente destacable, aunque con diferencias metodológicas en relación con el de la Comunidad de Madrid, es el estudio de PARÉS, M.; POU, G., y TERRADAS, J., aplicado a Barcelona. *Vid. Ecología d'una ciutat: Barcelona*, Centre del Medi Urbà-Programa MAB, UNESCO, Barcelona, 1985. Se ha actualizado posteriormente en: BARRACÓ, H., PARÉS, M., PRAT, A., TERRADAS, J., *Barcelona 1985-1999. Ecología d'una ciutat*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1999.

⁸⁶ NAREDO, J. M., «La ordenación del Territorio, su evolución y perspectivas en la actual crisis de civilización», *Curso de ordenación del territorio*, Madrid, Colegio de Arquitectos de Madrid, 1983, p. 92.

⁸⁷ Una estructura presentará alta entropía cuando toda o la mayoría de su energía sea no disponible o, por el contrario, una estructura poseerá baja entropía cuando la mayoría de su energía sea disponible.

⁸⁸ EHRlich, P., et al., «Disponibilidad, Entropía y Leyes de la Termodinámica», op. cit., p. 56.

⁸⁹ ODUM, E. P., *Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma*, Barcelona, Vedral, 1992, pp. 70-71. Es este último un resultado sobre el que insistiremos al hablar de los límites del progreso técnico. Se puede ejemplificar el resultado de ambas leyes como sigue. Supongamos un proceso de conversión de energía solar (A) en alimento (C, glúcidos) a través de la fotosíntesis. Mientras la primera ley establece que: $A = B + C$, donde B es calor; la segunda ley nos informa de que C siempre es menor que A, por la disipación de B.

⁹⁰ GEORGESCU-ROEGEN, N., «¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?», en: AGUILERA, F., y ALCÁNTARA, V. (comps.) *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona, Icaria, 1994, p. 308.

⁹¹ GEORGESCU-ROEGEN, N., *The Entropy Law and the Economic Process*, op. cit. No obstante la reflexión «termoeconómica» de Georgescu remonta a 1964 con el prólogo a su libro *Analytical Economics*, 1996.

⁹² GEORGESCU-ROEGEN, N., «Energy and Economic Myths» en: *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*. Oxford, Pergamon, 1972, p. 9.

⁹³ Con la ayuda del álgebra elemental se observa lo siguiente: siendo $P = tp$; $X = tx$; $Y = ty$...se tiene que: $f(x, y, z, \dots) = F(tx, ty, tz, \dots)$, y como esa relación debe ser cierta para todo t tenemos que ambas funciones, f y F, son la misma: $f(x, y, z, \dots) = F(x, y, z, \dots)$ y que dicha función es una función homogénea de primer grado. En consecuencia, el supuesto tácito de que ambas expresiones son equivalentes a la hora de explicar un proceso de producción nos lleva a la conclusión de que los rendimientos a escala son constantes para todos y cada uno de los procesos productivos. Véase: GEORGESCU-ROEGEN, N., «Process in Farming versus Process in Manufacturing: A Problem of Balanced Development», (e. o. 1965), en: GEORGESCU-ROEGEN, N., *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*. Oxford, Pergamon, 1972, pp. 71-102. Una visión ampliada también a otras cuestiones puede encontrarse en: GEORGESCU-ROEGEN, N., op. cit., cap. IX, 1996 [1971].

⁹⁴ En efecto, la ausencia de la variable temporal sería equivalente a escribir que $s = v$ (espacio = velocidad) en vez de $s = vt$, como la relación entre el espacio y la velocidad en el movimiento uniforme. GEORGESCU-ROEGEN, N., «Dynamic Models and Economic Growth», en: *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*, op. cit., p. 239n.

⁹⁵ Georgescu reiteró en muchas ocasiones la falacia contenida en la capacidad de sustitución entre el capital y los recursos naturales. Esto le hizo enfrentarse a opiniones como la de Solow quién afirmaba que «si puede lograrse con gran facilidad la sustitución de los recursos naturales por otros factores, en principio no habrá "problema"». En este caso, el mundo puede seguir adelante sin recursos naturales, de modo que su agotamiento es sólo un acontecimiento, no una catástrofe». SOLOW, R., «La economía de los recursos o los recursos de la economía», (e. o. 1974), en: AGUILERA, F., y ALCÁNTARA, V., (comps.): *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona, Icaria, p. 153. En el fondo, basta percatarse de que la fabricación de capital manufacturado es imposible sin el concurso de los recursos naturales, para ver las inconsistencias empíricas a que puede dar lugar el manejo matemático de formulaciones como la función de producción Cobb-Douglas. Véase por ejemplo, GEORGESCU-ROEGEN, N., (1979). Recientemente en un número monográfico de la revista *Ecological Economics* dedicado al economista

rumano se celebró un encuentro en torno a la polémica de este autor con Solow y Stiglitz a finales de los setenta. Vid. «Forum: Georgescu Roegen versus Solow/Stiglitz», *Ecological Economics*, Vol. 22, 1997. Véase, en especial la contribución de DALY, H. E., a este debate, pp. 261-266 y 271-274.

⁹⁶ GEORGESCU-ROEGEN, N., *La ley de la entropía...*, op. cit., p. 353.

⁹⁷ FABER, M., et al., *Ecological Economics: Concepts and Methods*, Cheltenham, Edward Elgar, 1996, p. 116.

⁹⁸ En el capítulo 2 volveremos sobre este concepto.

⁹⁹ Las actas del Workshop fueron publicadas en: VAN GOOL, W., y BRUGGINK, J. J. C. (eds.), *Energy and Time in the Economic and Physical Sciences*, Amsterdam, North Holland, 1985. Resulta de especial provecho la lectura de los trabajos de PROOPS, J. L. R., «Thermodynamics and Economics: From Analogy to Physical Functioning» (pp. 135-174) y de FABER, M., «A Biophysical Approach to the Economy Entropy, Environment and Resources», (pp. 315-337).

¹⁰⁰ FABER, M.; NIEMES, H., y STEPHAN, G., *Entropy, Environment and Resources. An Essay in Physico-Economics*, Heidelberg, Springer-Verlag (traducción inglesa del original alemán publicado en 1983), 1987.

¹⁰¹ FABER, M.; MANSTETTEN, R., y PROOPS, J., *Ecological Economics...*, op. cit., 1996.

¹⁰² RUTH, M., *Integrating Economics, Ecology and Environment*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993. Para el modelo en concreto, pp. 129 y ss.

¹⁰³ Aparte de haber editado, junto con John Gowdy, un libro conmemorativo sobre el economista rumano (*Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, London, Edward Elgar, 1999), Mayumi acaba de poner en circulación un texto en el que recoge sus principales contribuciones de la década de los noventa que ha titulado significativamente: *The Origins of Ecological Economics. The Bioeconomics of Nicholas Georgescu-Roegen*, London, Routledge, 2001.

¹⁰⁴ VITOUSEK, P. A., et al., «Human Appropriation of the Product of Photosynthesis», *Bioscience*, Vol. 34, 1986, p. 369.

¹⁰⁵ NAREDO, J. M., «El Proceso Industrial visto desde la Economía Ecológica» *Economía Industrial*, 297, 1994, p. 66.

¹⁰⁶ ODUM, E. P., lo denomina *modelo vital o sustentador de vida*. Véase: ODUM, E. P., *Ecología...*, op. cit., p. 6.

¹⁰⁷ NAREDO, J. M., «Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla», *Ciudades para un Mundo Sostenible*, Madrid, MOPTMA, 1996, p. 29. A este respecto conviene dar cuenta de la importante investigación que, dirigida por el propio Naredo y por Antonio Valero, ha estimado el coste de reposición (en términos energéticos) asociado a una serie de sustancias minerales de la corteza terrestre que formarían parte del «capital natural». Vid., NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1999.

¹⁰⁸ En CARPINTERO, O., op. cit., cap. IV, hemos prestado atención a los rasgos básicos de este enfoque y al contexto de aparición y propuestas contenidas en el Informe Brundtland.

¹⁰⁹ MALEBAUM, W., *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000*, McGraw-Hill, New York, 1978. Una continuación de los esfuerzos de Malenbaum es la encabezada por TILTON, J., (ed.), *World Metal Demand, Resources for the Future*, Washington, D.C., 1990.

¹¹⁰ MALEBAUM, W., *World Demand...*, op. cit., p. 2.

¹¹¹ Pueden consultarse, entre la creciente bibliografía, los siguientes trabajos: HERMAN, R., ARDEKANI, S. A., AUSUBEL, J. H., «Dematerialization», en: National Academy of Engineering, *Technology and Environment*, National Academy Press, 1989, pp. 50-69; BERNARDINI, O y GALLI, R., «Dematerialization: Long-Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy», *Futures*, Mayo, 1993, pp. 431-448; WERNICK, I. K., et al, «Materialization and dematerialization», *Daedalus*, 125, 1996, pp. 171-198; El artículo de CLEVELAND, C., y RUTH, M., «Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use», *Journal of Industrial Ecology*, Vol 2, n.º 3, 1999, pp. 15-50, es una documentada síntesis de la polémica, abarcando la mayoría de los planos sobre los que se ha desarrollado la discusión.

¹¹² Para la cuestión de los servicios, una razonable panorámica de la controversia desmaterializadora, así como de las posibilidades mostradas por los denominados servicios «eco-eficientes», puede encontrarse en HEISKANEN, E., y JALAS, M., *Dematerialization Through Services. A Review and Evaluation of the Debate*, The Finnish Environment, 2000, 436. Más críticamente, aunque con menor grado de detalle, resulta de interés: ROPKE, I., «Is consumption becoming less material? The case of services», *International Journal of Sustainable Development*, 4, (1), 2001, pp. 33-47.

¹¹³ La distinción y su formalización se deben a de BRUYN, S. M., y OPSCHOOR, J. B., «Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations», *Ecological Economics*, 20, 1997, p. 258.

¹¹⁴ HERMAN, R., et al., «Dematerialization», op. cit., p. 50.

¹¹⁵ CLEVELAND, C., y RUTH, M., «Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use», *Journal of Industrial Ecology*, Vol 2, n.º 3, 1999, p. 16.

¹¹⁶ OCDE/IEA, *Energy Balances of OECD Countries, 1997-1998*, París, 2002.

¹¹⁷ JÄNICKE, M., et al., «Economic structure and environmental impacts: East-West comparisons», *Environmentalist*, 9, 1989, pp. 171-182. Una matización y demostración de que los resultados «desmaterializadores» de Jänicke se volvieron «rematerializadores» a finales de los ochenta y en la década de los noventa en países como Bélgica, Francia, Holanda, Gran Bretaña y Estados Unidos en: De BRUYN, S., VAN DEN BERGH,

J. OPSCHOOR, H., «Structural change, growth, and dematerialization: an empirical analysis», en: VAN DEN BERGH, J., VAN DER STRAATEN, J., (eds.), *Economy and ecosystems in change*, Cheltenham, Edward Elgar, 1997, pp. 201-228. También detectan esta tendencia «rematerializadora» para el caso australiano: PINCTON, T., y DANIELS, P.L., «Ecological restructuring for sustainable development: evidence from the Australian economy», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 405-425.

¹¹⁸ Así lo recuerdan GROSSMAN y KRUEGER: «[Los análisis] encuentran que la degradación ambiental y la renta siguen una relación de U-invertida, con una contaminación creciente cuando la renta se encuentra en niveles bajos y decreciente cuando la renta se acerca a los niveles superiores». Vid. «Economic growth and environment», WP-4634, National Bureau of Economic Research, p. 2.

¹¹⁹ Véase, por ejemplo, a favor de una CKA para este tipo de emisiones: HOLTZ-EAKIN, D., y SELDEN, T., «Stocking the fires? CO₂ emissions and economic growth», 1992, WP-4248, National Bureau of Economic Research; Desde una perspectiva a largo plazo tienen interés: ROBERTS, J. T., y GRIMES, P., «Carbon intensity and economic developments 1962-1991: a brief exploration of the environmental Kuznets curve», *World Development*, 25, 1997, pp. 191-198; y también: SUN, J.W., y MERISTO, T., «Measurement of Dematerialization/Materialization: A case Analysis of Energy Saving and Decarbonization in OECD Countries, 1960-1995», *Technological Forecasting and Social Change*, 60, 1999, pp. 275-294. Paul Ekins presenta dudas en un análisis pormenorizado de casos (EKINS, P., «The Kuznets Curve for the environment and economic growth: examining the evidence», *Environment and Planning*, 29, 1997, pp. 805-830), y para España, existen dos trabajos que dejan también mal parada la hipótesis de la CAK para el dióxido de carbono pero también para el resto de sustancias a excepción del dióxido de azufre. Véase: ROCA, J., y ALCÁNTARA, V., «Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29, 2001, pp. 553-556. ROCA, J.; PADILLA, E.; FARRÉ, M., y GALLETTO, V., «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, 2001, pp. 85-99.

¹²⁰ Un buen resumen de los mismos se encuentra en: DE BRUYN, S., y HEINTZ, R. J., «The environmental Kuznets curve hypothesis», en: VAN DEN BERGH, J., (ed.), *Handbook of Environmental...*, op. cit., 1999, pp. 656-677.

¹²¹ HOLTZ-EAKIN, D., y SELDEN, T., «Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth», WP-4248, National Bureau of Economic Research, 1992, p. 3.

¹²² Un excelente repaso crítico de estas «evidencias empíricas» en: EKINS, P., «The Kuznets Curve for the environment and economic growth: examining the evidence», *Environment and Planning*, 29, 1997, pp. 805-830.

¹²³ PANAYOTOU, T., «Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development». Cfr. EKINS, P., «The Kuznets Curve for the environment and economic growth: examining the evidence», *Environment and Planning*, 29, 1997, p. 806.

¹²⁴ GROSSMAN, G., y KRUEGER, A., «Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement», WP-3914, National Bureau of Economic Research, 1991, pp. 35-36.

¹²⁵ PANAYOTOU, T., «Empirical tests and policy ...», op. cit. Cfr. EKINS, P., «The Kuznets Curve...», op. cit., 1997, p. 806.

¹²⁶ GATT, *El comercio mundial, 1990-1991*. Ginebra, 1991, p. 22.

¹²⁷ He ampliado esta cuestión en: CARPINTERO, O., *Entre la economía y la naturaleza...*, op. cit., pp. 240 y ss.

¹²⁸ TINBERGEN, J., y HUETING, R., «El PIB y los precios de mercado»; en: GOODLAND, R., et al., (eds) *Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland*. Madrid, Trotta, p. 65.

¹²⁹ BINSWANGER, H. C., *Protección del medio ambiente y crecimiento económico*, Bilbao, Cuadernos Bakeaz de Economía y Ecología, N.º 6, 1994, p. 3.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 4.

¹³¹ Véase: MEADOWS, D., y RANDERS, J., *Más allá de los límites al crecimiento*, Madrid, El País-Aguilar, 1992, p. 220.

¹³² A este respecto tiene interés reproducir, —aunque sólo sea por su «fina» ironía— la anécdota asociada con el ecólogo Antoni Farras y reproducida por Jorge Riechmann [«este proceder se parece mucho al del hombre] que se deja cortar un dedo a cambio de dinero para pagar con ese dinero los trabajos de un cirujano y un ortopedista fabricante de dedos artificiales que le implantan la prótesis correspondiente: prótesis que naturalmente nunca hubiese necesitado si no se hubiese dejado cortar el dedo». FERNÁNDEZ BUEY, F., y RIECHMANN, J., *Ni tribunos*, Madrid, Siglo XX, 1996, p. 223.

¹³³ EKINS, P., «The Kuznets Curve...», op. cit., p. 807.

¹³⁴ CLEVELAND, C., y RUTH, M., «Indicators of dematerialization...», op. cit., pp. 40-41. Esto parece claro en algunos casos como el SO₂. Por otra parte, en muchos casos de sustancias individuales no se describe ninguna trayectoria de U-invertida, como por ejemplo con los residuos sólidos urbanos o las emisiones de dióxido de carbono.

¹³⁵ Con aportaciones de MARTÍNEZ ALIER, J. o GUHA, R.

¹³⁶ Véase: *Ecological Economics*, 25, 1998, *Environment and Development Economics*, 3, 1996.

¹³⁷ TORRAS, M., y BOYCE, J. K., «Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve», *Ecological Economics*, 25, 1998, pp. 147-160. En la misma línea aunque con algunos matices relativos al papel de los hogares: HEERINK, N., MULATU, A., BULTE, E., «Income inequality and environment: aggregation bias in environmental Kuznets curves», *Ecological Economics*, 38, 2001, pp. 359-367.

¹³⁸ Sobre esta cuestión insistiremos en el capítulo 7 donde damos buena cuenta de las referencias oportunas.

- ¹³⁹ Véase, por ejemplo: ROHTMAN, D.S., «Environmental Kuznets curves-real progress or passing the buck? A case consumption-based approaches», *Ecological Economics*, 25, 1998, p. 184.
- ¹⁴⁰ ARROW, K., et al., «Economic Growth, carrying capacity, and the environment», *Science*, 268, 1995, pp. 520-521.
- ¹⁴¹ *Ibid.*, p. 520.
- ¹⁴² *Ibidem.*
- ¹⁴³ DE BRUYN, S., y OPSCHOOR, J.B., «Developments in the throughput...», *op. cit.*, pp. 264-266.
- ¹⁴⁴ Los trabajos que fundamentan esta tesis arrancan sobre todo de mediados de los ochenta: Véase, por ejemplo: LARSON, E., et al., «Beyond the Era of Materials», *Scientific American*, 254, 1986, pp. 34-41, y también: WADELL, L. M., y LABYS, W. C., «Transmaterialization: Technology and materials demand cycles», *Materials and Society*, 12, 1988, pp. 59-85. Desde un punto de vista geográfico para Estados Unidos: WILLIAMS, R. H., y LARSON, E. D., «Materials Affluence, and Industrial Energy Use», *Annual Review of Energy*, 12, 1987, pp. 99-144. LABYS, W. C., y WADELL, L. M., «Commodity lifecycles in U.S. materials demand», *Resources Policy*, 15, 1989, pp. 238-252; y para Gran Bretaña: HUMPHREYS, D., y BRIGGS, S., «Mineral Consumption in the U.K. 1945-1980: A Statistical Analysis», *Resources Policy*, 9, 1983, pp. 4-22. Por último, un artículo panorámico en: LABYS, W. C., «Transmaterialization», 2002, en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W., (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Cheltenham, Edward Elgar, 2002, pp. 202-208. Una reseña crítica de estas y otras contribuciones, así como de los aspectos adyacentes, puede consultarse en: BUNKER, S., «Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial», *Ecología Política*, 13, 1996, pp. 81-89.
- ¹⁴⁵ LARSON y ROSS, «Materials, affluence...», *op. cit.*, p. 125.
- ¹⁴⁶ STILLER, H., *Material Intensity...*, *op. cit.*, pp. 9-23.
- ¹⁴⁷ Por ejemplo, en el caso de las P-aramidas o poliamidas aromatzadas —compuestos orgánicos que se pueden transformar en fibras con diferentes aplicaciones— de mayor densidad y firmeza que las fibras de carbono o vidrio—, la producción mundial está dominada únicamente por dos compañías: Dupont y Kevlar que se reparten al 60/40 la fabricación de 30.000 toneladas al año. Véase: STILLER, H., *Material Intensity...*, *op. cit.*, p. 11.
- ¹⁴⁸ JESPERSEN, J., «Reconciling environment and employment. Switching from goods to services?», Paper presentado al *Eco-Efficient Services Seminar*, Wuppertal Institute, Germany, 1994. Citado por: NORGARD, J., «Declining Efficiency in the economy», *Gaia*, 5-6, 1995.
- ¹⁴⁹ Green Design Initiative, *Economic Input-Output Life Cycle Assessment Model*, Carnegie Mellon University, (<http://www.eiolca.net>), 2003.
- ¹⁵⁰ ROPKE, I., «Is consumption becoming less material?», *op. cit.*, p. 39.
- ¹⁵¹ *Ibid.*, p. 41.
- ¹⁵² MEADOWS, D., y RANDERS, J., *Más allá de los límites*, Madrid, El País/Aguilar, 1992, p. 111.
- ¹⁵³ PARKER, E., «Social implications of computer/telecom systems», *Telecommunications Policy*, 1, 1976, p. 5. Citado por: MARVIN, S., «Environmental flows. Telecommunications and the dematerialization of cities?» *Futures*, 29, 1997, p.50. Énfasis nuestro.
- ¹⁵⁴ CASTELLS, M., *La era de la información*, Vol. 1, Madrid, Alianza., 1997, p. 514. Una crítica bien fundamentada a estos anhelos puede encontrarse en: GARCÍA, E., «Entre la información y el petróleo: Luces y sombras de la promesa de una "modernización ecológica" y un "desarrollo sustentable"», *Sistema*, Vol. 162-163, 2001, pp. 149-172.
- ¹⁵⁵ Recientemente han aparecido una serie de contribuciones que abordan sistemáticamente la relación de las TICs y la «Nueva Economía» con la sostenibilidad ambiental. En especial merece la pena consultar PARK, J. ROOME, N., (eds), *The Ecology of the New Economy*, Sheffield, Greenleaf Publishing, 2002. HILTY, L.M., y GILGEN, P.V., (eds.), *Sustainability in the Information Society*, Marburg, Metropolis Verlag, 2001 además de las aportaciones al número monográfico de la revista *Journal of Industrial Ecology* (vol. 6, número 2, 2003.).
- ¹⁵⁶ El volumen 28 (números 6-7) de *Energy Policy* ha sido uno de los que últimamente se ha dedicado monográficamente al análisis de esta cuestión.
- ¹⁵⁷ «En menos de 100 años —relataba el economista británico— la eficiencia de la máquina ha aumentado al menos 10 veces; y apenas es necesario decir que es la baratura de la energía lo que nos permite sacar ríos de nuestras minas, trabajar nuestros pozos de carbón a pesar de las inundaciones y las arenas movedizas, desaguar nuestras ciudades y tierras bajas, y llevar agua a los más altos lugares (...) Ulteriores mejoras de la máquina sólo pueden tener el mismo resultado de extender el uso de un agente tan poderoso» (JEVONS, W.S., *El problema del carbón*, Madrid, (1865), [2000], Pirámide, pp 165-166). A lo que añade: «es completamente una confusión de ideas suponer que el uso económico del carburante equivale a un consumo disminuido. La verdad es todo lo contrario (...) Es la misma economía de su utilización la que lleva a su consumo extensivo. Ha sido así en el pasado y será así en el futuro. Ni siquiera es difícil ver cómo surge esta paradoja», (*Ibid.*, p. 161).
- ¹⁵⁸ KHAZZOOM, D. J., «Economic implications of mandated standards for household appliances», *Energy Journal*, 1, 1980, pp. 21-40.
- ¹⁵⁹ SCHIPPER, L., y GRUBB, M., «On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries», *Energy Policy*, 28, 2000, pp. 367-388.
- ¹⁶⁰ Citado en: JOKINEN, P.; MALASKA, P., y KAIVO-OJA, J., «The environment in a "information society", *Futures*, 30, 1998, p. 494.
- ¹⁶¹ Este sería sólo el efecto precio puro causante del efecto rebote, pero la literatura ha diferenciado una variedad mayor de efectos desencadenantes (renta, secundarios, globales, de transformación...). Una correcta sistematización de los mismos se puede hallar en GREENING, L.A.; GREENE, D.L., y DIGIOLIO, D., «Energy efficiency and consumption —the rebound effect— a survey», *Energy Policy*, 28, 2000, pp. 390-392.

- ¹⁶² BINSWANGER, M., «Technical progress...», *op. cit.*, p. 123.
- ¹⁶³ GREENING, L. A., et al., «Energy efficiency...», *op. cit.*, p. 398.
- ¹⁶⁴ BUNKER, S., «Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial», *Ecología Política*, 13, 1996, p. 83. Esto no significa, sin embargo, que caigan en saco roto los propósitos de utilizar la tecnología para reducir en un Factor 10 (Declaración de Carnoules) o, más comedidamente, en un Factor 4 (WEISZÄCKER, E. U., LOVINS, A & H., *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*, Barcelona, Círculo de Lectores-Galaxia Gutenberg, 1996), los flujos de energía y materiales en la producción de bienes y servicios en términos absolutos. Tan sólo que es preciso acompañarlos con otras medidas que tiendan a reducir el consumo de los propios objetos, puesto que ahora sabemos más que antes: sabemos que tecnológicamente es posible. La cuestión es evitar, en este caso, que por aumentos en el consumo, el saldo de la operación sea finalmente negativo para el medio ambiente. Y en esto, el marco institucional suele favorecer uno u otro tipo de resultado. De hecho, si hacemos caso a Schmidt-Bleek —que fue el primero en poner en circulación la sugerencia— se trataría de reducir en un «factor de 10» los flujos de energía y materiales en los próximos 100 años, como única forma de hacer compatible a largo plazo la vida humana en el planeta (SCHMIDT-BLEEK, F., *Wieviel Umwelt braucht der Mensch*, Heidelberg, Birkhäuser Verlag, 1993, pp. 167-173). Esto se lograría gracias a las mejoras en la eficiencia en el uso de los materiales y la energía y la eliminación de mecanismos perversos como las subvenciones que incentivan el uso masivo de recursos, lo que permitiría seguir manteniendo los niveles de bienestar reduciendo la utilización de los recursos. En los primeros cincuenta años, la reducción alcanzaría el 50 por 100 del objetivo a escala global, dejando el resto para la segunda parte del período. Naturalmente, para lograr esa meta, Schmidt-Bleek plantea estrategias diferentes según hablemos de países ricos o países pobres. Sobre todo porque en el punto de partida los primeros utilizan el 80 por 100 de los recursos, dejando para la mayoría de la población mundial que habita en los segundos, el 20 por 100 restante. Así, los países ricos deberán alcanzar el factor 10 de reducción en 50 años, mientras que las naciones pobres podrán aumentar su consumo de recursos hasta el 40 por 100 del total, comenzándose a aplicar las rebajas por aumento de la eficiencia a partir de ese momento y hasta el final del período (SCHMIDT-BLEEK, F., *Wieviel Umwelt braucht der Mensch*, *op. cit.*, 1993, p. 169). Para contribuir a la difusión internacional de la propuesta, el científico alemán fundó en 1994 el «Club Factor 10» que agrupa desde entonces a los investigadores más prestigiosos en el campo de los estudios ambientales, y que ha divulgado sus principios a través de la «Declaración de Carnoules». Entre los miembros del Club se encuentran científicos como HERMAN DALY, AYRES, R. U.; SACHS, W., y VON WEISZÄCKER, E. U., etc. Una lista completa de los miembros se puede consultar en SCHMIDT-BLEEK, F., *Das MIPS Konzept*, Droemer Verlag, 1998, pp. 286-288.
- ¹⁶⁵ PLEPYS, A., «The grey side of ICT», *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 2002, p. 518.
- ¹⁶⁶ HILTY, L. M., y RUDDY, TH., «The information Society and Sustainable Development», *Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland. Discussion Paper 2000-03.* (www.fhso.ch/pdf/publikationen/), 2000, p. 11.
- ¹⁶⁷ Citado en: FICHTER, K., «E-Commerce. Sorting out the Environmental Consequences», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, 2003, p. 23.
- ¹⁶⁸ GARD, D. L., y KEOLEIAN, G. A., «Digital versus Print: Energy Performance in the Selection and Use of Scholarly Journals», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, 2003, pp. 115-131.
- ¹⁶⁹ HEINONEN, S.; KOKINEN P., y KAIVO-OJA, J., «The ecological transparency of the information society», *Futures*, 33, 2001, p. 320.
- ¹⁷⁰ HILTY, L. M.; RUDDY, TH., y SCHULTHNESS, D., «Resource Intensity and Dematerialization Potential of Information Society Technologies», *Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland. Discussion Paper 2000-01.* (www.fhso.ch/pdf/publikationen/), 2000, p. 3.
- ¹⁷¹ No obstante, parece que las tendencias a la reducción del peso y consumo de recursos, así como a la duplicación de la capacidad de los chips encontrará un tope, tal y como lo conocemos, en 2010, debido a que la materia se comporta de forma diferente por debajo de los 100 nanómetros (HILTY, et al., *op. cit.*, 2000, p. 4).
- ¹⁷² KAWAMOTO, K., et al., «Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S.: Detailed Report and Appendices», LBNL-45917, 2001, p. 16. (www.enduse.lbl.gov).
- ¹⁷³ AIMC, *Navegantes en la red*, (<http://www.aimc.es>), 2002.
- ¹⁷⁴ MARVIN, S., «Environmental flows. Telecommunications and the dematerialization of cities?», *Futures*, 29, 1997, p. 53.
- ¹⁷⁵ PLEPYS, A., «The grey side...», *op. cit.*, p. 520. Además a la hora de cuantificar los ahorros es preciso tener en cuenta el sistema de desplazamiento (automóvil privado, transporte público, bicicleta o caminando), pues los costes energéticos difieren considerablemente.
- ¹⁷⁶ Digital Europe, *Virtual dematerialization: ebusiness and factor X*, Interim Report. Information Society Technologies, 2002, p. 49.
- ¹⁷⁷ MATTHEWS, H. S., y HENDRICKSON, C. T. «Economic and Environmental Implications of Online Retailing in the United States», en: HILTY, L. M., y GILGEN, P. W. (eds.), *Sustainability in the Information Society*, Marburg, Metropolis Verlag, Vol. 1, 2001, p. 71.
- ¹⁷⁸ WILLIAMS, E., y TAGAMI, T., «Energy analysis of e-commerce and conventional retail distribution of books in Japan», en: HILTY, L. M., y GILGEN, P. W. (eds.), *Sustainability in the Information Society*, Marburg, Metropolis Verlag, Vol. 1, 2001, pp. 73-80. WILLIAMS, E., y TAGAMI, T., «Energy Use in Sales and Distribution via E-Commerce and Conventional Retail», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, 2003, pp. 99-113.
- ¹⁷⁹ VALERO, M., «Coste energético de la revolución informática», *Revista de Libros*, Mayo, 2002, p. 31.
- ¹⁸⁰ GALEA, CH., y WALTON, S., «Is e-commerce sustainable!», en: PARK, J., ROOME, N., (eds.), *The Ecology of the New Economy*, Sheffield, Greenleaf Publishing, 2002, pp. 107-108.
- ¹⁸¹ LOVINS, A., *Openpit mining*, 1973, p. 1. Cfr. MEADOWS, D. & D., y RANDERS, J., *Más allá...*, *op. cit.*, p. 111.

- ¹⁸² CARPINTERO, O., «África como abastecedora de minerales estratégicos», en: ICEX/ICEI, *Claves de la economía mundial 2004*, Madrid, pp. 447 - 459.
- ¹⁸³ Citado en: PLEPYS, A., «The grey side...», *op. cit.*, 2002, p. 515.
- ¹⁸⁴ VALERO, M., «Coste energético...», *op. cit.*, 2002, p. 31.
- ¹⁸⁵ MALLEY, M., «Ein einfacher PC mit Bildschirm verbraucht 19 Tonnen Ressourcen», *Telepolis aktuell* (<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/1367/1.html>), 1998.
- ¹⁸⁶ Cabe señalar que las discrepancias a este respecto son fuertes. Por ejemplo, la estimación de Mills de 1,5 millones de vatios (5,4 GJ), (MILLS, M. P., *The Internet Begins with Coal: a preliminary exploration of the impact of Internet on electricity consumption*, The Greening Earth Society, Arlington, 1999), es inferior a la citada por nosotros en el texto, al igual que la de Valero (2002) que aporta un valor medio de 1 millón de vatios (3,6 GJ). En todo caso ambas son superiores a la ofrecida por Tekawa (300 kwh = 1,08 GJ), (Tekawa, 1997, citado en KOOMEY, J., et al., «Initial comments on "The Internet begins with coal"», *Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory*, 1999, p. 8, (www.enduse.lbl.gov)). Aparte de las diferencias metodológicas, en los dos primeros casos se mezcla el consumo de energía eléctrica final (sin estar claro si se refieren sólo a la etapa de fabricación o a todo el ciclo de vida), lo que transformado a energía primaria con una eficiencia de un tercio, nos aproximaría algo más a la cifra de energía primaria manejada más arriba. Cabe señalar que, a pesar de todo, la estimación de 10-12 GJ estaría todavía muy por debajo de los 20,8 GJ de energía incorporada al ciclo de vida (extracción, fabricación, uso y deposición) de un monitor (CRT) de ordenador de mesa —si hemos de hacer caso al estudio realizado al efecto por la EPA estadounidense (EPA, (2001), *op. cit.*, p. 9)—. De esta forma se acabaría dando la razón a Grote cuando, hace ya unos años, estimaba el consumo de energía para un PC, en todas sus fases, en 37,5 GJ (citado por HILTY, et al., «Resource Intensity...», *op. cit.*, p. 2).
- ¹⁸⁷ HILTY, et al., «Resource Intensity...», *op. cit.*, p. 2. Estas cifras deberían servir también para relativizar los costes ambientales asociados a otra actividad que ha venido proliferando con fuerza al apoyarse en la utilización de aparatos informáticos: la expansión de la formación y educación «en red» o «virtual». Como han demostrado Herring y Roy, cuando se comparan tres sistemas de docencia universitaria alternativos como el presencial (campus), a distancia con soporte de papel, y a distancia con soporte electrónico, se llega a la conclusión de que es preferible el segundo sistema, habida cuenta el importante coste ambiental incorporado en los ordenadores (HERRING, H., y ROY, R., «Sustainable services, electronic education and the rebound effect», *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 2002, pp. 529 y ss).
- ¹⁸⁸ Mining Africa Yearbook, *FAQ, Mines, Mining And Exploration in Africa*, (<http://infomine-africa.com>), 2003.
- ¹⁸⁹ Para el desarrollo de esta cuestión, véase: CARPINTERO, O., «África como abastecedora de minerales estratégicos», *op. cit.*
- ¹⁹⁰ Citado en: PLEPYS, A., «The grey side...», *op. cit.*, p. 516.
- ¹⁹¹ KAWAMOTO, K., et al., «Electricity use...», *op. cit.*, p. 1.
- ¹⁹² Las dos referencias se recogen en: FLOYD, D.B., y WEBER, C., «Leaking Electricity: Individual Field Measurement of Consumer Electronics», 1999, p. 1, (<http://www.enduse.lbl.gov>), donde se analizan 600 productos diferentes (videos, televisores, ordenadores, frigoríficos,...) llegando a la conclusión de que el consumo medio del modo «pre-encendido» es de 4 vatios por aparato, aunque en 38 productos llega a ser mayor a 10 vatios (*ibid.*, p. 11).
- ¹⁹³ KOOMEY, J., et al., «Initial comments...», *op. cit.* Entre otras cosas, se vio que Mills había confundido los «servidores» con el número de páginas web, además de adoptar otras hipótesis algo arriesgadas en relación al consumo de las centrales telefónicas, de las horas de utilización de los ordenadores, etc.
- ¹⁹⁴ Citado en: PLEPYS, A., «The grey side...», *op. cit.*, p. 517.
- ¹⁹⁵ AIMC, *Navegantes en la red*, 2002, p. 5.
- ¹⁹⁶ KAWAMOTO, K., et al., «Electricity use...», *op. cit.*, p. 15.
- ¹⁹⁷ CMMAD, *Nuestro futuro común*, Madrid, Alianza, 1988, p. 262.
- ¹⁹⁸ World Resources Institute, *World Resources, 1994-1995*. Washington, D.C., 1995.
- ¹⁹⁹ CARPINTERO, O., «El papel del comercio internacional y el mito de la desmaterialización económica», en: NIETO, J., y RIECHMANN, J., (eds.): *Sustentabilidad y globalización*, Valencia, Germania, 2003. También: CARPINTERO, O., S. Echevarría y NAREDO, J. M. «Flujos físicos y valoración monetaria en el comercio mundial», en: NAREDO, J. M., A. Valero (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1999, pp. 325-348.

2

Metabolismo económico y huella ecológica: La sostenibilidad como un problema del tamaño o escala de la economía

«El drama de la vida es como un espectáculo de marionetas, donde el escenario, la escenografía, los actores y todo lo demás están hechos del mismo material. En efecto, los actores “tienen sus entradas y salidas”, pero la salida se realiza mediante la traslación a la sustancia del escenario, y cada entrada es una escena de transformación. Así el escenario y los jugadores están unidos en la asociación estrecha de una comedia íntima; y si queremos captar el espíritu de la obra, no debemos permitir que toda nuestra atención la absorban los personajes, sino que deberá extenderse también al escenario, del que han nacido, en el que se desenvuelven, y con el que volverán a fundirse dentro de poco».

A.J. LOTKA¹

«Parece poco probable que el mundo pueda soportar una economía dos veces superior a la actual, por no hablar una de entre cinco y diez veces superior, tal y como proponía Brundtland».

ROBERT GOODLAND²

I. LA RECUPERACIÓN DE LA «VIEJA METÁFORA» A FINALES DEL SIGLO XX: ENTRE EL METABOLISMO ECONÓMICO Y LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL

A diferencia de los años sesenta y setenta, la década de los noventa se va a caracterizar por recuperar la metáfora del metabolismo económico y del balance de materiales, *pero ahora vinculada al problema de la sostenibilidad ambiental de las economías industriales*. En la introducción, y en otros lugares más detalladamente³, hemos argumentado que, a nuestro juicio, el debate sobre la sostenibilidad tiene que ver sobre todo con el tamaño que la esfera de las actividades económicas representa en el total de la biosfera, esto es, con la «escala» del sistema económico. Y

una buena forma de medir ese tamaño o «escala» en términos físicos normalmente pasa por contabilizar los flujos de energía y materiales que recorren la economía de un país, de modo que el afán por hacer operativa esa noción de «sostenibilidad» más allá de los simples indicadores monetarios, viene a abrir una etapa especialmente fértil para el conocimiento de las «bases materiales de las economías industriales». En las páginas que siguen haremos referencia a las diferentes herramientas que, sobre todo en el último decenio, han intentado cuantificar la sostenibilidad en estos términos. Pero a pesar del creciente abanico conceptual y metodológico, nos centraremos sobre todo en el análisis agregado, dejando para otro momento y lugar un estudio más detallado de las posibilidades ofrecidas desde el punto de vista de procesos productivos concretos o mercancías y sustancias particulares.

Los años finales del siglo XX ofrecieron un período de confluencia teórica y metodológica muy sugerente, que sirvió para revitalizar las enseñanzas de los pioneros de los años sesenta⁴. Dos nociones importantes se popularizaron entonces: la de *metabolismo* (socioeconómico, industrial,...) y la de *Ecología Industrial*. La noción de metabolismo ya presentaba dignos antecedentes en varias disciplinas sociales, apareciendo como un instrumento importante a la hora de cuantificar los flujos de energía y materiales que atravesaban las economías a lo largo del tiempo. Aunque la recuperación de esta herramienta teórica vino asociada al análisis de las economías industriales, merece la pena señalar que el concepto de metabolismo *socioeconómico* surge como una noción más amplia que la de metabolismo *industrial*, pues mientras éste último hace referencia al modo de producción y consumo actualmente vigente, aquel incluiría el estudio de todos aquellos modos de producción que se han sucedido a lo largo de la historia⁵. Por tanto, el metabolismo económico recogerá siempre dos aspectos principales que servirán para medir físicamente los procesos de producción y consumo dentro de una sociedad⁶.

En primer lugar tendremos los *flujos materiales* por unidad de tiempo, que incorporan los inputs procedentes del medio ambiente que pasan al sistema económico (en toneladas o Kg/año) y que una vez transformados en bienes y servicios, regresan de nuevo al medio ambiente como residuos. En segundo lugar está el flujo de *energía* necesario para poner en marcha la maquinaria económica (combustibles fósiles, biomasa, solar, etc.). Parece claro que, *al menos*, todas las sociedades necesitan un flujo de energía y materiales en consonancia con las «demandas biológicas» de sus respectivas poblaciones, lo que viene a suponer, *por habitante y día*, unos 12 MJ de energía, 10 kilogramos de aire, entre 2 y 4 kilogramos (litros) de agua, y de 2 a 3 kilogramos de biomasa para un adulto medio⁷. A partir de aquí, el metabolismo socioeconómico dependerá de los requerimientos de energía y materiales que cada economía demande para fabricar y consumir bienes y servicios, que serán diferentes cuantitativa y cualitativamente, según estemos hablando de sociedades cazadoras-recolectoras⁸, agrarias o industriales.

Comparando los datos que se recogen en la Tabla 2.1. se pueden extraer varias conclusiones interesantes. La primera que salta a la vista es la adaptación de las sociedades cazadoras-recolectoras y agrarias a los recursos naturales *renovables* que les ofrecen los ciclos biológicos (lo que Fischer-Kowalski y Haberl llaman metabolismo social *básico*). Mientras, las sociedades industriales, por contra, hacen un uso exhaustivo de recursos más allá de los proporcionados por esas fuentes *renovables*, apuntalando un metabolismo *extendido* en el que incorporan todo tipo de flujos «no renovables», ya sean energéticos o minerales. El resultado revela que las economías industriales requieren entre 4 y 20 veces más energía por habitante y año que las sociedades de base agraria o cazadora-recolectora; a la vez que demandan entre 5 y 20 veces más inputs materiales. Este crecimiento en las exigencias de las modernas sociedades se ha venido apoyando en un progresivo proceso de «colonización»⁹ humana de la naturaleza para sus propios fines, que da sus primeros pasos con la agricultura y se modifica cualitativamente con la civilización industrial al apelar no sólo a la biomasa sino a los recursos proporcionados por la corteza terrestre¹⁰. *Queda claro, con estas cifras y argumentos, que los problemas relacionados con la sostenibilidad tienen mucho que ver con la dinámica de ese metabolismo extendido y las consecuencias de la estrategia «colonizadora» puesta en práctica por las economías industriales, donde su ritmo de utilización de recursos agotables las aboca a problemas de escasez creciente por el lado de los inputs, pero también a inconvenientes graves por el lado del output, habida cuenta la incapacidad de la biosfera para absorber los residuos generados por este modo de producción.*

Tabla 2.1
Metabolismo económico por habitante y año de diferentes modos de producción

	Sociedades cazadoras y recolectoras	Sociedades agrarias	Sociedades industriales
Input Energético (GJ/hab/año)	10-20 (comida, leña, ...)	65 (aprox.) alimentación: 3 piensos: 50 leña: 12	223 energía fósil: 125 hidroeléctrica: 23 leña y madera: 33 biomasa agrícola: 42
Input Material (tn/hab/año)	1 (aprox.) (comida, leña, ...)	4 (aprox.) alimentación: 0,5 pienso (m.s): 2,7 madera: 0,8	21,5 biomasa agrícola: 3,1 madera: 3,3 energía fósil: 3,0 arena, grava, ...: 9,0 otros: 3,2

Fuente: Fischer-Kowalski y Haberl, (1997) «Tons, Joules,...», *op. cit.*, p. 70. La sociedad industrial se refiere a Austria durante 1990. m.s: materia seca.

Aunque a mediados de los noventa se avanzó mucho en la teorización sistemática de estas cuestiones, ya vimos que la sugerencia de utilizar la herramienta metabólica para representar adecuadamente las relaciones economía-medioambiente en las sociedades industriales venía de años atrás. A finales de los ochenta ya se hablaba del metabolismo *industrial* y de la ecología *industrial* como propuestas para materializar ideas que estaban presentes en el debate científico y social desde hacía décadas; y dadas las similitudes semánticas, no debe extrañar que las zonas de intersección entre estos conceptos fueran múltiples y los planteamientos a menudo coincidentes. Tan coincidentes que, cuando se rastrea el origen próximo de ambos conceptos, los paralelismos surgen de inmediato. Por ejemplo, cabe recordar que fue en el mismo mes y año (septiembre de 1989) cuando se publicaron en revistas diferentes los dos trabajos que dieron comienzo a elaboraciones posteriores en ambos enfoques¹¹. Desde el punto de vista del metabolismo industrial, algunos debates en el seno de Naciones Unidas y la UNESCO dieron como resultado que un investigador como R.U. Ayres recogiese, en 1989, la vieja metáfora algo abandonada y popularizase la noción de «metabolismo industrial», esto es: 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 residuos¹². Abundando más en este asunto, las aportaciones de finales de los ochenta fueron completadas a comienzos de los noventa 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 en 1994 en forma de libro, y en la introducción, los editores recordaban que «...el metabolismo industrial comprende todas las transformaciones de energía y materiales que permiten al sistema económico funcionar, es decir, producir y consumir»¹³.

En el mismo momento en que el físico americano ofrecía en 1989 su particular propuesta, la ecología industrial adquirió también notoriedad con un célebre artículo de Frosch y Gallopoulos donde utilizaban una analogía biológica para vincular el funcionamiento de los sistemas industriales con el de los ecosistemas naturales. En este caso, el énfasis se ponía en la *necesidad* de modificar las pautas de comportamiento de los sistemas industriales para acercarlas a las de los ecosistemas naturales, buscando la complementariedad de las actividades económicas y aprovechando los residuos de una actividad como fuente de materias primas para la producción de otros bienes o servicios. Esto permitiría funcionar a la industria...

«...como una analogía de los sistemas biológicos (las plantas sintetizan los nutrientes que se comen los herbívoros, que a su vez alimentan a los carnívoros cuyos residuos y cuerpos sirven como alimento a otra generación de plantas). Puede que un ecosistema industrial ideal no se alcance nunca

en la práctica pero, si la civilización industrial quiere mantener su modo de vida —y las naciones subdesarrolladas quieren alcanzar un nivel similar—, los productores y los consumidores deben cambiar sus hábitos acercando posiciones entre sí sin afectar negativamente al medio ambiente»¹⁴.

Poco tiempo después, un trabajo de Frosch que pretendía atar con fuerte nudo los fundamentos filosóficos y metodológicos del nuevo enfoque insistía en el *propio metabolismo industrial como la base teórica de la ecología industrial a fin de asentar el conocimiento y el cambio de las prácticas empresariales*:

«La idea de una ecología industrial se basa en una sencilla analogía con los sistemas ecológicos. En la naturaleza el sistema ecológico opera a través de una red de conexiones en la que los organismos viven y consumen cada uno a partir de los residuos de los otros. El sistema ha evolucionado de tal forma que lo característico de las comunidades de organismos vivos parece ser que nada que contenga energía disponible o material utilizable debe ser desechado (...). Los ecólogos hablan en este sentido de cadenas tróficas: una interconexión de usos entre los organismos y sus residuos. En el contexto de la industria, podemos pensar en esto como uso de productos y de residuos de productos. No en vano, la estructura sistémica de la ecología natural y la estructura de un sistema industrial, o un sistema económico, son muy similares¹⁵.

El uso de la metáfora o analogía biológica ha proliferado desde entonces con cierta frecuencia. «El metabolismo industrial —señala Rudolf B. Husar— es una poderosa metáfora para iluminar el proceso de movilización y control del flujo de materiales y energía a través de las actividades industriales (...) La metáfora del metabolismo industrial tiene al organismo como su entidad biológica y a las organizaciones industriales como sus analogías humanas»¹⁶. No obstante, hay que ser prudentes en la utilización de este tipo de analogías. Un vistazo al funcionamiento real de los sistemas industriales pone de manifiesto que la propia metáfora biológica tiene un poder más «normativo» que descriptivo. La dinámica de economías «lineales» y abiertas que extraen recursos de la biosfera para, una vez transformados en bienes y servicios, acaben como residuos que se vierten al medio ambiente, está muy lejos del funcionamiento en ciclos cerrados de la propia naturaleza. Pero, aparte de esto, incluso en el plano *normativo*, un sistema industrial como agregado de empresas no es lo mismo que un ecosistema natural y es preciso tomar una cautela adicional para evitar el uso indiscriminado de esta analogía biológica en la industria:

«Una empresa es la analogía económica de un organismo vivo en biología. Sin embargo, existen diferencias que es interesante resaltar. En primer lugar, los organismos biológicos se reprodu-

cen ellos mismos; las empresas (salvo por accidentes) no producen otras empresas, sino bienes y servicios. En segundo lugar, las empresas no necesitan estar especializadas y pueden cambiar de un negocio a otro. Por contra, los organismos están altamente especializados y no pueden modificar su conducta excepto a lo largo de un período de tiempo (evolutivo) muy grande»¹⁷.

Con estas cautelas, el doble objetivo de lograr un mejor conocimiento de las relaciones economía-medio ambiente en la industria, y sentar las bases para transformar en la práctica los sistemas industriales, estuvo en la base de las sucesivas contribuciones que se realizaron en este campo. Parecía razonable pensar que ambos enfoques estaban llamados a entenderse y el metabolismo industrial a subsumirse dentro del tratamiento más amplio ofrecido por la ecología industrial. Era relativamente sencillo que confluyeran, por un lado, las preocupaciones teóricas de científicos naturales y economistas ecológicos por representar adecuadamente la base físico-biológica del funcionamiento de las economías industriales (metabolismo industrial); con la respuesta, en términos prácticos, ofrecida por una parte de la comunidad de ingenieros para corregir ambientalmente el sector industrial de las economías «desarrolladas» que constituía precisamente su ámbito de trabajo¹⁸. Estas coincidencias no fueron casuales, y el mismo año de la publicación de los dos artículos inaugurales, la Academia Nacional de Ingenieros de Estados Unidos agrupó en un volumen aportaciones en ese doble sentido¹⁹. Por un lado se recogía una versión casi idéntica del citado texto de R.U. Ayres sobre el metabolismo industrial²⁰, a la vez que R.A. Frosch —uno de los promotores del término ecología industrial— firmaba un artículo introductorio en el que, en compañía de J. Ausubel y R. Herman, hacía hincapié en la complementariedad de enfoques y preocupaciones, *proponiendo su agrupación bajo la denominación genérica de ecología industrial*:

«El concepto de *metabolismo industrial* lleva a una consideración más unificada, continua y comprehensiva de los procesos de producción y consumo desde el punto de vista ambiental. La cuestión de la *desmaterialización* fuerza a una reconsideración de los orígenes y soluciones de las cuestiones ambientales sugiriendo propuestas para reducir los residuos y promover el reciclaje. El examen de las *regularidades a largo plazo del desarrollo tecnológico* proporciona una evidencia cuantitativa del papel de la tecnología en la evolución de los problemas ambientales, ofreciendo algo de optimismo respecto a la predicción de los futuros problemas y de sus soluciones. Todos estos enfoques podrían ser considerados como elementos de una *ecología industrial* más completa, examinando la totalidad de los patrones de comportamiento y las relaciones entre la actividad económica y el medio ambiente»²¹

Esta posibilidad de fusión era factible porque, como hemos sugerido, la ecología industrial nacía desde el principio con un doble objetivo, no exento de tensiones. Por un lado, encontrar

nuevos enfoques más satisfactorios para representar las relaciones de dependencia e impacto que los sistemas industriales generaban sobre la biosfera; y, de otra parte, la necesidad de proponer medidas para modificar el comportamiento despilfarrador de unos sistemas industriales —en términos del uso de recursos no renovables y emisión de residuos no biodegradables— que los hacía insostenibles ambientalmente e inviables a largo plazo²². El metabolismo industrial era una buena herramienta para satisfacer la necesidad teórico-descriptiva, y por tanto, podía considerarse la parte «positiva» (en sentido metodológico) de la ecología industrial. Esta sugerencia aclararía en cierta medida la confusión existente en muchos autores que no diferencian claramente entre metabolismo industrial y ecología industrial, dando así la razón a Suren Erkmann cuando afirma que:

«La ecología industrial va más allá [de la aplicación de balance de materiales propio del metabolismo industrial]. La idea fundamental, en primer lugar, es comprender cómo funciona el sistema industrial, cómo se regula y sus interacciones con la biosfera; después, sobre la base de lo que sabemos acerca de los ecosistemas, determinar cómo se pueden reestructurar para hacerlos compatibles con las funciones de los ecosistemas naturales»²³.

También A. Johanson distingue conceptualmente entre *gestión del ecosistema* (el ecosistema como objeto de aprovechamiento y sus consecuencias), el *metabolismo industrial* (como la descripción de un sistema industrial por analogía con un organismo vivo que se «alimenta» de recursos naturales en forma de materiales y energía, los «digiere» y transforma en productos útiles, y finalmente «excreta» residuos) y, por último, la *ecología industrial* (que va más allá del metabolismo industrial al comprender cómo funcionan los sistemas industriales respecto al medio ambiente, y como pueden ser regulados para minimizar el impacto)²⁴. En definitiva, lo anterior entronca bien con los diferentes planos que, a comienzos de los noventa, se planteaban como agenda de investigación futura para la ecología industrial: el aspecto *analítico* centrado en estudiar los flujos de materiales y energía, y las emisiones generadas; el plano *crítico* que busca comprender cuáles son los flujos concretos de energía y materiales que causan problemas en la biosfera; y el aspecto *preescriptivo*, que diseña modos y formas de organización industrial capaces de hacer compatibles los sistemas industriales y los ecosistemas²⁵.

Así las cosas, la convergencia entre metabolismo y ecología industrial avanzó sustancialmente con la publicación en 1994 de tres volúmenes que recogían la discusión de comienzos de los noventa entre dos tipos de comunidades científicas interesadas por estas cuestiones: la de los científicos naturales con preocupaciones ambientales procedentes de diversas áreas (física, química, biología, etc.), junto con la amplia comunidad de científicos sociales (economistas, soció-

logos, antropólogos, etc) que en los últimos años han pensado con rigor estos asuntos²⁶. En cada uno de estos trabajos hay esfuerzo teórico por asentar las bases conceptuales y metodológicas de la ecología industrial, delimitando el ámbito de actuación y sus características más relevantes, junto con la narración de experiencias para reducir el impacto ambiental en procesos productivos concretos.

Desde el punto de vista conceptual, cuando se hace un recorrido exhaustivo por las definiciones de ecología industrial se pueden percibir tres rasgos presentes en mayor o menor medida a partir de los años noventa: a) la reivindicación de un enfoque *sistémico* que intenta analizar los diferentes componentes de las economías industriales y sus relaciones con el resto del entorno, b) el seguimiento del *sustrato físico y biológico* de los diferentes flujos involucrados más allá de su valoración monetaria, y c) la consideración del *progreso tecnológico* como un elemento crucial en la transición hacia un modelo industrial más «sostenible»²⁷. Como sugiere Thomas Graedel:

«La ecología industrial surge de la percepción de que la actividad económica humana está causando cambios inaceptables en los sistemas básicos del medio ambiente (...) En la ecología industrial, los sistemas económicos no son vistos como algo aislado del sistema formado por el entorno sino en correspondencia con él. Esto es, el estudio de todas las interrelaciones entre los sistemas industriales y el medio ambiente. Al aplicarse a las operaciones industriales, se requiere de una perspectiva sistémica en la que uno busca optimizar el ciclo total de materiales industriales desde las materias primas vírgenes, hasta el producto, componente, y residuo final. Los factores productivos que deben ser optimizados incluyen así a los recursos, la energía y el capital»²⁸.

Lo anterior es compartido también por R. Socolow, quien además añade:

«La ecología industrial explora los nuevos diseños de la actividad industrial en respuesta al conocimiento de las consecuencias ambientales. Pretende estimular la imaginación y ampliar el sentido de lo posible en relación con la innovación industrial y la organización social. Ofrece una perspectiva fresca de la gestión ambiental (...) La ecología industrial pone en el mismo nivel de importancia a la humanidad y al medio ambiente no humano».²⁹

No hay que olvidar que, al margen del interés por afianzar un nuevo campo de conocimiento, la mayoría de los promotores de la ecología industrial tenía la intención de llevar a la práctica el enfoque teórico propuesto. Y existen pocas dudas de que el ejemplo de simbiosis producido entre diferentes actividades industriales en la ciudad danesa de Kalundborg desde los años sesenta —caso paradigmático de parque industrial «ecológico»— sirvió como acicate práctico para la

reflexión y la propuesta de autores como Frosch, Gallopoulos, Ayres y un largo etcétera. En efecto, allí se demuestra empíricamente hasta qué punto es posible hacer realidad la analogía biológica de las «cadenas tróficas» y el aprovechamiento como recursos de aquellos residuos generados por actividades industriales próximas. En Kalundborg, el calor generado por el funcionamiento de una central eléctrica desde 1959 sirve para abastecer de energía a una refinería de petróleo desde 1961, calentando de paso el agua para la acuicultura y caldeando los invernaderos y las viviendas. A su vez, la compañía de refino vende, por un lado, el azufre procedente de su actividad a una empresa química y, de otro, el sulfato cálcico a un productor de láminas de madera prensada³⁰.

Ahora bien, en la predilección por los resultados prácticos en términos industriales es preciso recordar que una parte relevante de los autores reseñados tienen —o han tenido— *importantes vinculaciones con el sector industrial* en Estados Unidos. Se sabe que tanto Frosch como Gallopoulos trabajaban para la General Motors en el momento de la elaboración de su conocido artículo de 1989, lo mismo que Braden Allenby que, siendo ejecutivo de la compañía AT&T redactó la primera tesis doctoral específica sobre ecología industrial en 1992, y fue coautor del primer libro de texto sobre este enfoque aparecido a mediados de los noventa³¹. *Esta ligazón con el sector empresarial hace que, desde el punto de vista normativo, el mordiente crítico de la ecología industrial sea muy reducido en cuanto a proponer transformaciones radicales del modo de producción y consumo y de las relaciones sociales que lo permiten.* Y esto sin olvidar que en 1970, es decir, veinte años antes de la primera divulgación a gran escala del término «ecología industrial», éste ya formó parte de una campaña de lavado de imagen protagonizada por el lobby industrial norteamericano en respuesta a la creación de la Environmental Protection Agency (EPA)³². Por esto, a la hora de juzgar la capacidad crítica de este enfoque no hay que olvidar que, incluso en el aclamado ejemplo de Kalundborg, la mayor parte de los bienes fabricados tienen un carácter y composición poco «ecológica», bien sea por sus rasgos no renovables, bien por una composición química que introduce elementos tóxicos no biodegradables en los ecosistemas. El propio Frosch no engañaba a nadie cuando, hace años, insistía en que «...una ecología industrial no tiene por qué minimizar necesariamente los residuos de una planta o de un sector industrial, sino que debería actuar para reducir a la mínima expresión los residuos que ya no pueden aprovecharse más»³³. Más críticamente se manifestaba Barry Commoner en su reseña sobre las «bondades» futuras de los criterios prácticos de la ecología industrial, optando por un requisito ecológico mucho más sólido que el propuesto por Frosch:

«La producción industrial de compuestos orgánicos sintéticos —escribe Commoner— que no tienen lugar en los seres vivos es intrínsecamente peligrosa y es necesario salvaguardar a la ecosfera de sus efectos. Este criterio tiene consecuencias operativas que no son vagas o ambiguas: la

producción a escala industrial de tales compuestos no debe ser permitida a menos que se pueda demostrar que su exposición a concentraciones en el ambiente no es dañina para la salud humana y la naturaleza»³⁴.

Como es obvio, el aprovechamiento de los residuos puede ser una opción razonable³⁵ pero no hay que olvidar que «el mejor residuo es el que no se genera», y la estrategia de la ecología industrial juega poco en favor del criterio ecológico de reducción en origen del consumo de recursos como antesala para la prevención de residuos finales que acaban generándose a la larga con independencia de que sean o no aprovechables. La crítica anterior a la capacidad propositiva de la ecología industrial ha sido también complementada con demandas para una mayor vinculación de este enfoque con cuestiones relativas al funcionamiento del orden social y las relaciones económicas internacionales. Pues aceptando la validez de conceptos como el metabolismo industrial para seguir las huellas de los flujos de energía y materiales y los impactos provocados por las economías industriales «... estos métodos son incompletos. Después de todo —subraya Stephen Bunker— la extracción de materias primas no sólo afecta directamente al medio ambiente físico, sino también a la organización social de las regiones donde los depósitos se localizan y en los territorios donde se construyen las infraestructuras energéticas y de transporte asociadas. Se ganaría mucho ampliando nuestra atención para incluir las formas en que interactúan la organización y los procesos sociales conjuntamente con las características físicas y tecnológicas. Una ecología física de los flujos materiales en la industria y en la naturaleza se complementarían muy bien con una economía política que toma en consideración las interacciones entre los requerimientos materiales de la industria y la organización social que está detrás»³⁶.

2. «DESDE LA CUNA HASTA LA TUMBA»: LA CONTABILIDAD DE FLUJOS MATERIALES (CFM) A ESCALA NACIONAL EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA

2.1. El papel de la Acción Concertada «ConAccount»: Rasgos básicos y clasificación de la CFM

Así las cosas, la evaluación seria de los comportamientos económicos en términos de «sostenibilidad» ambiental requerirá, por tanto, un seguimiento exhaustivo de los flujos de energía y materiales que recorren los sistemas económicos con el fin de calibrar, hasta qué punto, los paí-

ses están viviendo más allá de sus posibilidades en términos de recursos, o han superado la capacidad de los ecosistemas para absorber los residuos. Pero a diferencia de los flujos energéticos que, desde una perspectiva agregada, han tenido una cierta importancia en los estudios de flujos físicos relacionados con la actividad económica, el seguimiento del conjunto de flujos materiales ha corrido tradicionalmente peor suerte en la literatura, subestimándose la relevancia del metabolismo material frente a su homólogo energético. Como afirman Wernick y Ausubel: «Esta falta de atención descansa, en parte, en la heterogeneidad de los materiales utilizados en la economía moderna y en los millones de empresas involucradas en la transformación, procesamiento y vertido de materiales y mercancías»³⁷. Lo cierto es que, desde la aparición del balance de materiales de la economía estadounidense llevado a cabo por Kneese, Ayres y d'Arge a comienzos de los setenta, apenas se pueden contar con los dedos de la mano estudios similares en los años siguientes hasta la década de los noventa³⁸. Tendencia que, efectivamente, casa mal con la preocupación ambiental manifestada durante el resto de los setenta y la década de los ochenta. Esta deficiencia fue denunciada también desde el lado de las ciencias naturales en 1991 por dos químicos de prestigio que pusieron de manifiesto cómo, frente al razonable conocimiento del 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 escala nacional³⁹.

Para salvar esta laguna, la incipiente comunidad de investigadores en Contabilidad de Flujos Materiales constituyó en mayo de 1996 una red que, gracias al apoyo de la DG XII de la Unión Europea, se convirtió en la Acción Concertada «ConAccount» («Coordination of Regional and National Material Flow Accounting for Environmental Sustainability»), lo que contribuyó notablemente, a través de sucesivas conferencias anuales, al avance en el conocimiento del metabolismo industrial y la construcción de indicadores de sostenibilidad⁴⁰. En concreto, la red *ConAccount* se constituyó como una plataforma internacional para el intercambio de información en relación con la CFM que, a su vez, se define como...

«la contabilidad en términos físicos (normalmente en toneladas) que comprende la extracción, producción, transformación, consumo, reciclaje y vertido de materiales (sustancias, materias primas, productos, manufacturas, residuos, emisiones al aire o al agua)»⁴¹.

Por tanto, es precisamente la contabilidad de los flujos materiales la que unirá el metabolismo económico y la sostenibilidad al permitir un seguimiento sistemático de los flujos físicos de recursos naturales a través de todas las fases del proceso productivo «desde la cuna hasta la tumba». Pues...

«La motivación de esta técnica estriba en el deseo de tender puentes entre el uso de los recursos naturales y la capacidad del medio ambiente para proveer los materiales necesarios y absorber los residuos generados (...) proporcionando un marco comprensivo de las bases físicas de las economías industriales y derivando de ello los oportunos indicadores de sostenibilidad»⁴².

Los objetivos perseguidos por *ConAccount* han incidido en canalizar la información y el intercambio de resultados de investigación entre los practicantes de la CFM, intentando facilitar la coordinación y la búsqueda de *consensos metodológicos* a la hora de realizar los cálculos, así como definir una *agenda de investigación* con la que avanzar y profundizar en este campo de conocimiento. De hecho, las contribuciones realizadas a las sucesivas conferencias y *Workshops* celebradas hasta este momento han sido fieles reflejos de estas metas⁴³. El Cuadro 2.1. resume los principales rasgos del desarrollo y aplicación de la metodología relativa a la CFM además de los objetivos de investigación que se propusieron en su día y que han sido conseguidos en mayor o menor medida.

Cuadro 2.1
Propuestas de la Acción Concertada «ConAccount» para el desarrollo de la CFM

Decálogo metodológico de la CFM	Aspectos concretos para llevar a la práctica la investigación en CFM
1. Lograr un enfoque metodológico general para la CFM.	1. Establecimiento de indicadores de flujos materiales que aporten información relevante para la política económica.
2. Combinar diferentes herramientas de la CFM a distintos niveles (nacional, regional, de empresa, producto,...).	2. Desarrollar la CFM desde el punto de vista estadístico a escala nacional, europea e internacional con metodologías comparables.
3. Modelizar el comportamiento de los stocks y los flujos de recursos desde el punto de vista estático y dinámico.	3. Desarrollar cuentas para grupos de sustancias tóxicas.
4. Revisar y ampliar el conocimiento detallado sobre los impactos ambientales de los flujos materiales.	4. Desarrollar una base de datos internacional para determinar los flujos materiales asociados a las mercancías comercializadas.
5. Analizar las conexiones entre los flujos materiales y el desarrollo económico.	5. Mejorar la compatibilidad de las CFM en el ámbito de la empresa respecto de la CFM a nivel regional y nacional.
6. Analizar las conexiones entre los flujos materiales y el desarrollo social.	6. Mejorar la información sobre la intensidad material de la producción y el consumo al nivel de ciudad y región.
7. Analizar las relaciones entre los flujos materiales, los estilos de vida y las actividades de consumo.	7. Desarrollar una CFM basada en un registro de productos estándar para facilitar el conocimiento a los consumidores, vendedores y fabricantes.
8. Analizar las interdependencias entre el cambio tecnológico y los flujos materiales	8. Desarrollar registros territoriales sobre la evolución de los flujos y stocks de materiales, tanto desde el punto de vista de los inputs como de los outputs.
9. Analizar las interrelaciones entre los flujos materiales, el uso del territorio, la evolución climática, las condiciones geográficas, sociales, etc.	
10. Colocar la CFM en combinación con otras herramientas analíticas complementarias (GIS, Huella ecológica,...).	

Fuente: Bringezu, S., et al., (eds.), (1998): *The ConAccount Agenda*, op. cit., pp. 25-28.

Como tendremos oportunidad de recordar más tarde, la progresiva consolidación de la CFM y los logros llevados a cabo en los últimos años han estado alimentados por la mayoría de las consideraciones vertidas en el cuadro adjunto. Tanto desde el punto de vista internacional como dentro de cada país, la Acción Concertada *ConAccount* ha permitido dotar de un marco adecuado la elaboración de los balances de materiales para las principales economías industriales, así como el estudio de las bases materiales que las sustentan y de los impactos ambientales que provoca el modo de producción y consumo de los países encuadrados en la OCDE.

Hay que advertir que, en general, aquellos que se han aproximado a la economía desde una perspectiva «material», han utilizado de manera indistinta conceptos como *contabilidad* de flujos materiales (CFM) y *análisis* de flujos materiales (AFM). Aunque no tenga mucha trascendencia más allá de la clarificación conceptual, tienen razón Bringezu y Moriguchi al diferenciar ambos planos pues, con buen criterio, la cuantificación no es más que una etapa del análisis⁴⁴. Por otro lado, el énfasis puesto en la *cantidad* medida en toneladas de flujos no supone olvidar los aspectos *cualitativos* del impacto ambiental que acarrearán las actividades económicas (carácter tóxico de algunos flujos en pequeñas cantidades,...). Esta es una limitación de la CFM ya reconocida por sus practicantes que hace de ella un instrumento complementario del resto de análisis: «Los indicadores agregados de flujos materiales a escala nacional —señalan Emily Matthews, et al.— no deben ser interpretados automáticamente como indicadores directos del impacto ambiental. Una tonelada de hierro no es equivalente a una tonelada de mercurio. Los flujos mayoritarios en tonelaje no son automáticamente nocivos, del mismo modo que los flujos minoritarios tampoco son directamente buenos para el medio ambiente. Sin embargo, los indicadores agregados son medidas útiles para determinar el impacto potencial de los flujos físicos sobre la naturaleza»⁴⁵. Aún así —como subrayan Wernick y Ausubel— la contabilidad de flujos «...tiene la ventaja de ofrecer una unidad de medida única, el peso, que permite establecer comparaciones directas a través de un amplio abanico de distintas sustancias. Kilogramos y toneladas pueden omitir u ocultar variables de importancia ambiental cualitativa como el volumen, la erosión, la toxicidad, etc., que las medidas de cantidad no reflejan. Sin embargo, el peso proporciona un razonable punto de partida para apreciar la estructura y escala de las principales actividades que afectan a la calidad ambiental de un país»⁴⁶.

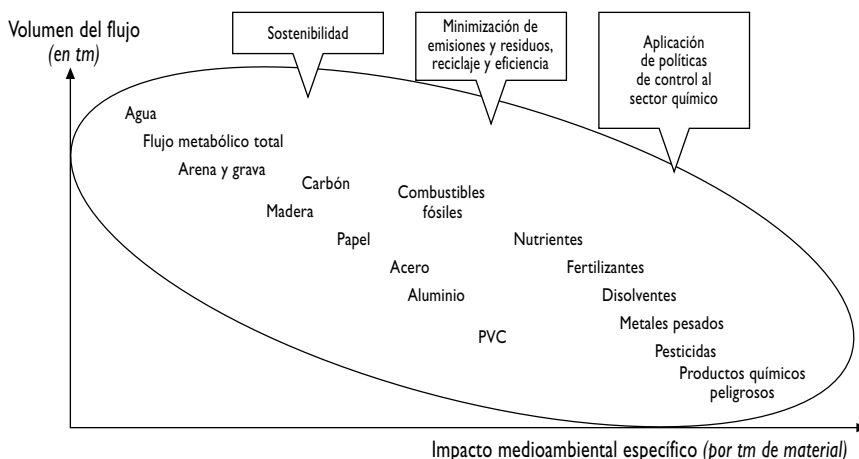
Precisamente para tener en cuenta estas cuestiones, el Gráfico 2.1. permite deslindar tres niveles de análisis en los flujos de materiales que combinan la dimensión *cuantitativa* con los rasgos *cualitativos* de cada flujo, así como sus correspondientes implicaciones desde el punto de vista de las políticas económicas y ambientales. Por un lado, estarían aquellos materiales que presentan un alto nivel de toxicidad (residuos industriales y peligrosos) siendo necesaria su reducción en origen a la mínima expresión, habida cuenta su elevado impacto ambiental por unidad de pro-

ducto. En segundo lugar, tendríamos aquellos materiales como los combustibles fósiles y recursos minerales cuya eficiencia en el uso es preciso aumentar, incentivando su reutilización y reciclaje. Por último, estarían aquellos flujos físicos de elevada cantidad que poseen un menor impacto por tonelada utilizada como el agua y los productos de cantera, a los que se les puede aplicar otros criterios generales de sostenibilidad ambiental⁴⁷.

En este trabajo recaeremos sobre todo en la dimensión nacional de estos flujos, aunque, en aras de la exhaustividad, es posible diferenciar varias modalidades de contabilidad material según dos criterios: el del ámbito espacial y el de las sustancias o materiales implicados (Cuadro 2.2.). Se recupera de esta manera, con nueva savia, la propuesta del «balance de materiales» que en su día realizaron Kneese, Ayres y d'Arge, pero profundizando en los procesos y elaborando los indicadores adecuados que permiten comparaciones internacionales. En todo caso, a pesar de la variedad en las aproximaciones, todas las modalidades de contabilidad de flujos materiales, con independencia del ámbito espacial, sustancia o producto considerado, comparten una serie de rasgos comunes⁴⁸ que, en definitiva, profundizan y revitalizan los viejos análisis.

En primer lugar, la CFM considera el sistema económico como un *sistema abierto* dentro de una biosfera cerrada en materiales pero abierta al flujo de energía procedente del sol. Esto explica la importancia otorgada al trasiego de materiales que cruzan la frontera entre el sistema económico y el resto de la biosfera, lo que de paso da pie a considerar el «metabolismo eco-

Gráfico 2.1
Relación entre el tonelaje de los flujos materiales y su impacto ambiental



Fuente: Steurer, A., (1995): «Material Flow Accounting and Analysis: where to go at European level», en: EUROSTAT, (1997): *Material Flow Accounting. Experience of Statistical Institutes in Europe*, Luxemburgo, p. 3.

Cuadro 2.2
Diferentes tipos de Contabilidad de Flujos Materiales (CFM)

Ambito\Elemento	Sustancia	Material	Producto	Flujos Totales
Global	CO ₂ , CFC, Nox CH ₄ ,...	biomasa, productos minerales, energéticos,...	Coches, electrodomésticos, semiconductores,...	agregado de recursos naturales, productos y residuos
Nacional/Regional	Cd, Cl, Pb, Zn,...	biomasa, productos minerales, energéticos, ...	Coches, electrodomésticos, semiconductores,...	agregado de recursos naturales, productos y residuos
Funcional (empresa o sector)	Cd, Cl, Pb, Zn,...	biomasa, productos minerales, energéticos, ...	productos informáticos, pilas, mobiliario,...	agregado de recursos naturales, productos y residuos

Fuente: Adaptado de varias aportaciones. Véase: Fischer-Kowlaski, M., W. Hütler, (1999): «Society's Metabolism...», *op. cit.*, p. 110; Bringezu, S.; Y. Muriguchi, (2002): «Material flow analysis», *op. cit.*, p. 81; Daniels, P.L. y S. Moore, (2002): «Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies: Part I. Methodological Guide», *Journal of Industrial Ecology*, 5, p. 89.

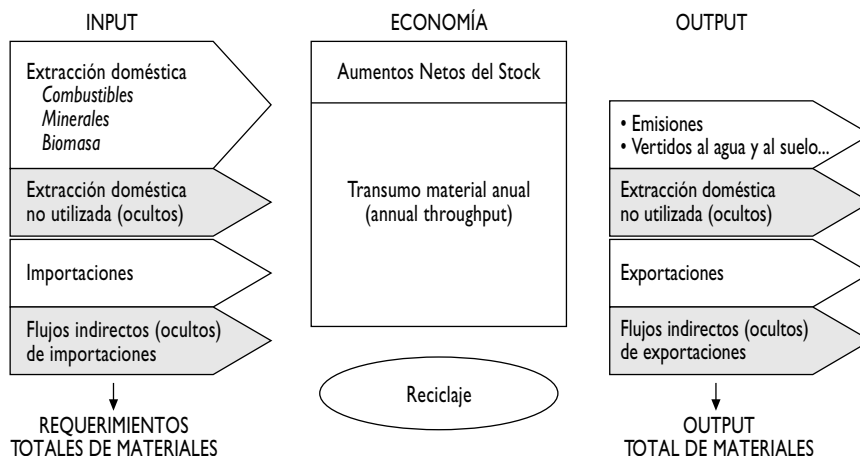
nómico» como una analogía con los sistemas biológicos donde concurren todas las fases de extracción de recursos, producción («catabolismo») y consumo («anabolismo») de bienes y servicios, incluido el vertido final («excreción») de residuos, tal y como recordaba H. E. Daly. A partir de aquí, en segundo lugar, se impone una perspectiva *transdisciplinar* a la hora de aplicar el principio del balance de materiales incorporando todos los aspectos relevantes de los flujos en su *ciclo de vida* «desde la cuna hasta la tumba», es decir, desde la primera captación de recursos procedentes del medio ambiente hasta la deposición de los residuos en la naturaleza al final del proceso (Gráfico 2.2).

Desde esta perspectiva es posible establecer dos ecuaciones fundamentales que serán de aplicación a la generalidad de los análisis de flujos de materiales⁴⁹.

1. La suma de los inputs de materiales y energía = la suma de los outputs más las variaciones del stock
2. El metabolismo de un sistema = la suma de los metabolismos de sus componentes o subsistemas + transferencias internas

Así pues, se contabilizarán los flujos anuales que crucen una frontera imaginaria entre la *ecosfera* (biosfera) y la *antroposfera*, esencialmente aquellos flujos de recursos movilizados para el sustento de las economías industriales o para crear la *infraestructura* que le sirve de base. Resulta obvio que, mientras la primera de las ecuaciones es un simple corolario del principio de conservación de la energía y la materia aplicable sobre todo a los sistemas considerados globalmente; la segunda expresión aporta una visión sistémica donde la interdependencia y las relaciones

Gráfico 2.2
Esquema simplificado del balance de materiales para la economía nacional



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

entre los componentes del sistema afloran como la base para mantener su propio metabolismo. La consolidación de los flujos evita la doble contabilización lo que lleva a que la suma de todos los inputs y outputs de los diferentes componentes no se corresponda con el total del sistema a escala global. Una consecuencia de lo anterior en el ámbito nacional obliga a tratar a algunos flujos de manera especial. Por ejemplo, en el caso del ganado, y para evitar inconsistencias, si éste se alimenta fundamentalmente de piensos elaborados a partir del grano, o con biomasa pastada, no debemos contabilizar además el peso de los animales pues incurriríamos en doble contabilidad. La cuestión clave reside entonces en definir claramente los límites del análisis, pues la diferencia entre lo que entra en el sistema en forma de recursos y lo que sale del mismo como output, se acumula dentro del sistema económico en forma de stock (edificios, infraestructuras y bienes duraderos). Como tendremos ocasión de mostrar, el tamaño de éste último nos dará una indicación del *crecimiento físico* operado en la economía durante un período de tiempo.

Es obvio que la herramienta del balance de materiales aparece como el instrumento principal, de modo que tendremos que analizar tanto lo que entra en el sistema socioeconómico por el lado de los recursos (input) procedente del medio ambiente no humano, como lo que sale de él por el lado de los productos y los residuos (output). En general, el origen de los recursos captados del entorno que entran a formar parte de la economía de un país es triple: los recursos biológicos silvestres, los cultivados, y los recursos geológicos procedentes de la cor-

teza terrestre. Los dos primeros son conocidos como flujos *bióticos* y los segundos reciben el calificativo de *abióticos*. En cuanto al destino final de estos materiales existen también tres alternativas: la litosfera (suelo), la hidrosfera (agua) y la atmósfera (aire). Dentro de la antroposfera o sistema económico, es donde se transforman los recursos en productos y residuos, operando dos elementos adicionales: los procesos industriales y el transporte. Los primeros se encargan de modificar física o químicamente los materiales que penetran la antroposfera, mientras que el transporte se encarga de conectar diferentes procesos entre sí utilizando para ello energía y materiales adicionales⁵⁰.

Al desarrollo y consolidación de esta herramienta contable han contribuido de forma relevante dos importantes institutos que, desde comienzos de los noventa, se pusieron a la cabeza en la investigación sobre flujos materiales en el ámbito internacional: se trata del *Wuppertal Institut* alemán y del *Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* (IFF) austríaco. Mientras el primero ha venido inclinándose más por una aproximación *tecono-económica* al metabolismo industrial, el segundo ha hecho alarde de una mayor interdisciplinariedad, favoreciendo un enfoque *socio-económico* e histórico del mismo objeto de estudio. Ambos centros de investigación han estado influidos por la impronta dejada por sus dos científicos principales: el alemán Friedrich Schmidt-Bleek y la austríaca Marina Fischer-Kowalski. Impronta que está también en la base de la ligera diferencia de enfoque: mientras el alemán procedía del campo de las ciencias naturales y la ingeniería, ésta llegó al estudio de las relaciones economía-medioambiente desde las ciencias sociales. Sin embargo, lejos de emprender sus análisis de forma separada, ambos institutos de investigación han sabido complementarse y coordinarse adecuadamente⁵¹, por lo que la contabilidad de flujos materiales ha salido sensiblemente reforzada como podremos ver a continuación.

2.1. La aportación del Instituto Wuppertal: los flujos ocultos y las mochilas de deterioro ecológico

Es cierto que los balances de materiales tradicionales presentaron desde sus inicios *una carencia importante por el lado de la contabilización de los inputs (recursos)*. A comienzos de los noventa, Schmidt-Bleek⁵² vio claramente donde radicaba esa deficiencia y puso manos a la obra para resolverla. Las estadísticas económicas y los análisis del metabolismo industrial únicamente habían considerado hasta la fecha los flujos (inputs domésticos e importados) extraídos de la naturaleza *que poseían un valor económico* (hierro, madera,...). Sin embargo, como sugería el investigador alemán, este análisis excluía el grueso de materiales removidos y desplazados por la especie humana en su objetivo de fabricar bienes y servicios, entre los que merecía la pena destacar *la*

erosión por labores agrícolas, las sobrecargas y estériles mineros, o los movimientos de tierras asociados a la construcción de edificios e infraestructuras. Para resolver estas deficiencias se acuñó el concepto de *mochila de deterioro ecológico* («ecological rucksack»), esto es, los flujos *ocultos* de recursos necesarios para la obtención de una sustancia o la fabricación de un producto, que no forman parte del mismo ni son valorados, y que se miden en toneladas por tonelada de producto. Con estos mimbres era fácil concluir que el impacto ambiental provocado dependería del flujo *total* de materiales puestos en juego *en todo el ciclo de vida del producto* y no sólo de aquellos que reciben un precio en el mercado. Por esta razón nuestro autor propuso el Input Material por Unidad de Servicio (MIPS) como un indicador ecológico en el que se recogieran —«desde la cuna hasta la tumba»— todos los flujos de energía y materiales en tonelaje que incorporaba la extracción de un recurso o la fabricación de un producto necesario para obtener un servicio⁵³. Al realizar esta propuesta, estaba pensando en un instrumento con el que evaluar la productividad o eficiencia ecológica de las sociedades industriales, observando hasta qué punto se acercaban o distanciaban del objetivo «desmaterializador».

Con todo, la noción de mochila de deterioro ecológico y el MIPS irán de la mano y merece la pena analizarlas desde una doble perspectiva (microeconómica y macroeconómica⁵⁴), siendo precisamente este doble camino el que seguirán los integrantes del Instituto Wuppertal para avanzar en la contabilidad de flujos materiales durante la década de los noventa. Desde la perspectiva de los productos y sustancias concretas, las primeras aplicaciones y estimaciones del MIPS ofrecieron interesantes resultados. Por ejemplo, en el caso del consumo en Alemania de un producto singular como un litro de zumo de naranja procedente de Brasil, concentrado al 8 por 100 y conservado a 18 grados de temperatura se requería, por término medio, 22 litros de agua, 0,4 litros de combustible y aproximadamente un metro cuadrado de tierra cultivada⁵⁵. Cifras que incluyen desde el agua necesaria para la dilución del concentrado y el lavado de la fruta, hasta el combustible para la fabricación y el transporte⁵⁶. Parecidas consideraciones se pueden hacer para el resto de artículos, poniendo de relieve la intensidad material de nuestros consumos en términos de bienes y servicios (intensidad material de un ordenador, de un libro, de una comida, o de un viaje por kilómetro recorrido en un coche, etc.).

Ahora bien, para intentar homologar los elementos a incluir en el análisis de la Intensidad Material en lo que respecta a la estimación de las mochilas de deterioro ecológico, desde el Instituto Wuppertal se ha venido desarrollando un trabajo que ha cuajado, a finales de los noventa, en la correspondiente guía metodológica⁵⁷. Allí se han recogido las cinco categorías principales a incorporar como Inputs Materiales: 1) Materiales Abióticos (recursos minerales, energéticos,...), 2) Materiales Bióticos (biomasa agrícola, forestal,...), 3) Erosión y movimiento de tierras (consecuencia de tareas humanas, agrícolas, construcción de infraestructuras,...), 4)

Agua y, 5) Aire⁵⁸. Sin embargo, a la hora de estimar la «mochila» incorporada en la fabricación de los diferentes productos, sólo se contabilizaran las tres primeras categorías, ofreciéndose los datos de los dos últimos apartados por separado. Desde comienzos de los noventa, el trabajo empírico del Instituto Wuppertal ha permitido crear una potente base de datos sobre la Intensidad Material de numerosos productos y sustancias que está, desde hace tiempo, disponible para los investigadores⁵⁹. La Tabla 2.2. recoge algunos ejemplos al respecto. En el caso de que la sustancia o bien obtenido sea parte también del producto final (v.gr. los metales), la mochila de deterioro ecológico se obtiene restando a la suma de los inputs materiales (salvo el agua y el aire) el peso del propio producto⁶⁰. No cabe duda que en la contabilización de la intensidad material se ha recurrido regularmente a la herramienta del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) como forma de obtener «desde la cuna hasta la tumba», y por el lado de los inputs, todos los materiales y energía puestos en juego en la fabricación de un bien, con independencia de que tuvieran estos recursos naturales un precio de mercado o no; favoreciendo la extensión, en el plano *macroeconómico*, de los análisis realizados en el ámbito de productos singulares o procesos.

Tabla 2.2
Inputs Materiales (IM) y mochilas de deterioro ecológico de diferentes productos (selección)

	IM abiótico (tm/tm)	IM biótico (tm/tm)	IM erosión (tm/tm)	IM agua (tm/tm)	IM aire (tm/tm)	Electricidad (KWh/tm)
Metales						
Aluminio						
Primario	8,45	0,00	0,00	24,57	0,00	16.302,1
Secundario	0,59	0,00	0,00	10,32	0,00	609,0
Acero	4,89	0,00	0,00	7,94	1,03	441,4
Energéticos						
Antracita	1,96	0,00	0,00	2,49	0,00	79,8
Petróleo	1,17	0,00	0,00	3,54	0,00	8,9
Gas	1,20	0,00	0,00	0,23	0,00	3,3
P. Químicos						
Cloro	0,61	0,00	0,00	0,65	0,00	1.155,7
Etileno	3,17	0,00	0,00	13,03	1,87	152,5
PVC	2,60	0,00	21,90	0,00	0,00	1.153,0
Otros productos						
Zapatos	3,5	0	—	0,00	0,00	
Diskette	0,9	0	—	2,1	0,08	
Cafetera	52	0	—	240	6,5	
Teléfono	25	0	—	50	1	
Pantalones vaqueros	5,1	1,6	—	1.200	0,15	

Fuente: Wuppertal Institut (www.wupperinst.org), y también en: Schmidt-Bleek, F., (1998): *Das MIPS-Konzept...* op. cit., pp. 297-311.

El propio Instituto llevó a cabo una doble estrategia en este campo. Por un lado, trasladar al ámbito nacional la realización de balances de materiales completos incluidos los flujos ocultos —«mochilas ecológicas»— vinculados a la extracción de los recursos naturales y, de otra parte, *conectar la CFM con los sistemas de cuentas económicas y ambientales nacionales*. El primer objetivo dio lugar a la presentación de un primer balance de materiales doméstico (sin considerar el comercio exterior), en el que se realizaba una estimación del total de flujos energéticos y materiales movilizados por la economía alemana previa a la reunificación durante 1989 y 1990⁶¹. En ese texto se hacía especial hincapié en la mejora metodológica aportada, además de realizar una estimación de los recursos hídricos y atmosféricos involucrados en la producción. Como era de esperar, el agua aparecía como el principal input superando en más de 20 veces a la suma total del resto de materiales excluido el oxígeno, lo que daba lugar un consumo *per capita* total de 803 y 787 toneladas en 1989 y 1990. Al prescindir del agua y el oxígeno, la cifra alcanzaba las 33 tm/hab (o 1 kg por marco de PIB) de energía y materiales *domésticos* necesarios para satisfacer el modo de producción y consumo alemán⁶². Del mismo modo, y para completar el balance de materiales a escala nacional, se obtuvieron cifras por el lado del output en términos de residuos y producción que, salvo pequeñas discrepancias, no omitían información relevante.

Esta primera estimación llevada a cabo por Schütz y Bringezu en el Instituto Wuppertal favoreció que la Oficina Estadística Federal Alemana (Statistisches Bundesamt) tomara también cartas en el asunto impulsando el esfuerzo de algunos contables nacionales que, desde 1989, estaban diseñando un sistema de cuentas económico-ambientales para Alemania⁶³. Y es precisamente en este contexto en el que se producen los primeros intentos de contabilización oficial de los flujos físicos vinculados a las actividades económicas en ese país. Un año después del cálculo efectuado por el Instituto Wuppertal, fueron Kuhn, Radermacher y Stahmer, quienes presentaron los resultados de sus investigaciones comparando el balance material de la economía alemana entre 1960 y 1990⁶⁴. En el período comprendido entre ambas fechas, los requerimientos de materiales totales (excluidos agua y oxígeno) se habían incrementado un 68 por 100, mientras que el volumen de residuos generados y bienes exportados había aumentado un 78 por 100. Aunque la estimación apuntada cubría un período de tiempo más largo e incorporaba el saldo exterior de forma más detallada, los autores expresan sus cautelas a la hora de hacer juicios de detalle. Los errores estadísticos acumulados, los procesos de consolidación entre inputs y outputs y, sobre todo, el no haber cubierto la laguna relacionada con las «mochilas ecológicas» vinculadas a las importaciones y exportaciones de bienes invitaban a la prudencia⁶⁵. La mejora en los instrumentos contables y la depuración de errores permitieron actualizar las cifras anteriores hasta 1995, donde la Alemania reunificada seguía

la misma senda apuntada hasta entonces al llegar a unos requerimientos de inputs totales de 4.012 millones de toneladas, *con un crecimiento material del stock del 80 por 100 respecto a la situación previa a la reunificación*⁶⁶.

Ahora bien, una parte importante de las mejoras estadísticas fueron consecuencia de la aplicación ambiental de viejas herramientas económicas. En efecto, desde el punto de vista contable estaba claro que, para la representación de los flujos materiales y energéticos, era conveniente completar el balance de materiales a escala nacional con la elaboración de una Tabla Input-Output en términos físicos (TIOF) que estaba llamada a cumplir un doble objetivo: realizar balances de materiales completos de una buena muestra de sectores productivos y contrastar, de paso, la solvencia de los análisis de los flujos de energía y materiales procedentes del medio ambiente que se incorporan al sistema económico nacional. La realización en 1997 de la TIOF aplicada a la antigua Alemania Federal en 1990⁶⁷ fue una buena muestra para lograr ese doble objetivo. Para lo que aquí interesa, y como ejemplo de la positiva influencia del Instituto Wuppertal sobre las estadísticas nacionales alemanas cabe señalar que los autores de las TIOF —contables nacionales ligados a la Oficina Estadística Federal—, declaraban desde el principio su deuda, entre otros, con varios investigadores del Wuppertal que habían proporcionado apoyo técnico a todo el proceso (Stefan Bringezu y Helmut Schütz), o incluso configurado los resultados relativos al metabolismo biológico de plantas y animales (Stephan Moll y Markus Imle entre otros)⁶⁸. La TIOF elaborada consideró 59 actividades productivas, junto al consumo de los hogares, activos tangibles (producidos y no producidos), y el resto del mundo. A la vez tomó en cuenta desde el punto de vista de los flujos 9 categorías de materias primas, 49 productos y 11 tipos de emisiones diferentes. La envergadura de los datos manejados posibilitó la realización de subtablas detalladas para tres clases de flujos en forma de inputs: el agua, la energía y el resto de los materiales agregados. Como suplemento, se elaboraron también dos tablas adicionales: una que medía los inputs y outputs energéticos según su poder calorífico (en Terajulios), y otra segunda que daba cuenta de las emisiones atmosféricas y su contribución al cambio climático y la lluvia ácida.

Pero, como veremos más adelante, la principal línea de trabajo del Instituto Wuppertal en relación con la CFM será conectar la CFM con los Sistemas de Cuentas Nacionales, a fin de homogenizar en el ámbito internacional los procedimientos y conceptos necesarios para los cálculos. Esta estrategia llevará a los investigadores de este Instituto a ejercer una influencia considerable no sólo en la Oficina Estadística Alemana, sino también en otros países y en el ámbito de la Unión Europea. De esto último daremos cuenta más tarde al analizar las experiencias que se han centrado en estimar los flujos materiales a escala internacional en el último quinquenio y el proceso de convergencia metodológica que se ha producido en los últimos años.

2.2. Una aproximación socioeconómica e histórica a la CFM: la contribución del Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF)

Del mismo modo que Schmidt-Bleek ha sido el principal inspirador de los análisis llevados a cabo en Wuppertal, la socióloga Marina Fischer-Kowalski ha venido haciendo lo propio en el IFF vienés. Ya mencionamos que la aproximación de la austriaca se inclinaba por analizar el metabolismo económico desde una perspectiva más interdisciplinar, combinando el análisis de los requerimientos de energía y materiales de las sociedades industriales, con una reflexión a más largo plazo sobre las variaciones sufridas por el metabolismo socioeconómico en la historia, y las consecuencias que en términos ambientales provocaban estas transformaciones. La doble perspectiva teórica y empírica adoptada se concretará en los trabajos que durante la década de los noventa van a realizar un puñado de investigadores vinculados al IFF. Desde el comienzo, los esfuerzos se dirigirán a cuantificar la dimensión del metabolismo social y los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente, realizando un seguimiento de los flujos de energía y materiales, y estimando la apropiación de la producción primaria neta (PPN) por parte de la especie humana.

En cuanto a la primera opción, el camino elegido fue de menos a más. En primer lugar se realizaron análisis parciales para determinar la intensidad material de la economía austriaca desde una perspectiva sectorial⁶⁹, centrándose en aquellas actividades que, a priori, parecían demandar mayor energía y materiales. Se seleccionó en una primera estimación el sector de extracción de combustibles fósiles (petróleo, y gas natural), el sector del refino de petróleo, la fabricación de pulpa y papel, y la generación de electricidad. De aquí se obtuvieron datos físicos en términos absolutos, y ratios input/output en tonelaje que, al confrontarlos con las cifras de producción en términos monetarios, permitían obtener la intensidad material por unidad de valor añadido y renta. Aparte de mostrar que, obviamente, el input principal de esos procesos era el agua, se diferenciaron los indicadores en presencia y ausencia de este flujo, poniéndose de relieve la mayor exigencia de inputs de la extracción de petróleo y gas natural y el refino del primero⁷⁰. Gracias al trabajo de Anton Steurer el IFF extendió el análisis al conjunto de la economía, siendo pionero a la hora de aplicar la contabilidad de flujos materiales a escala nacional en un país perteneciente a la Unión Europea. En efecto, en 1992, se publicaba el balance de materiales de Austria para el año 1988⁷¹, en el que se cuantificaban las exigencias de agua, materiales y emisiones de CO₂ domésticas de ese país. Poco tiempo después, el mismo autor completaba el análisis para el período 1970-1990⁷², revisando de paso las cifras obtenidas para 1988. Hay que advertir que el estudio llevado a cabo por el IFF *no tiene en cuenta los flujos ocultos* derivados de la extracción de los recursos (abióticos o bióticos) por lo que, en sentido estricto únicamente tiene presente —por lo que hace a los materiales— aquellos flujos que reciben una valoración mone-

taria. Las posteriores actualizaciones para 1992 y años sucesivos incorporan los intercambios con el resto del mundo con el fin de obtener los inputs totales directos de energía y materiales y el consumo aparente (aunque sin estimar todavía los flujos ocultos)⁷³.

La Tabla 2.3. pone de relieve que, en el período considerado, los flujos que han recorrido el metabolismo económico de Austria en forma de inputs se han más que doblado desde los años sesenta en términos absolutos, y casi multiplicado por dos desde el punto de vista *per capita*. De las casi 25 tm/hab de flujos de energía y materiales domésticos e importados trasegados en 1995⁷⁴, casi el 75 por 100 eran recursos no renovables (combustibles fósiles y minerales diversos), triplicando así el volumen de biomasa agrícola y forestal puesto en juego durante ese año. Tanto el nivel de consumo como las proporciones entre los diferentes tipos de flujos dejan poco margen incluso para una política de transformación hacia el uso masivo de recursos renovables *sin reducir a la vez* la utilización de los mismos.

«Incluso si se asume que los recursos no renovables pueden ser *sustituídos* completamente, es imposible sustituir el enorme porcentaje de recursos no renovables por medio de una transición

Tabla 2.3
Contabilidad de Flujos Materiales de la economía austriaca, 1960-1995
(millones de toneladas)

	1960	1970	1980	1990	1995
Combustibles fósiles	14,9	20,5	24,0	23,4	24,7
Minerales	45,6	72,0	109,8	116,3	120,4
Biomasa	33,7	37,8	43,8	45,0	44,8
Otros productos	1,3	2,8	5,0	7,1	9,1
Input Total (domésticos + importados)	95,6	133,1	182,7	191,8	199,4
Input Directo Total (tm/hab)	13,7	16,4	24,2	25,0	24,7
Doméstico (%)	86,9	80,9	79,7	76,6	72,2
Importado (%)	13,9	19,1	21,3	23,4	27,8
Consumo Directo Total (tm/hab)	12,7	15,7	22,2	22,1	21,2
Intensidad Material Directa (kg/10 ³ TS)	1,9	1,6	1,5	1,3	1,2
Promemoria					
Agua (millón tm)	—	3.090	3.373	3.721	—
Aire (millón tm de CO ₂)	—	248	304	327	—

Nota: No incluyen los flujos ocultos.

Fuente: Hüttler, W., H. Schand, H. Weisz, (1998): «Are industrial Economies on Path of Dematerialization? Material Flow Accounts for Austria 1960-1995: Indicators and International Comparison», en: Kejin, R., et.al, (eds.), (1999): *Ecologizing Societal Metabolism*. ConAccount Workshop, CML reports, 148, Amsterdam, p. 25. Las estimaciones de flujos de agua y CO₂ proceden de: Steurer, A., (1994): «Stoffrombilanz...», *op. cit.*, p. 20.

forzada hacia recursos renovables. El potencial máximo de recursos renovables que se pueden utilizar en Austria está limitado por parámetros que nos informan de las condiciones naturales que prevalecen en la región y que deben ser consideradas insuficientes. Por decirlo de otra manera, esto supone que el área total del país debería tener varias veces su actual tamaño si Austria quisiera abastecerse únicamente de fuentes renovables. Por tanto, una reducción permanente del flujo metabólico de materiales procedentes de la corteza terrestre sería imposible a menos que se produzca un descenso en los materiales requeridos, en especial los destinados a las actividades de construcción, el abastecimiento energético y la oferta alimentaria»⁷⁵.

La afirmación tiene todo el sentido habida cuenta que el grueso de los materiales con destino a la construcción (arena, gravas,...) constituyen el principal flujo desde los años setenta, alimentando junto a un puñado de sustancias (cemento, fertilizantes y madera) el crecimiento económico de Austria desde hace décadas. La importancia de estos flujos y los sectores de origen y destino invitaba a realizar análisis de flujos materiales por «campos de actividad», lo que condujo a los investigadores del IFF a centrarse en dos de ellos (la construcción y la oferta alimentaria), sugiriendo tres más por su relevancia: la oferta energética, la hídrica y el transporte. Así las cosas, aunque las cifras de intensidad material por unidad de PIB ofrecidas en la Tabla 2.3. muestran un descenso en las últimas cuatro décadas que podrían alimentar un discurso «desmaterializador», la ausencia de estimaciones sobre los flujos ocultos y el incremento en términos *per capita* y absolutos del total de energía y materiales dejan pocas dudas sobre la creciente exigencia de recursos naturales por parte del metabolismo económico de Austria.

Pero en el IFF son también conscientes de que existen otros indicadores para evaluar la intervención de la especie humana sobre la naturaleza, más allá de los derivados de la CFM. Paralelamente al seguimiento de los flujos físicos, uno de los biólogos del IFF, Helmut Haberl, comenzó a explorar la posibilidad de estimar el impacto del metabolismo económico de Austria a través de la apropiación humana de producción primaria neta (PPN) fijada por medio de la fotosíntesis de las plantas. Se recogía así la célebre sugerencia realizada por Vitousek y otros investigadores a mediados de los ochenta, por la cual, a escala mundial, la especie humana se estaba apropiando directa e indirectamente de cerca del 40 por 100 de la PPN fijada por los ecosistemas planetarios terrestres⁷⁶. A partir de las referencias que ofrecía la literatura internacional sobre la productividad de algunos ecosistemas especiales (agrícolas, forestales, prados, etc.), Haberl realizó una primera estimación en colaboración con M. Fischer-Kowalski en la que calculaba, para 1988, la apropiación de PPN en Austria en un 45 por 100 de la PPN que potencialmente podían ofrecer los sistemas naturales de ese país⁷⁷. Un par de años más tarde, presentaría los resultados de una ambiciosa investigación— ya con datos de primera mano— para el caso austriaco

con un importante nivel de detalle⁷⁸. A partir de la división territorial de Austria en 9 regiones, 99 distritos y 2.350 núcleos de población, Haberl llegó a la conclusión de que a finales de los años ochenta la economía austriaca se apropiaba del 41 por 100 de la PPN potencial. Esta última se ve reducida a la PPN actual por obra de la construcción de edificios, viviendas e infraestructuras y el descenso en la productividad biológica de los campos agrícolas en comparación con los ecosistemas naturales. Esta circunstancia reduce la PPN potencial en aproximadamente un 7 por 100, y si se le suma la extracción de biomasa agraria y forestal (PPNe) se llega a la cifra proporcionada en la Tabla 2.4. Hay que añadir que, con la investigación de Haberl, cundió rápidamente el ejemplo, y no hubo que esperar demasiado para que el análisis de la apropiación humana de PPN incorporase una perspectiva temporal más amplia.

Recientemente Fridolin Krausman ha presentado estimaciones para el mismo caso austriaco entre 1830 y 1995⁷⁹ en las que emerge algún elemento de sorpresa en el análisis. Como revela la Tabla 2.5., aunque la biomasa extraída se ha incrementado en el período un 70 por 100, la apropiación de la PPN ha descendido ocho puntos porcentuales desde comienzos del siglo XIX. Las razones hay que buscarlas en el «aumento» de la productividad agrícola y forestal por la intensificación de las labores. De hecho, como reconoce Krausman, en la actualidad las diferencias de productividad de la actual vegetación son muy pequeñas respecto a las de la potencial. A la vez que se producía este fenó-

Tabla 2.4
Apropiación humana de la PPN en Austria a finales de los ochenta

	Superficie Km ²	PPNh (1)	PPNact (2)	PPNe (3)	PPNt (4)=(2)-(3)	PPNa (5)=(1)-(4)	PPNa %
PJ/año							
Bürgenland	3.966	83,1	78,0	32,7	45,3	37,8	45,5
Kärnten	9.533	163,0	148,0	46,8	101,2	61,8	37,9
NÖ	19.174	395,5	374,5	161,5	213,0	182,6	46,2
OÖ	11.980	242,6	231,5	104,7	126,8	115,8	47,7
Salzburg	7.154	109,1	92,4	24,3	68,1	40,9	37,5
Sterimark	16.388	307,2	294,4	103,1	191,3	115,9	37,7
Tirol	12.648	152,1	137,4	28,4	109,0	43,2	28,4
Voralberg	2.601	40,0	33,0	8,2	24,8	15,2	38,0
Wien	415	8,7	6,8	2,1	4,7	4,0	46,0
Austria	83.859	1501,3	1396,0	511,8	884,2	617,1	41,1

Fuente: Haberl, H., (1995): «Menschliche Engriffe...», *op. cit.*, p. 82.

Nota: PPNh: producción primaria neta de la vegetación natural hipotética; PPN act: *ídem* para la vegetación actual; PPNe: la parte de la actual extraída por la especie humana; PPNt: aquella parte que permanece en el ecosistema; PPNa: la apropiada por la especie humana como diferencia entre la hipotética potencial y la que permanece en los ecosistemas.

Tabla 2.5
Evolución temporal de la apropiación humana de PPN en Austria 1830-1995

	PPNh (1)	PPNact (2)	PPNe (3)	PPNt (4)=(2)-(3)	PPNa (5)=(1)-(4)	PPNa (%)
	P/año					
1830	1.404	859	294	582	822	58,5
1880	1.404	911	305	622	781	55,7
1910	1.404	948	310	653	751	53,5
1930	1.404	990	340	659	745	53,1
1950	1.404	991	296	704	700	49,9
1960	1.404	1.083	399	687	716	51,0
1970	1.404	1.168	444	726	678	48,3
1980	1.404	1.198	484	714	689	49,1
1990	1.404	1.212	518	695	709	50,5
1995	1.404	1.201	507	695	709	50,5

Fuente: Krausman, F., (1999): «Terrestrial Ecosystems...», *op. cit.*, p. 16.

Nota: Las diferencias en las estimaciones entre ambos autores se deben sobre todo a los ajustes en la estimación de la PPN potencial.

meno, la reducción de la PPN por el efecto del crecimiento de la urbanización en 4,7 veces desde 1830, se ha venido más que compensando por el aumento de la superficie y rendimiento forestal.

Paralelamente a la profundización y actualización de estas investigaciones particulares veremos cómo, al igual que en el caso del Instituto Wuppertal, varios componentes del IFF acometieron, desde mediados de los años noventa, la labor de aunar esfuerzos metodológicos entre diferentes países. El fin perseguido era contribuir a la elaboración de una metodología común a escala internacional que sirviera de soporte para evaluar las bases físicas de las principales economías industriales. El objetivo, después de varios años de debates y discusiones, se logró finalmente.

3. HACIA UNA METODOLOGÍA COMÚN: EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LOS PRIMEROS INTENTOS COORDINADOS DE ESTIMACIÓN DE FLUJOS FÍSICOS EN EL ÁMBITO NACIONAL

3.1. La confluencia por el lado de los recursos (inputs): «Resource Flows»

La solidez de los trabajos llevados a cabo en Austria y Alemania, así como los incipientes desarrollos en otros países como Estados Unidos, Holanda o Japón parecían ser caldo de culti-

vo suficiente para que cuajara una coordinación internacional respecto a la CFM. Sobre todo porque la labor desarrollada en el Instituto Wuppertal demostró la importancia que para la sostenibilidad ambiental y la medición de la escala del sistema económico tenía la contabilización de los flujos ocultos o «mochilas de deterioro ecológico», tanto de las extracciones domésticas como de los recursos importados. Y en este sentido merecía la pena complementar los balances clásicos con una estimación de los Requerimientos Totales de Materiales (RTM) lo más completa posible. La ocasión apareció a mediados de los años noventa, concretamente en abril de 1996 cuando, a iniciativa del Instituto Wuppertal, se congregaron un reducido grupo de investigadores procedentes de Estados Unidos, Japón, Holanda y de la misma Alemania⁸⁰. Después de un año de trabajo intensivo, este esfuerzo se vio recompensado con la aparición, en 1997, de un estudio titulado *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies* donde se recogían los RTM de Alemania, Holanda, Estados Unidos y Japón, convirtiéndose a partir de ese momento en una referencia obligada en el campo de la contabilidad de flujos materiales⁸¹. Por acuerdo, y debido a su carácter «desequilibrante», en esta primera aproximación se decidió prescindir del agua y el aire en la contabilización de los flujos físicos.

Debido a la heterogeneidad de los materiales y para facilitar los cálculos de los requerimientos de las diferentes economías —tanto de los que se incorporan directamente a los bienes como los necesarios para obtener los propios inputs—, se han propuesto las siguientes definiciones que acotan la naturaleza de los distintos flujos implicados (Cuadro 2.3). Sin duda, la categoría más importante que presenta la contabilidad de los flujos materiales es la aportada bajo el epígrafe de los *flujos ocultos*. La mayoría de los tratamientos que han intentado analizar económicamente la dimensión material de las economías han fijado su atención en aquellos inputs de recursos naturales cuyo valor pasaba por el mercado, lo que en la metodología presentada correspondería a los inputs materiales *directos*. El problema aparece al comprobar que la presión que las economías realizan sobre el medio ambiente —y por lo tanto sobre la sostenibilidad— se debe en gran medida a la dimensión alcanzada por los flujos ocultos no valorados monetariamente. Éstos representan, a su vez, la mayor fracción de los RTM. Tal fue la importancia de los flujos ocultos que *a comienzos de los noventa, el 55 por 100 del total de RTM en Holanda y Japón se debían a esta clase de flujos, mientras que en Alemania y Estados Unidos dicha cifra alcanzaba el 75 por 100*⁸².

Es precisamente la dimensión de estos flujos ocultos lo que apoya la existencia de las mencionadas «mochilas de deterioro ecológico» (ecological rucksacks) asociadas a la extracción, producción y uso de cualquier mercancía. Por ejemplo, los movimientos de materiales que forman la “mochila de deterioro ecológico” que acompañan a la fabricación de un anillo de oro de 10 gramos suman una cantidad de 3,5 toneladas tan sólo en la fase minera. En la misma línea

Cuadro 2.3
Diferentes Clases de Flujos Materiales

FLUJOS MATERIALES DIRECTOS (domésticos + importados) <i>(direct material inputs)</i>	
Es el flujo de recursos naturales compuesto por mercancías que entran en la economía para su posterior procesamiento. Aquí se incluyen tanto los granos utilizados para alimentación, el petróleo de las refinerías, los metales de las manufacturas, etc.	
+	
FLUJOS MATERIALES OCULTOS (domésticos + importados) <i>(hidden flows)</i>	
Es la fracción de los requerimientos totales de materiales que son extraídos pero nunca entran a formar parte de la valoración económica. Estos flujos incluyen a su vez dos tipos: los flujos materiales subordinados o secundarios (<i>ancillary material flows</i>) y los flujos materiales excavados (<i>excavated material flow</i>)	
FLUJOS MATERIALES SUBORDINADOS <i>(ancillary material flows)</i>	FLUJOS MATERIALES EXCAVADOS <i>(excavated material flows)</i>
Se trata de aquellos materiales que deben ser extraídos del medio ambiente y que forman parte del material deseado que se quiere obtener pero que son finalmente desechados. Por ejemplo la parte del mineral que se separa para obtener el metal, los restos de la cosecha obtenidos al separar el grano, etc.	Aquellos flujos materiales removidos para obtener un recurso natural o para crear y mantener una infraestructura. En esta categoría se incluyen los materiales a remover para acceder por ejemplo a una mina, la erosión del suelo fértil a causa de la agricultura, o el movimiento de tierras asociado a la construcción de infraestructuras, etc.
REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES <i>(Total Material Requirements)</i>	
Son la suma del total de inputs materiales directos y ocultos (domésticos + importados), incluida la alteración deliberada del paisaje. Representan el total de los requerimientos de una economía incluyendo todos los recursos domésticos y las importaciones de recursos naturales. Los requerimientos totales de materiales (RTM) proporcionan el mejor indicador global sobre los impactos potenciales asociados a la extracción y uso de los recursos naturales.	

RTM = Flujos Directos (domésticos + importados) + Flujos Ocultos (domésticos + importados)

Fuente: Adriaanse, A., et al., (1997) *Resource flows...*, op. cit., p. 8.

y como un ejemplo de carácter más global, la producción de energía de 3.000 millones de toneladas de carbón, lleva asociada una “mochila” de 15.000 millones de toneladas en forma de agua y escombros, a los que hay que sumar 10.000 millones de toneladas en forma de emisión de CO₂ a la atmósfera. Pero si prescindimos del agua y el aire, el principal elemento generador de flujos ocultos es la extracción de recursos abióticos, en especial los minerales metálicos y los combustibles.

En la anterior Tabla 2.2. ya proporcionábamos cifras de flujos ocultos del Wuppertal para algunas sustancias que se pueden completar con algunas de las estimaciones aportadas por Douglas y Lawson para el caso de las actividades extractivas mineras y la construcción de infraestructuras urbanas y de transporte⁸³. Dichos autores, vinculados a la School of Geography de la Universidad de Manchester y al programa internacional de investigación ESPROMUD (Earth Surface Processes Materials Use and Urban Development) estimaron para 1995 el movimiento glo-

Tabla 2.6

Ejemplos de coeficientes medios de multiplicación para calcular el movimiento total de materiales asociados a la extracción de una selección de sustancias minerales

Producto (Clasificación de Naciones Unidas)	Multiplicador (para calcular el material total removido)
Carbón	x 4,87
Carbón pardo y lignito	x 9,9
Hierro (mena y concentrados)	x 5,2
Cobre (mena y concentrados)	x 450
Plomo (mena y concentrados)	x 32
Bauxita	x 3
Oro (mena y concentrado)	x 950.000
Granito y rocas ornamentales	más un 20 por 100
Calizas y calcáreas	más un 20 por 100
Arenas, sílices y cuarzos	más un 75 por 100
Gravas	más un 25 por 100
Arcilla	más un 50 por 100
Fosfatos naturales	x 4
Sales no refinadas	sin residuos
Turba	más un 25 por 100

Fuente: Douglas y Lawson, (1997): *op. cit.*, p. 110; Douglas y Lawson, (1998), *op. cit.*, pp. 128-129.

bal de materiales (directos y ocultos) asociados a la extracción de las principales sustancias minerales del planeta. Teniendo en cuenta las diferencias en leyes que presentan la mayoría de los yacimientos en los distintos territorios y contando con los datos previos sobre generación de estériles por tipos de sustancia (Tabla 2.6.), calcularon que la especie humana removía alrededor de 57.548 millones de toneladas al año, de las cuales 19.735 computaban como minerales realmente utilizados, mientras que las 37.813 restantes constituían las mochilas de deterioro ecológico o residuos estériles aparejados⁸⁴.

Pero el problema estriba no sólo en que un porcentaje elevado de los RTM mencionados antes sean flujos ocultos sino en que, además, una fracción relevante de los mismos es importada de otros territorios. Así, por ejemplo, salvo en el caso de EE.UU, en el resto la presión sobre los recursos más allá de las fronteras arroja las siguientes cifras. Si tomamos como año de referencia 1994 tenemos que, para el caso de Japón, el 56 por 100 de sus RTM proceden del exterior. Más acusada es la tendencia holandesa que en ese año dependía en un 67 por 100 de los flujos materiales ajenos a su territorio para mantener su modo de producción y consumo. Por último, Alemania después de la reunificación arroja la menor de las cifras dependiendo en un 33

por 100 de flujos materiales de otras regiones. La Tabla 2.7. demuestra que la desmaterialización desde el punto de vista *absoluto* no ha ocurrido en ninguno de los países estudiados. Si que es cierto, sin embargo, que en todos ellos se ha producido un cierto fenómeno de desmaterialización *relativa medido en términos de PIB*. Ahora bien, aunque la utilización de este indicador relativo permita suavizar un cuadro a todas luces preocupante, existen otro tipo de medidas relativas que tampoco liman las aristas más afiladas. Servirá de muestra decir que los RTM *per capita* se incrementaron en Alemania desde las 64 toneladas en 1975 a las 79 toneladas en 1994. Japón y Holanda siguieron la misma tónica pasando el primero de ellos de 37 toneladas en la primera de las fechas a 45 al final del período, y el segundo de las 56 toneladas a mediados de la década de los setenta a las 67 con que despuntaba la mitad de los noventa. Así las cosas, si dejamos al margen los flujos ocultos asociados a la erosión del suelo derivado de las labores agrícolas, a mediados de los noventa, para alimentar el modo de producción y consumo de cada ciudadano alemán eran necesarias 69 toneladas de energía y materiales, 23 de las cuales pasaban directamente al sistema económico obteniendo un valor de mercado, aunque el grueso, esto es, 46 toneladas por habitante, eran simplemente flujos ocultos (residuos) que era necesario remover para acceder y obtener los minerales, combustibles o biomasa utilizada. En el caso de Estados Unidos, los requerimientos totales de materiales ascendían a mediados de los noventa a 70 toneladas /habitante (excluida la erosión), de las cuales 22 eran flujos directos, etc.

No mejora tampoco el cuadro general cuando vemos que precisamente esta última cifra de 67 toneladas coincidiría con los RTM medios *per capita* para los habitantes de estos cuatro países de la OCDE. Y como ha señalado acertadamente Stephan Bringezu, si los más de 6.000 millones de habitantes que pueblan la tierra decidiesen utilizar los mismos flujos físicos para alimentar su modo de producción y consumo serían necesarios 400 mil millones de toneladas al año. *En el caso de que este volumen fuera transportado por ferrocarril, el tren resultante tendría una extensión que daría 3.250 vueltas a la Tierra. O, alternativamente, si fueran depositados de la forma más compacta posible, la altura del montón alcanzaría los 8 kilómetros y tendría un diámetro de 16 kilómetros, ocupando desde el punto de vista territorial una extensión de 200 km²*⁸⁵.

Estos esfuerzos y aproximaciones parciales por países fueron complementadas dos años más tarde con una estimación de los RTM a escala planetaria —realizada por un equipo investigador dirigido por J.M. Naredo y A.Valero⁸⁶—, en un libro que presentaba, además, otras importantes aportaciones que reseñaremos más adelante. Aunque con algunas diferencias metodológicas respecto a *Resource Flows...* llegaban a la conclusión de que la actual civilización industrial movilizaba en 1995 104 mil millones de toneladas de energía y materiales diversos, incluyendo tanto biomasa, como rocas y minerales (Tabla 2.8.) La potencia de estas cifras dota de pleno sentido algunas afirmaciones como las de R. Hooke que califican las intervenciones humanas sobre

Tabla 2.7
Evolución de los RTM por países seleccionados 1975-1994
(millones de toneladas)

	1975	1980	1985	1990	1994
Alemania					
RTM	3.949	4.266	3.715	4.228	5.753
IMD	1.405	1.468	1.267	1.408	1.959
Ocultos	2.544	2.798	2.448	2.820	3.795
RTM/PIB (1975 = 100)	100	92	76	74	78
RTM p/c	64	69	61	67	76
IMD p/c	23	24	21	22	26
RMI/RTM	49	44	40	45	34
Japón					
RTM	4.186	4.448	4.430	5.682	5.657
IMD	1.607	1.877	1.722	2.179	1.964
Ocultos	2.579	2.571	2.708	3.503	3.693
RTM/PIB (1975 = 100)	100	86	71	72	69
RTM p/c	37	38	36	46	45
IMD p/c	14	16	14	18	16
RMI/RTM	50	51	55	55	56
Holanda (*)					
RTM	758	879	892	1.025	1.031
IMD	405	403	396	414	449
Ocultos	353	477	496	611	582
RTM/PIB (1975 = 100)	100	102	97	96	89
RTM p/c	56	62	62	69	67
IMD p/c	30	28	28	28	29
RMI/RTM	59	64	64	67	67
USA (**)					
RTM	21.463	21.982	20.623	22.145	21.947
IMD	4.507	4.836	4.950	5.536	5.706
Ocultos	16.956	17.146	15.674	16.609	16.241
RTM/PIB (1975 = 100)	100	88	72	68	62
RTM p/c	99	97	86	89	84
IMD p/c	21	21	21	22	22
RMI/RTM	95	94	96	95	95

Fuente: Adriaanse, A., et al., (1997): *Resource Flows. The material basis of industrial economies. op. cit.*

IMD: Inputs Materiales Directos; RMI: Requerimientos Totales Importados.

(*) Las cifras de IMD se han corregido con la actualización de E. Mathews, et al., (2000), *op. cit.*

(**) Para el caso de EE.UU, hemos optado por registrar los flujos ocultos nacionales ya que este país constituye la excepción desde el punto de vista físico al articular la mayoría de su producción y consumo sobre sus propios recursos.

el territorio como el principal agente geológico del planeta⁸⁷, pues en muchas sustancias el tonelaje movilizado por la especie humana para sus propios fines supera ampliamente las cantidades que mueve la naturaleza a través de sus ciclos biogeoquímicos. Por ejemplo, *la civilización industrial extrae de la corteza terrestre anualmente un 40 por 100 más de hierro, 24 veces más cobre, 12 veces más plomo y 8,5 veces más molibdeno que el movilizado de forma natural por la biosfera. De hecho, las cantidades de estas sustancias extraídas de la litosfera hasta 1990 igualaban ya a las contenidas en la corteza terrestre en el caso del hierro, pero la superaban en casi siete veces en el caso del cinc, en 19 veces en el caso del plomo y 23 en el del cobre*⁸⁸.

Al comentar los resultados de la Tabla 2.8. es posible subrayar dos elementos adicionales. En primer lugar, la estimación presentada supera en el caso de los recursos minerales y energéticos a la realizada por Douglas y Lawson que, como se recordará, cifraba los flujos totales por este concepto en 57 mil millones de toneladas, esto es, 10 mil millones menos que los cálculos de la Tabla 2.8. Cotejando las cifras de uno y otro trabajo las diferencias proceden sobre todo de las distintas fuentes utilizadas que, incomprensiblemente, otorgan para algunas sustancias en particular diferencias que rondan el 50 por 100 en lo referente a los flujos *directos*. Por otra parte, al comparar las rúbricas de requerimientos directos y totales *per capita* en el ámbito internacional con las ofrecidas por *Resource Flows...* se observa que la mayoría de los países superan con creces la media mundial desde el punto de vista directo: Alemania con 22 tm/hab triplica la media mundial, casi lo mismo puede decirse de Estados Unidos con 20 tm/hab, aun-

Tabla 2.8
Tonelaje ligado a la extracción mundial de biomasa y recursos minerales, 1995
(miles de millones de toneladas)

Flujos	Extracción/Producto (Directos)	Pérdidas directas	Pérdidas indirectas y estériles mineros	Requerimientos Totales
Agrícolas	3,6	1,8	14,6	20
Forestal	6,2	6,2	3,6	16
Ganadería	0,7	—	0,3	1
Pesca	0,1	0,02	0,03	0,15
Total Agrario	10,6	7,32	17,9	37,1
Combustibles fósiles	10,0	1,0	15	26
Minerales metálicos	1,2	2,8	12	16
Rocas y minerales no metálicos	21,0	1,0	3	25
Total rocas y minerales	32,2	4,8	30	67
Totales	42,8	12,1	49,7	104,1
<i>per capita</i>	7			18

Fuente: Naredo, J.M., y A.Valero, (dirs.), (1999): Desarrollo económico..., op. cit., p. 141.

que la diferencia más señalada se produce en el caso de Holanda que con 38 tm/hab multiplica por más de cinco los requerimientos directos mundiales. Como era de esperar, las diferencias no se reducen cuando contemplamos los RTM, manteniéndose la misma tónica y agravándose las distancias en algunos casos como Estados Unidos y Alemania.

Resumiendo un poco a la luz de las cifras manejadas, y centrándonos fundamentalmente en los flujos directos, es posible destacar tres de los cuatro rasgos principales en la mayoría de los análisis de flujos materiales nacionales⁸⁹. Por un lado, parece existir una convergencia creciente en los niveles de utilización de materiales por las principales economías industrializadas, aunque es necesario añadir dos matizaciones importantes. Si bien es cierto que desde el punto de vista de los requerimientos directos *per capita* existe cierta confluencia en las exigencias en torno a las 19-21 toneladas por habitante, las discrepancias afloran cuando realizamos la misma comparación desde el punto de vista de los RTM. Y del mismo modo que es posible verificar la convergencia directa en sentido global, es obligado añadir que la importancia relativa de los flujos particulares cambia sustancialmente de un territorio a otro. Por ejemplo, los materiales de construcción oscilan entre el 20 por 100 en el caso de Holanda y el 50 por 100 si hablamos de Japón, de la misma forma que los porcentajes se invierten si el flujo que consideramos es la biomasa que representa el 40 por 100 en Holanda mientras que en Japón apenas asciende al 10 por 100. Parecidas consideraciones se pueden realizar para el resto de los inputs, en especial cuando se trata de los requerimientos energéticos.

Un segundo elemento importante a destacar es que, tal y como revelaba la Tabla 2.7., la intensidad material por unidad de PIB ha menguado si bien, como hemos repetido ya en otra ocasión, lo relevante desde el punto de vista ambiental son las cantidades en términos absolutos. Y aquí —y este es el tercer elemento— los flujos de recursos se han incrementado en todos los países por lo que difícilmente cabe hablar de desmaterialización absoluta de las economías industriales.

Así pues no es casual que, ante resultados como los anteriores, algunos autores vinculados al Wuppertal, y que han seguido de cerca la elaboración de este tipo de trabajos, muestren sus dudas ante las mediciones «débiles» de la sostenibilidad practicadas por economistas ambientales como David Pearce y sus colaboradores, quienes, apelando a la capacidad de ahorro de una economía para compensar a través de la inversión la depreciación del capital natural y manufacturado «desgastado», daban por “sostenibles” a la mayoría de los países industriales⁹⁰:

«...incluso un conocimiento superficial sobre la situación ambiental del sudeste asiático y el papel de Japón en este contexto sugiere que dichos resultados [los elaborados por Pearce y Atkinson] son apenas compatibles con la sostenibilidad ambiental a escala global y a largo plazo (...) no es por

tanto el porcentaje de ahorro de una economía sino los inputs materiales los que determinan la sostenibilidad de las actividades económicas»⁹¹.

Lo que se denuncia a través de afirmaciones como las anteriores es de gran relevancia ya que pone el acento en un hecho a tener en cuenta: *los patrones «sostenibles» mostrados por un territorio determinado pueden recaer (y a menudo lo hacen) sobre el esfuerzo ambiental desarrollado por otros países ajenos al primero y que le sirven a éste como suministradores de un “capital natural” cuya depreciación se computa en el país exportador en vez de en aquel en que dicho capital natural se utiliza.* Esta es una de las razones por la que algunos investigadores como Schmidt-Bleek se han mostrado proclives a abandonar la idea de «capital natural» y la regla de sostenibilidad “débil” para caracterizar una economía.

Parece entonces que los investigadores del Wuppertal se inclinan, con algún que otro reparo, por reconocer la validez de un concepto de sostenibilidad “fuerte” —aunque modificado— al afirmar que «...los inputs materiales son, por supuesto, un indicador no monetario. Este tipo de indicadores tiene una especial importancia para el concepto de sostenibilidad fuerte»⁹². Se comprende así que una aproximación no monetaria a la sostenibilidad (en este caso medida en toneladas) como la que aquí se ha presentado ponga fundamentalmente el énfasis en el tamaño (escala) de la economía; recuperando, de paso, la antigua noción de *transumo* o flujo metabólico (throughput) de energía y materiales como medida de ese tamaño⁹³. En definitiva...

«...es el transumo (throughput) o escala lo que determina la sostenibilidad a largo plazo de las economías. Por ello, se necesita una medida de la escala (tanto por motivos teóricos como prácticos). (...) una aproximación a través de los inputs materiales nos proporciona dicha medida»⁹⁴.

Al asumir esta concepción de la sostenibilidad, se desmarcan de las propuestas débiles enarboladas por los autores vinculados a la «Escuela de Londres» y, así, en vez de apuntar hacia el *mantenimiento de un stock constante*, ponen el énfasis para el logro de la sostenibilidad en una necesaria *disminución de los flujos físicos*.

«...de acuerdo con el punto de vista sostenido por Pearce/Turner y otros autores, tenemos que mantener intacto el capital natural para evitar una reducción en el bienestar. Desde nuestra perspectiva, el flujo físico procedente de la ecosfera que va a parar a la economía (el input material) tiene que ser reducido en un factor de 10 a lo largo de los próximos 40-50 años, lo que no supone una reducción en el bienestar si utilizamos todas las oportunidades para derivar el bienestar adecuado de los inputs materiales utilizados. Podemos decir que la reducción de los inputs mate-

riales es necesaria para evitar una degradación del “capital natural” (...) el enfoque basado en el MIPS se puede considerar “fuerte” en el sentido de que no se supone la sustitución entre el “capital natural” y el manufacturado, del mismo modo que se desconoce su sustituibilidad potencial y futura. A causa de ello, la estabilización de los flujos materiales a largo plazo aparece como condición necesaria para la sostenibilidad ecológica»⁹⁵.

En la misma línea, entonces, cualquier medida que promueva la “desmaterialización” de la economía, entendiendo por tal, la reducción de la energía y materiales por unidad de servicio prestado o bien producido, pasa por ser un objetivo deseable. Una cuestión diferente es si verdaderamente la economía se ha “desmaterializado” en los últimos años y, por lo tanto, para conseguir esa reducción no es preciso modificar las pautas de producción y consumo en las sociedades industriales siendo el proceso de crecimiento económico compatible con un descenso en la intensidad de uso de los recursos naturales. Sin embargo, las consideraciones realizadas en este capítulo dejan mal parada la creencia de que los límites físicos al crecimiento económico y los problemas de sostenibilidad no tienen sentido en un mundo que es capaz, con las tendencias actuales, de «crecer de forma sostenible», o de «producir más con menos».

3.2. Ampliar el análisis también por el lado del output: «The Weight of Nations»

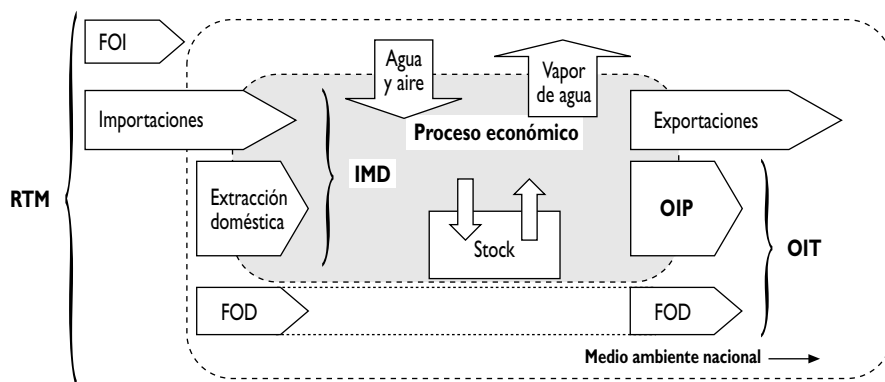
Una de las limitaciones que planteaba el estudio de *Resource Flows* era su carácter parcial centrado en los flujos totales de recursos extraídos de la biosfera que en mayor o menor medida se incorporaban finalmente al sistema económico. Sin embargo, nada se apuntaba sobre la otra parte el balance de materiales, esto es, sobre los flujos físicos que finalmente acababan retornando a la naturaleza en forma de residuos, o bien como bienes y productos exportados a otros territorios. Los redactores de aquel texto eran conscientes de la mentada laguna por lo que se pusieron manos a la obra para intentar solventarla redactando, tres años más tarde, un trabajo adicional que perseguía hacer un seguimiento del *output* de las cuatro economías anteriores a las que se añadió en esta ocasión también Austria⁹⁶. El indicador principal que surge de este análisis es el Output Interior Total (OIT) que proporciona una medida de los flujos físicos que son removidos y desplazados desde el interior del sistema económico *hacia la biosfera*. Este traslado se traduce en la suma de los residuos derivados de la producción de bienes y servicios (Output Interno Procesado, OIP), junto con el montante de flujos ocultos interiores (domésticos) de materiales que no llegan a formar parte de ese proceso pero cuyo desplazamiento es necesi-

rio. Cabe subrayar que los flujos ocultos domésticos constituyen, por su propia naturaleza, tanto inputs como outputs del proceso económico, por lo que aparecen en ambos lados del balance de materiales (Gráfico 2.3.)⁹⁷.

La Tabla 2.9. resume la evolución absoluta y relativa de estos indicadores para los mismos países que la Tabla 2.7 más Austria. Los propios datos y su comparación con los ofrecidos antes permiten extraer algunos resultados interesantes. En primer lugar, aunque las principales economías industriales se han vuelto más eficientes en el uso de la energía y materiales, la generación de residuos tanto procesados (OIP) como totales (OIT) continúa su incremento año tras año. A pesar de existir síntomas de «desmaterialización relativa» respecto al PIB o en términos *per capita* consecuencia de la reducción de los residuos que van a parar a los vertederos y el aumento del reciclaje y la eficiencia en el empleo de algunas sustancias, no ocurre sin embargo lo mismo cuando hablamos desde el punto de vista de la «desmaterialización absoluta», donde salvo en el caso austriaco tanto los OIP como los OIT han aumentado entre 1975 y 1996. Como consecuencia, las cifras muestran que entre la mitad y tres cuartas partes de los recursos retornan finalmente al medio ambiente en forma de residuos. Hay que advertir además que, sin incluir los flujos ocultos, nos movemos en un rango que va de las 11 tm/hab de Japón a las 25 tm/hab de Estados Unidos, mientras que al incorporar aquellos, el escenario pasa de las 21 tm/hab en Japón a las 86 tm/hab estadounidenses.

Esta circunstancia es un simple corolario del «efecto rebote» ya descrito en el capítulo primero, al que se suma desde el punto de vista productivo la permanencia de sectores industria-

Gráfico 2.3
El ciclo completo de la CFM



* RTM (Requerimiento Total de Materiales) = IMD + FOD + FOI
 * IMD (Input Material Directo) = Extracción Doméstica + Importaciones
 * FOD (Flujos Ocultos Domésticos)
 * FOI (Flujos Ocultos Importados)

* OIT (Output Interior Total) = OIP + FOD
 * OIP (Output Interior Procesado) = IMD - NAS - Exportaciones
 * NAS = Aumento Neto del Stock = IMD - OIP - Exportaciones

Fuente: Matthews, E., et al., (2000): *The Weight of Nations...*, op. cit., p. 5.

Tabla 2.9
Evolución de los flujos de output (residuos y materiales), 1975-1996
(millones de toneladas)

	1975	1980	1985	1990	1994
Alemania (*)					
Output Interior Total (OIT)	1.917,1	2.346,6	2.257,6	2.244,6	3.492,1
Output Interior Procesado (OIP)	865,3	952,6	872,7	855,9	1.074,7
OITpc (tm/hab)	31,0	38,1	37,0	35,4	42,6
OIPpc (tm/hab)	14,0	15,4	14,3	13,5	13,1
OIT/PIB (tm/millón)	1,04	1,09	0,99	0,84	0,99
OIP/PIB (tm/millón)	0,47	0,44	0,38	0,32	0,30
Japón					
Output Interior Total (OIT)	2.208,4	2.136,0	2.021,8	2.426,2	2.632,0
Output Interior Procesado (OIP)	1.173,2	1.207,8	1.164,3	1.342,7	1.406,5
OITpc (tm/hab)	19,7	18,2	16,7	19,6	20,9
OIPpc (tm/hab)	10,4	10,3	9,6	10,8	11,1
OIT/PIB (tm/millón)	9,04	7,09	5,69	5,41	5,22
OIP/PIB (tm/millón)	4,80	4,01	3,27	2,99	2,79
Holanda					
Output Interior Total (OIT)	376,3	364,4	347,2	374,5	381,1
Output Interior Procesado (OIP)	242,5	246,3	238,7	263,6	281,2
OITpc (tm/hab)	27,6	25,8	24,0	25,1	24,6
OIPpc (tm/hab)	17,8	17,4	16,5	17,7	18,1
OIT/PIB (tm/millón)	0,91	0,78	0,70	0,64	0,57
OIP/PIB (tm/millón)	0,59	0,53	0,48	0,45	0,42
Estados Unidos					
Output Interior Total (OIT)	22.573,2	23.205,0	21.603,9	22.795,3	23.261,0
Output Interior Procesado (OIP)	5.258,7	5.698,3	5.542,1	5.886,7	6.773,8
OITpc (tm/hab)	102,5	100,7	89,3	89,7	86,3
OIPpc (tm/hab)	23,8	24,6	22,9	23,1	25,1
OIT/PIB (tm/millón)	5,31	4,66	3,85	3,54	3,15
OIP/PIB (tm/millón)	1,24	1,15	0,99	0,91	0,92
Austria					
Output Interior Total (OIT)	180,2	187,7	188,5	185,9	171,3
Output Interior Procesado (OIP)	85,7	98,3	95,5	100,1	100,8
OITpc (tm/hab)	23,7	24,8	24,8	24	21,2
OIPpc (tm/hab)	11,3	13	12,6	12,9	12,5
OIT/PIB (tm/millón)	0,13	0,11	0,10	0,09	0,07
OIP/PIB (tm/millón)	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04

Nota: En todos los casos, tanto el OIT como el OIP incluyen el oxígeno que forma parte de los residuos vertidos (por ejemplo, el asociado al CO₂, NO_x, etc.).

Fuente: Matthews, E., et al., (2000): *The weight of Nations... op. cit.*

les tradicionales que, a pesar de haber reducido su importancia relativa, no por ello han menguado su actividad en términos absolutos. Como recuerdan los autores, en el caso de Estados Unidos siguen en funcionamiento centrales térmicas de carbón muy ineficientes, además de numerosas viviendas muy poco aisladas que favorecen el consumo energético⁹⁸.

Si por el momento dejamos al margen los flujos ocultos y consideramos únicamente los residuos derivados del proceso productivo (OIP), podemos clasificarlos en tres tipos de emisiones: vertidos a la atmósfera, al suelo, o al agua. Aquí el cambio más importante entre 1975 y 1996 ha sido el incremento de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión energética y los procesos industriales, a excepción de Alemania. Pero no sólo se constata que este tipo de emisiones representan, como media entre los países, el 81 por 100 del total de los vertidos a la atmósfera en 1996, sino que han aumentado su participación también en términos relativos. Como pone de relieve la Tabla 2.10., *se ha producido una recomposición en los destinos finales de las emisiones favoreciéndose los vertidos a la atmósfera en detrimento de las cantidades depositadas en vertederos más o menos controlados.*

Obviamente en esta modificación ha tenido que ver no sólo el mayor incremento en el consumo energético, sino también una política de gestión de los residuos sólidos urbanos que ha favorecido, erróneamente, la incineración con la esperanza de hacerlos «desaparecer». Sin embargo, sabemos por la primera ley de la termodinámica —y el estudio citado nos lo demuestra— que la quema de residuos simplemente transforma lo que eran residuos sólidos, que podrían ser aprovechados, en residuos gaseosos en ocasiones más peligrosos que en su estado ante-

Tabla 2.10
Composición del OIP según destino de los vertidos, 1975 y 1996
(porcentajes)

	A la atmósfera		Al suelo				Al agua			
	1975 Excluido oxígeno	1996 Incluido oxígeno	1975 Excluido oxígeno	1996 Incluido oxígeno	1975 Excluido oxígeno	1996 Incluido oxígeno	1975	1996		
Austria	45	57	73	82	54	42	27	18	<1	<1
Alemania	70	70	89	89	29	29	11	11	<1	<1
Japón	72	81	89	93	28	19	11	7	<1	<1
Holanda	54	61	81	85	45	39	19	15	<1	<1
Estados Unidos	66	68	86	87	24	22	10	9	<1	<1

Nota: Las cifras se presentan en dos formas: teniendo en cuenta el oxígeno que forma parte de los compuestos vertidos (por ejemplo el presente en el CO₂, NOx, etc.) o en ausencia del mismo. Los datos de residuos vertidos al agua están incompletos para todos los territorios, siendo de poca importancia la distinción anterior. En el caso de Estados Unidos, aproximadamente un 10 por ciento (sin oxígeno) o un 4 por 100 (con oxígeno) no tienen asignado un destino claro y debido a esta cuestión no suman 100.

Fuente: Matthews, E., et al., (2000): *The Weight of Nations...op.cit.*, p. 26.

rior. Desde esta perspectiva, la misma tabla revela que Alemania ha sido un caso singular en cuanto a las emisiones a la atmósfera, fruto de la política de aumento de la eficiencia en el uso energético consecuencia de la «crisis» de los años setenta y la posterior reducción de la dependencia del lignito que favoreció la disminución de las emisiones. A esto hay que añadir que tras la reunificación, la administración germana clausuró numerosas fábricas de la antigua República Democrática que funcionaban con unos ratios de eficiencia bastante bajos.

Pero se recordará que, páginas atrás, al comentar los principales resultados del estudio *Resource Flows...* dejamos pendiente el análisis de un cuarto resultado que se podía extraer del debate en torno a los balances materiales de las economías industriales. Precisamente la reflexión sobre los residuos invita a retomar ahora ese asunto en su vertiente polémica. Hace más de una década, cuando Robert Ayres intentó actualizar los cálculos sobre flujos de energía y materiales para Estados Unidos que realizó con Kneese y d'Arge, sugirió que, cada vez en mayor medida, las economías industriales han acentuado su comportamiento «lineal», pues el grueso de la energía y los materiales son utilizados rápidamente y emitidos en forma de residuos con igual velocidad. Esta última consideración es objeto todavía de un interesante debate a pesar de la estimación de Ayres en la que subrayaba que en el caso de Estados Unidos únicamente 150 millones de toneladas del total extraído de la naturaleza se convertía en bienes duraderos y activos materiales, lo que para ese país apenas representaba el 6 por 100 del total de flujos movilizados, convirtiéndose el restante 94 por 100 rápidamente en residuos⁹⁹.

Ahora bien, las cifras aportadas por los balances de materiales en varios países demuestran que el aumento del stock físico (como diferencia entre los inputs captados en la naturaleza y los outputs vertidos a la misma) se ha incrementado considerablemente, alcanzando porcentajes muy superiores al 6 por 100 manejado por Ayres. El estudio *The Weight of Nations* nos permite estimar no sólo la cantidad de material que traspasa los límites del sistema económico, sino también el flujo de materiales que cada año permanece dentro del propio sistema añadiéndose al stock físico del territorio. El grueso de esta cantidad lo componen las infraestructuras y bienes duraderos (carreteras, edificios públicos y viviendas, fábricas, ferrocarriles,...), siendo necesario detraer la parte que cada año desaparece en forma de demoliciones, vertido o abandono con el fin de obtener el «Aumento Neto del Stock» (ANS). Haciendo las cuentas de esta forma se ve que en tres de los cinco países objeto de estudio (Austria, Alemania y Japón) el ANS alcanza una magnitud entre 10 y 11 tm/hab similar a los residuos de la producción de bienes y servicios vertidos a la naturaleza (OIP), mientras que Estados Unidos y Holanda se encuentran alrededor de las 8 tm/hab (Tabla 2.11.).

Cabe subrayar que el grueso de estas cantidades viene de la mano de los materiales de construcción incorporados a las infraestructuras que representan la casi totalidad del tonelaje

involucrado, quedando en un segundo plano bienes duraderos como automóviles, electrodomésticos, etc., que contabilizan entre 1 y 2 tm/hab¹⁰⁰. Esto nos recuerda que son precisamente este tipo de flujos los que suponen la mayor parte del metabolismo económico en cantidad, por lo que las estrategias de reutilización y reciclaje de los residuos de construcción y demolición deberían ser prioritarias si queremos reducir el consumo en origen de dichos recursos y la consiguiente generación de vertidos al medioambiente. Un aspecto éste que apenas está siendo objeto de atención. Por otro lado, las exigencias materiales para la construcción de las infraestructuras que están en la base del incremento del stock físico han tenido poca relación con el crecimiento poblacional y han ido mucho más allá de lo que un estricto mantenimiento de las mismas hubiera exigido: «El aspecto más dañino de esta tendencia —afirman Matthews *et al.*— será una acelerada pérdida de tierra productiva, la degradación del paisaje y una fragmentación y desequilibrio de los hábitat, aumentando también la presión sobre la biodiversidad»¹⁰¹.

Tabla 2.11.
Evolución de los Aumentos Netos del Stock físico (ANS), 1975-1996
(toneladas)

Austria					
ANS per capita	9,69	11,15	10,15	11,12	11,5
% respecto OIT	40,7	44,9	40,7	46,2	54,1
% respecto OIP	85,6	85,7	80,3	85,7	92,0
Alemania					
ANS per capita	12,20	11,91	9,07	10,81	11,46
% respecto OIT	39,4	31,2	24,5	30,5	26,8
% respecto OIP	87,2	76,9	63,4	79,9	87,2
Japón					
ANS per capita	8,24	9,72	8,2	11,35	9,69
% respecto OIT	41,8	53,3	49,1	57,8	46,3
% respecto OIP	78,6	94,2	85,3	104,5	86,7
Holanda					
ANS per capita	11,25	9,28	8,82	8,31	8,71
% respecto OIT	40,6	35,9	36,7	33,0	35,4
% respecto OIP	63,1	53,1	53,4	46,9	48,0
Estados Unidos					
ANS per capita	7,18	7,21	7,18	7,19	7,71
% respecto OIT	6,7	7,2	8,0	8,0	8,9
% respecto OIP	28,9	29,1	31,3	31,0	30,7

Fuente: Matthews, E., et.al, (2000): *The Weight of Nations...*, op. cit.

No obstante, las implicaciones de un stock de capital crecientemente apoyado sobre las extracciones de la corteza terrestre y fuertemente demandante de suelo posee otras importantes implicaciones para la sostenibilidad. Como apunta S. Bringezu, el stock de materiales permite

«...señalar que una economía que está *fisicamente* creciendo no puede calificarse como sostenible porque, por ejemplo, la expansión ilimitada del área cubierta de carreteras y edificios lleva directamente a una reducción de aquellas áreas que pueden ser utilizadas para otros fines como la agricultura [que sirve para el abastecimiento de la población] provocando reducciones adicionales del espacio dedicado a otros hábitat naturales»¹⁰².

Aunque es cierto que la estimación de Ayres para Estados Unidos se aproximaba bastante a la realidad de ese país respecto a los OIT —mostrando que para este territorio el autor norteamericano no andaba demasiado desencaminado— no ocurre lo mismo con el resto de países, ni tampoco cuando tenemos en cuenta únicamente el Output Interno Procesado (OIP). Aunque con alguna diferencia metodológica, los resultados de la Tabla 2.11. coinciden plenamente con la estimación realizada por Wernick y Ausubel para el caso de Estados Unidos en el que la aportación al stock duradero era de 1.880 millones de toneladas para 1990, casi la misma cantidad estimada en la investigación aquí manejada (1.827 millones para el mismo año)¹⁰³. Con mayores discrepancias, una estimación anterior para el caso de Austria mostrada por Anton Steurer cifraba en 1988 la acumulación de stock físico en 60 millones de toneladas, esto es, el 37 por 100 de los materiales trasegados¹⁰⁴, frente a los 79 millones estimados en el estudio anterior.

Merece la pena terminar este epígrafe ensamblando ambas partes del balance en una representación completa que nos permita derivar también los indicadores correspondientes. Una vez estimados los principales flujos desde el lado del output con una metodología consensuada era normal que los investigadores del Instituto Wuppertal que participaron en ambos estudios se pusieran manos a la obra para actualizar las cifras apuntadas a comienzos de la década de los noventa. Recientemente, S. Bringezu ha llevado a cabo esta tarea completando la información para el año 1996, lo que de por sí confirma las tendencias apuntadas entonces. Con el país reunificado, los inputs totales domésticos e importados (excluido el agua y el oxígeno) estaban dominados por los flujos abióticos que superaban en 15 veces a los requerimientos bióticos, teniendo especial trascendencia en este dato las mochilas de deterioro ecológico vinculadas a la extracción de los recursos minerales y energéticos que representaban el 57 por 100 de las 42 tm/hab de inputs abióticos. Los Requerimientos Totales de Materiales ascendían a 46,2 tm/hab, llegando a 65,3 tm/hab si dejamos de contabilizar sólo el agua. Al restar a esta última cantidad

las 53,9 tm/hab en concepto de emisiones y exportaciones, tenemos que el crecimiento del stock material de la economía alemana en ese año era de 11,4 tm/hab¹⁰⁵.

3.3. La extensión de la CFM a otros países y el papel de los organismos oficiales

A estas alturas parece claro que la aparición de *Resource Flows...* reveló el papel clave que desde hacía años venían jugando científicos particulares y centros de investigación privados en el desarrollo y progresiva consolidación de la CFM. No debe sorprender, por tanto, que cundiera el ejemplo, de tal suerte que en estos momentos es posible disponer de una variada gama de estudios referidos a los flujos de energía y materiales en diferentes países. Aparte de los ya mencionados, disponen de trabajos similares Reino Unido, Italia, Finlandia, Suecia, Polonia, Venezuela, Brasil, Egipto, Chile, además de la Unión Europea en su conjunto (véase más adelante el cuadro 2.5.). A esta lista hay que sumar, por su importancia poblacional a escala mundial, la reciente estimación de los flujos físicos de China que muestra bien a las claras unas tendencias preocupantes¹⁰⁶. Por suerte, estos esfuerzos más o menos colectivos se han visto apoyados desde mediados de la década de los noventa por algunos organismos encargados de la recolección de datos oficiales, sobre todo en el caso del continente europeo. Aquí el respaldo se ha planteado desde una doble perspectiva: a) aunando esfuerzos en la recopilación de las distintas experiencias de CFM en la Unión Europea con el objetivo de alcanzar una metodología común de indicadores para su aplicación generalizada a todos los países miembros, y b) financiando estudios para la cuantificación de los RTM del conjunto de la UE y, por derivación, de cada uno de los socios comunitarios. Dentro de la UE los dos organismos que han puesto más empeño en ambos cometidos han sido su Oficina Estadística (EUROSTAT) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)¹⁰⁷. En ambos casos la directriz principal fue la de tender puentes con los investigadores más experimentados en la CFM, esto es, con los integrantes del Instituto Wuppertal alemán y del IFF austríaco¹⁰⁸.

En lo que hace a la primera tarea, EUROSTAT ya mostró en 1995 su preocupación por esta temática auspiciando en marzo de ese año un «Expert Meeting on Material Flow Accounting», en el que se recopilaron las diferentes experiencias en las oficinas estadísticas de los países miembros, cuyos resultados se publicaron dos años después¹⁰⁹. Posteriormente, en 2000, se realizó un «Task Force on Material Flow Accounting» donde se dio cuenta de los progresos realizados hasta ese momento¹¹⁰, lo que sirvió para poner a punto las directrices principales de lo que después sería la guía metodológica de EUROSTAT para la contabilidad de flujos materiales en el ámbi-

to nacional¹¹¹. Dicha guía metodológica recogía el grueso del trabajo realizado, homogeneizaba las denominaciones de algunos flujos —por ejemplo, sustituyendo con algunos matices la denominación de flujos ocultos por la de flujos indirectos no utilizados— y detallaba los rasgos que debían presentar los distintos materiales físicos para su contabilización en uno u otro apartado. El Cuadro 2.4. ofrece de forma paralela los principales flujos involucrados en una CFM según la metodología de EUROSTAT, así como los indicadores fundamentales que se pueden derivar de su cálculo.

Por lo que toca al segundo aspecto de la colaboración, la EEA presentó en su informe de 2000 un avance del estudio encargado a S. Bringezu y H. Schütz sobre los RTM de la UE entre 1988 y 1997¹¹², cuyos cálculos fueron más tarde revisados y ampliados por encargo de EUROSTAT, en un estudio que incorporaba además el balance de materiales completo llevando la serie hacia atrás hasta 1980¹¹³. Según esto, los RTM de la UE-15 habían fluctuado ligeramente en ese período de tiempo en torno a las 50 tm/hab, alcanzando en 1997 las 52 tm/hab. Como era de esperar la mayor parte de esta cantidad venía representada por los recursos *abióticos* que habi-

Cuadro 2.4
Esquema del balance de materiales completo para la economía a escala nacional según EUROSTAT

Recursos (inputs)	Empleos (Outputs)
Extracción doméstica Combustibles fósiles (carbón, petróleo...) Minerales (metales, arena...) Biomasa (madera, cereales...)	Emisiones y residuos Emisiones a la atmósfera Residuos en vertederos Vertidos a las aguas Disipación de productos y pérdidas (Fertilizantes, abonos, semillas; corrosión)
Importaciones	
Inputs directos de materiales	Output Interior Procesado a la naturaleza
Extracción doméstica no usada De minería / canteras De biomasa de cultivos Excavación de suelos	Eliminación de extracción doméstica no usada De minería / canteras De biomasa de cultivos Excavación de suelos
Input total de materiales	Output Interior Total a la naturaleza
Flujos indirectos asociados a las importaciones	Exportaciones
Requerimientos Totales de Materiales	Output total de materiales
	Acumulación neta de stocks Infraestructuras y edificios Otros (maquinaria, otros bienes duraderos, etc.)
	Flujos indirectos asociados a las exportaciones

Fuente: Eurostat, (2001): *Economy-wide material flows...*, op. cit., p. 25.

an aumentado su participación desde el 87 por 100 en 1980 al 89 por 100 en 1997. En todo caso, también se confirmaba la importancia de los flujos indirectos (ocultos) que en 1997 alcanzaban la cifra del 61 por 100, esto es, un 50 por 100 más que los requerimientos directos de la economía europea para ese año¹¹⁴. Dada la ingente cantidad de datos manejados, las sucesivas revisiones que se producen en las estadísticas de base, y las estimaciones que es preciso realizar para salvar las lagunas de información, no debe extrañar que las cifras sean objeto de actualizaciones. Sabemos que los cálculos referidos a los flujos ocultos o indirectos son más sensibles a los cambios metodológicos y a los coeficientes utilizados para su estimación, y esto explica que los países que se han arriesgado a dar cifras sobre sus RTM sean menos numerosos que aquellos que han presentado datos sobre sus Inputs Materiales Directos. Conviene sin embargo cotejar también los cálculos de los requerimientos directos habida cuenta las múltiples fuentes manejadas para su obtención. Esto fue lo que, por encargo de EUROSTAT, hizo el IFF austriaco con el anterior trabajo de Bringezu y Schütz, que fue revisado detalladamente y actualizadas sus cifras hasta el año 2000, aunque desgraciadamente sin entrar en el detalle de los flujos ocultos ni por lo tanto en los RTM¹¹⁵. En efecto, el repaso de las cifras puso sobre el tapete que, eligiendo el consumo material directo (CMD)¹¹⁶ como indicador, la estimación inicial de los investigadores del Wuppertal en comparación con la revisión del IFF estaba *sobrevalorada* en un 17 por 100 para el conjunto de la UE-15, llegando en algunos casos de países concretos al 42 por 100 (Irlanda), el 34 por 100 (España) o el 32 por 100 (Suecia)¹¹⁷. Esta modificación en los valores de los flujos *directos*, obviamente, trastocarían todas las cifras de RTM a la baja, si bien, como hemos mencionado, no se produce ninguna nueva estimación para dicho indicador. A falta de este último dato, desde el punto de vista absoluto, *los flujos materiales directos de la UE se han incrementado un 5 por 100 entre 1980 y 2000, aumentando considerablemente el déficit físico de la UE que, a finales del siglo XX importaba 3,3 toneladas de energía y materiales por cada una que exportaba al resto del mundo*. Como se puede ver, a pesar de las modificaciones, los nuevos datos mantienen a grandes rasgos las tendencias aunque corregidas a la baja. Pero no insistiremos más por el momento, pues estas y otras consideraciones serán comentadas más adelante al discutir los RTM de la economía española desde una perspectiva comparada.

Del mismo modo que la colaboración entre organismos como EUROSTAT o la EEA con miembros del Instituto Wuppertal y el IFF austriaco proporcionó buenos resultados, igual se puede decir de otros lugares como por ejemplo Estados Unidos, donde los lazos de unión entre organismos oficiales como la Environmental Protection Agency (EPA), el United States Geological Survey (USGS) o el President's Council on Sustainable Development (PCSD), con instituciones privadas como el World Resources Institute (WRI) o el «Program for the Human Environment» de la Rockefeller University han sido realmente fértiles. De hecho a iniciativa del PCSD se creó en

1996 el «Interagency Working Group on Industrial Ecology, Material and Energy Flows», con el encargo de coordinar la información estadística generada por todas las agencias federales con competencias en flujos físicos¹¹⁸. Pero a pesar de la iniciativa pública y de contar con solventes bases de datos proporcionadas por el USGS y el U.S. Bureau of Mines, este grupo de trabajo interministerial fue a remolque y se benefició claramente de las labores previas de investigadores como Donald Rogich¹¹⁹ del World Resources Institute, o Iddo Wernick y Jesse Ausubel de la Rockefeller University. Esta influencia se dejó notar en la redacción del primer Informe del Grupo Interministerial, en el que se agrupaba y presentaba abundante información sobre los flujos físicos que recorrieron la economía estadounidense a lo largo de todo el siglo XX¹²⁰. De hecho, las series de consumo de recursos en Estados Unidos desde 1900 revelan varios aspectos que no por conocidos dejan de ser relevantes¹²¹. En primer lugar, mientras que a principios del siglo XX el 41 por 100 de los materiales utilizados eran de origen renovable¹²², en 1995 únicamente el 6 por 100 de los recursos consumidos procedían de la biomasa, porcentaje que descendió al 5 por 100 en 2000¹²³. En consecuencia, los flujos físicos no renovables experimentaron un crecimiento exponencial que se reflejó tanto en la extracción directa de materiales procedentes de la corteza terrestre, como en la posterior producción de distintas sustancias y materiales orgánicos y sintéticos. Estos últimos se multiplicaron por más de 60 veces (25 veces *per capita*) pasando de los apenas 2 millones de toneladas en 1900 a los 131 de 1995 y los 148 millones de 2000, fiel manifestación de la masiva fabricación de plásticos, fertilizantes y otros miles de productos químicos. Pero sin duda, desde el punto de vista del tonelaje, son las rocas y otros materiales de construcción los que han dominado la escalada material en ese país: aproximadamente el 75 por 100 de los 3.400 millones de toneladas de materiales que fueron consumidos en términos netos por la economía estadounidense en 2000 eran básicamente arena, grava y rocas destinadas a la construcción y mantenimiento de las infraestructuras¹²⁴. A lo que habría que sumar que en este país, más de la mitad de los flujos físicos que han recorrido la economía estadounidense durante el siglo XX han sido utilizados en los últimos 25 años. Recientemente, en un trabajo que recoge parte de la investigación de *The Weight of Nations* se ha estimado que el *output doméstico per capita* para cinco familias de mercancías (minerales, metales, productos forestales, productos orgánicos no renovables sintéticos, y productos agrícolas) a escala mundial entre 1972 y 1996 es 1,7 tm/hab, es decir, 6,5 veces menos que el consumo de un estadounidense medio, que se situaba en esa misma fecha en 11,1 tm/hab¹²⁵.

Al margen de ejemplos concretos, cabe subrayar que los trabajos en el ámbito internacional y nacional referidos hasta este momento fueron un buen caldo de cultivo para que la CFM prosperase en otros territorios que, en mayor o menor medida, habían permanecido al margen de estos desarrollos. El Cuadro 2.5. resume los trabajos que se han realizado a escala nacional

Cuadro 2.5
Resumen de los principales estudios de CFM por países

País	Referencia	Periodo de tiempo	RTM	IMD	CMT	CMD	OIP	OIT
UE-15	Bringezu y Schütz (2001a, b)	1988-1995; 1980-1997	X	X				
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Austria	Steurer (1992)	1988		X		X	X	
	Steurer (1994)	1970-1990		X		X	X	
	Hütler, et.al, (1997)	1992		X		X	X	
	Fischer-Kowlaski, et al., (1997)	1960-1996		X		X	X	
	Gerhold y Petrovic, (2000)	1960-1997		X		X	X	
	Mathews, E, et al., (2000)	1975-1996		X			X	X
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Bélgica,	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
Luxemburgo	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Dinamarca	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Finlandia	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X				
	Eurostat (2002)	1980-2000		X				
	Juutinen y Mäenpää (1999)	1970-1996	X	X	X	X		
	Muukkonen (2000)	1980-1997	X	X	X	X	X	X
	Hoffrén, Luukakanen y Kauvo-oja (2001)	1960-1996		X		X		
Francia	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Alemania	Schütz y Bringezu (1993)	1989-1990	X	X		X	X	
	Kuhn, et.al, (1994)	1960 y 1990	X	X	X	X	X	X
	Adriaanse, et al., (1997)	1988-1995	X	X				
	Mathews, E, et al., (2000)	1975-1996		X			X	X
	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X				
	Bingezu (2002)	1996	X	X	X	X	X	X
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Grecia	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Irlanda	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Italia	Femia (2000)	1988	X	X				
	De Marco, et al., (2001)	1994	X	X				
	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Holanda	Adriaanse, et al., (1997)	1975-1994;	X	X				
	Mathews, E, et al., (2000)	1975-1996		X			X	X
Chile	Giljum (2002)	1973-2000		X		X		

Cuadro 2.5
Resumen de los principales estudios de CFM por países (continuación)

País	Referencia	Período de tiempo	RTM	IMD	CMT	CMD	OIP	OIT
Holanda	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Portugal	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
España	Carpintero (2002)	1955-1995		X		X		
	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000	X	X		X		
País Vasco	IHOBE (2002)	1989-1998	X	X				
Suecia	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Reino Unido	Bringezu y Schütz (2001a,b)	1988-1995; 1980-1997		X		X		
	DEFRA (2002)	1970-1999	X	X	X	X	X	X
	Schandl y Schulz (2000)	1937-1997		X		X		
	Schandl y Schulz (2002)	1850-1997		X		X		
	Eurostat (2002)	1980-2000		X		X		
Brasil	Machado (2001)	1975-1995		X		X		
Venezuela	Castellano (2001)	1988-1997		X		X		
China	Chen y Quiao (2001)	1990-1996	X	X				
EE.UU.	Wernick y Ausubel (1995)	1990		X		X	X	
	Adriaanse, et al., (1997)	1975-1994	X	X				
	Mathews, E, et al., (2000)	1975-1996					X	X
	Rogich y De Matos (2002)	1900-1996	X	X		X		
Japón	Adriaanse, et al., (1997)	1975-1994	X	X				
	Mathews, E, et al., (2000)	1975-1996		X			X	X
	Moriguchi (2001)	1995	X	X	X	X	X	X
Polonia	Schütz y Welfens (2000)	1992,1995 y 1997	X	X				
Hungría	Hammer (2002)	1993-1997	X	X	X	X		

Fuente: Elaboración propia sobre las referencias citadas.

apuntando si se trata de un balance de materiales completo, si incorporan los RTM o simplemente contabilizan los Inputs Materiales Directos (IMD) de cada economía. Se recoge en el cuadro el período de tiempo que abarca cada estudio sabiendo que en varios casos existen trabajos diversos para un mismo país, a veces con metodologías diferentes, que arrojan resultados dispares aunque dentro de un mismo orden de magnitud. Sin entrar en demasiados detalles comparativos, merece la pena destacar algunas cuestiones.

En primer lugar, sólo la mitad de los países registrados ha calculado sus RTM —algunos sólo para unos pocos años— y mucho menos han realizado un balance de materiales completo y para un período de tiempo largo. En segundo término, en la muestra total se produce una marcada desigualdad en los esfuerzos de contabilización según hablemos de países pobres o países ricos. Mientras que el conjunto de los países de la UE-15 ya poseen —conjuntamente o por separado— varios trabajos que registran con mayor o menor amplitud la evolución de sus RTM, IMD y otros indicadores similares para las últimas dos décadas; en cambio no han proliferado demasiado los análisis para países latinoamericanos o africanos. Aunque los distintos niveles de deterioro que unos y otros ejercen sobre los recursos naturales podrían justificar la mayor atención prestada a los países de la OCDE, lo cierto es que las cifras de RTM o IMD para naciones como Brasil o Venezuela se encuentran en niveles similares a las de países como Japón o Reino Unido, en torno a las 15 tm/hab/año de IMD —aunque China registra un declive muy pronunciado en el caso de los IMD respecto de los RTM¹²⁶—. En tercer lugar, aun existen pocos ejemplos de CFM para los países del antiguo bloque del Este, aunque los casos de Polonia y Hungría con unos RTM de 28,7, y 28,6 tm/hab en 1995 están por debajo de los países más ricos, en términos de IMD (con 13,8 y 10,0 tm/hab respectivamente) se acercan a varios países importantes de la UE-15, pero quedando bastante por debajo de la media comunitaria de 16,5 tm/hab/año¹²⁷. Por último, cabe esperar que la difusión de la metodología común elaborada bajo los auspicios de EUROSTAT pueda facilitar la realización de estudios adicionales tanto para territorios que no cuentan con ningún análisis de este tipo, como para la revisión y actualización de los trabajos ya publicados hasta el momento.

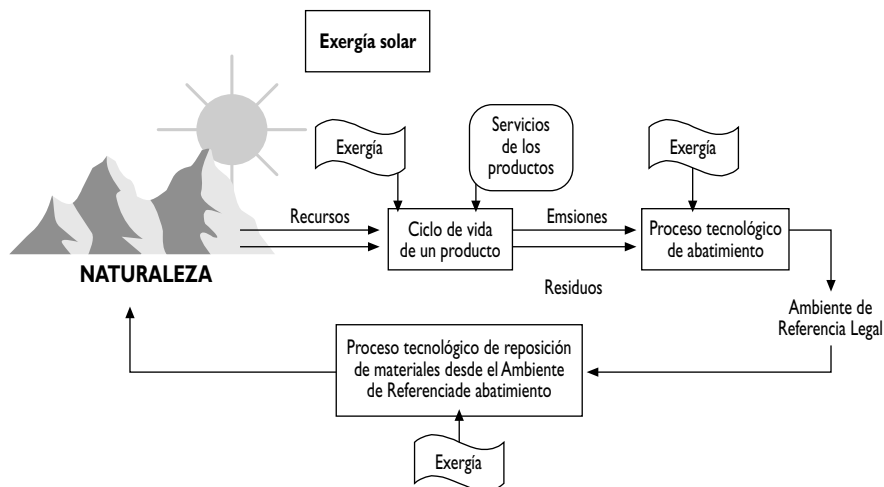
4. «DESDE LA CUNA HASTA LA CUNA»: EL COSTE EXERGÉTICO DE REPOSICIÓN DEL CAPITAL MINERAL DE LA TIERRA

Hasta ahora la CFM había hecho hincapié en registrar *desde la cuna hasta la tumba* —por medio del Análisis del Ciclo de Vida— todos los flujos físicos de energía y materiales que había que poner en juego para la producción de bienes y servicios. Ahora bien, el funcionamiento de la naturaleza con sus ciclos cerrados contrasta con ese enfoque lineal desde los recursos hasta los residuos. Aunque los anteriores cálculos nos proporcionaban una imagen fiel del verdadero impacto sobre el medio ambiente del modo de producción y consumo, ya convenimos en que, para ser “sostenible”, la civilización industrial debe imitar los ciclos biogeoquímicos naturales que han permitido el mantenimiento de la vida durante millones de años. Como es

sabido, aquí el aspecto fundamental estriba en que la naturaleza, gracias a la contribución de la energía solar, ha sido capaz de cerrar los ciclos de materiales transformando los residuos en recursos. Parece entonces razonable pensar que una economía será «sostenible», en la medida en que reduzca su intensidad de uso de recursos naturales, fomentando con el concurso de energías renovables la recuperación, reutilización y reciclaje de los materiales agotables ya extraídos y cerrando los ciclos de materiales *desde la cuna hasta la cuna*. El problema estriba en que, hasta hace poco tiempo, no hemos sido capaces de saber cuál sería el *coste físico* en que incurriríamos si quisiéramos reponer en ciclo cerrado —esto es, devolviendo los recursos a su estado previo a la extracción y en las mismas condiciones de calidad en que nos los proporciona la naturaleza— todos los flujos de energía y materiales que utilizamos en un período de tiempo. Obviamente, para esta tarea, los conocimientos facilitados por la Termodinámica pueden ser de gran ayuda.

En 1999 fue presentado un proyecto de investigación dirigido por J.M. Naredo y A. Valero que venía gestándose desde comienzos de la década de los noventa y ofrecía precisamente una metodología rigurosa y alguna aplicación para calcular este «coste físico de reposición del capital mineral de la Tierra»¹²⁸. A partir de la incorporación de la noción de «exergía» como el máximo trabajo que puede realizar un sistema cuyas condiciones físico-químicas se encuentren alejadas respecto de un Ambiente de Referencia (AR) previamente definido, se proponía una herramienta para determinar los costes termodinámicos o exergéticos de los procesos, esto es, «la cantidad de recursos empleados en producir cada uno de los flujos físicos» utilizados razonando en *términos de reversibilidad*. Esta cercanía entre la Termodinámica y la Economía había sido ya apuntada por Naredo y Valero en un pionero artículo a finales de los ochenta¹²⁹. Habida cuenta que las economías industriales se caracterizan por la utilización masiva de recursos minerales que una vez utilizados se dispersan por el medio ambiente —provocando importantes problemas de contaminación—, podemos imaginar un estado en el cual la Tierra hubiera alcanzado el máximo nivel de deterioro y disipación hacia el cual la estamos arrastrando con nuestras prácticas extractivas. En este «ambiente» todos los materiales se habrían mezclado y reaccionado entre sí hasta formar una «sopa entrópica» en equilibrio químico¹³⁰. Y cualquier sustancia o recurso que se encontrara más concentrado o diluido, caliente o frío, con mayor o menor potencial químico, tendrá entonces más energía utilizable o exergía que esa «sopa entrópica» que sirve como AR. De esta manera podemos calcular, al menos desde un punto de vista teórico, la exergía o coste termodinámico como el *mínimo* gasto de energía útil en que incurriríamos para obtener de manera reversible —a partir de este AR termodinámica y comercialmente muerto— cualquier sustancia que encontramos actualmente en nuestros yacimientos con un nivel de concentración y estructura determinados¹³¹.

Gráfico 2.4
Análisis Exergético del Ciclo de Vida «desde la cuna hasta la cuna»



Fuente: Valero, A., (1999): «El análisis energético del “ciclo de vida” y el coste ecológico», en: Naredo y Valero, (eds.), (1999): *Desarrollo económico..., op. cit.*, p. 212.

Este procedimiento permite conocer algo muy importante, a saber: «lo que nos ahorra la naturaleza al facilitarnos ya concentradas las sustancias en los yacimientos y lo que perdemos en la medida en que después se dispersan en el ambiente». Habida cuenta que los procesos reales muestran en muchas ocasiones ineficiencias notables, existe una diferencia importante entre el *mínimo* gasto de energía útil o exergía (coste termodinámico) y el coste físico en que se incurriría *realmente* con las tecnologías disponibles. A este coste se denomina *coste exergético* y suele ser varias veces superior a la exergía o coste termodinámico de una sustancia. Tanto en el caso «teórico» como en el «real» cada uno de estos costes posee dos componentes: la exergía de *concentración* que es el mínimo trabajo necesario para separar las sustancias de referencia, y la exergía de *reacción* que permite sintetizar a partir de las sustancias de referencia ya concentradas el compuesto mineral deseado. La suma del coste exergético de *concentración* más el coste exergético de *reacción* es lo que se denomina en el citado trabajo el *coste exergético de reposición* del mineral. En el libro se ofrece con detalle la metodología general y algunos resultados parciales elaborados por Lidia Ranz y Antonio Valero que se centraron en calcular el coste exergético de *concentración* de una selección de metales así como la exergía o coste termodinámico incorporado en las reservas mundiales de dicha selección. Los resultados de aquella estimación apuntaban algunos aspectos realmente interesantes. Por ejemplo, que por cada tonelada de estaño que se dispersaba harían falta, *como mínimo*, siete toneladas de petróleo para concentrarla de nuevo al nivel en que se encontraba en el yacimiento; más de media tonelada

en el caso del cobre, o del plomo, etc. Pero como los yacimientos minerales son rarezas dentro de la corteza terrestre por su elevada concentración de un mineral específico respecto a la composición media en que se encuentra dicho mineral en la litosfera, los cálculos para estas sustancias sugerían que *la naturaleza nos ahorra, en media, el 62 por 100 de la energía que tendríamos que gastar en concentrar las sustancias de nuevo hasta llegar a obtener el metal*¹³². Por otro lado, se estimó que la exergía contenida en las reservas y base de reservas mundiales de la media docena de minerales seleccionados era equivalente al petróleo total extraído en el planeta en 1995 o, alternativamente, *si utilizáramos totalmente esa base de reservas dispersándola en el ambiente, como mínimo tendríamos que invertir el total de petróleo extraído en 1995 para volver a reponer los minerales en sus depósitos*¹³³.

Naturalmente la cantidad real utilizada es varias veces superior dado que las tecnologías disponibles están muy alejadas de las máximas eficiencias teóricas. Cabe señalar además que, simultáneamente a la publicación del libro mencionado, el trabajo del equipo encabezado por Valero en la Universidad de Zaragoza siguió dando sus frutos. Así, Lidia Ranz, en un importante trabajo, amplió los cálculos anteriores a todo el planeta estimando la exergía o coste termodinámico incluido en: a) las reservas, b) bases de reservas y c) recursos del capital mineral total de la Tierra¹³⁴. Esta riqueza mineral compuesta por sustancias metálicas y no metálicas, si la extrajáramos y dispersásemos en su totalidad, necesitaríamos respectivamente, *como mínimo* 1,7; 5,1 y 6,2 veces la energía comercial mundial en 1991 para reponerlas en su estado original; y en el caso de las sustancias no metálicas se requerirían *al menos* 9,8; 19,2; y 1,4 veces el consumo energético de España en 1991¹³⁵.

Pero de igual forma que se amplió el objeto de estudio al cálculo de la exergía o coste termodinámico del «capital» mineral de la Tierra, dando una orientación del mínimo gasto que habría que realizar si quisiéramos reponer en ciclo cerrado esos recursos; parecía necesario dar un paso más: *estimar el coste exergético real de reposición en que incurriríamos con esa operación dada la mejor tecnología actualmente disponible*. Esto fue lo que realizó Edgar A. Botero en una excelente aportación en la que además incorporó al análisis otros recursos hasta ese momento no tratados, como era el caso de los combustibles fósiles y el agua¹³⁶. A partir de un inventario de 42 minerales donde se incluían las sustancias más importantes se calcularon los costes energéticos que acarrearían las mejores tecnologías disponibles para la extracción, concentración y refinado de los diferentes minerales y metales, llegándose a la conclusión de que el coste exergético real de reposición que conllevaría la utilización del inventario total de esas sustancias sería de 34.614 millones de tep (Mtep), lo que equivale al 23 por 100 de las reservas mundiales de petróleo. Dicho «capital mineral» se está consumiendo a una velocidad del 1,5 por 100 cada año (526 Mtep), lo que representaba aproximadamente el 15 por 100 del consumo de petróleo mundial en

Tabla 2.12
Coste exergético de reposición aportado por la naturaleza y por la industria
para una serie de sustancias seleccionadas

	Coste Exergético aportado por la naturaleza (1) Mtep	Coste Exergético aportado por la industria (2) Mtep	Coste Exergético de Reposición Total (1+2) Mtep	Coste Exergético aportado por la naturaleza (1) kep/tm	Coste Exergético aportado por la industria (2) kep/tm	Coste Exergético de Reposición Total (1+2) Kep/tm
Cinc	67	1.062	1.129	353,5	5.593	5.946
Cobre	646	3.032	3.679	1.902	8.918	10.821
Estaño	37	0,31	37	4.805	40	4.845
Hierro	10.164	1.205	11.369	137	16	153
Plomo	30	232	263	461	3.528	3.990
Total selección	10.945	5.533	16.479	—	—	—
TOTAL CAPITAL MINERAL (42 sustancias)	22.014	12.600	34.614	—	—	—

Fuente: Botero, E.A., (2000): *Valoración exergética...*, op. cit., pp. 146 y ss.

1997¹³⁷. En la Tabla 2.12. se han seleccionado cinco sustancias que, por sí solas, acumulan casi la mitad del valor del coste exergético de reposición. Merece la pena señalar que, del coste exergético de reposición real, el 67 por 100 nos lo ahorra la naturaleza gracias a que entrega gratuitamente los yacimientos concentrados, mientras que el 37 por 100 restante tiene que ver con las operaciones industriales de elevación de las sustancias hasta leyes comerciales y su posterior refinado. Obviamente, la contribución de una parte u otra al coste total dependerá de la abundancia de las leyes en los yacimientos y de las distancias entre estas leyes a bocamina y las leyes comerciales de explotación. Si, por ejemplo, pudiéramos cerrar los ciclos de materiales de manera reversible necesitaríamos por cada tonelada de cinc un gasto de 5,9 tep, de 10 tep en el caso del cobre, de 4,8 tep en el estaño, o de 4 tep en el plomo. Salvo en el caso del estaño¹³⁸, las cifras son muy superiores a las estimadas en 1999 en el libro dirigido por Naredo y Valero, justamente porque allí sólo se consideraba el coste exergético de concentración.

La investigación de Botero aportó también un elemento novedoso desde el punto de vista de los recursos energéticos, en concreto de los combustibles fósiles. El punto de partida estaba en estimar la cantidad de energía del propio combustible que sería necesaria para llevar a cabo el abatimiento de las emisiones que genera su utilización, siempre aprovechando la mejor tecnología disponible y descontando anticipadamente el valor que supone evitar ese daño. De esta forma, se llega al concepto de «Capital Natural Limpio» de la Tierra, como «aquella reserva de energía fósil que aunque se usara en su totalidad no tendría consecuencias desastrosas

para el medio ambiente». Efectuando este cálculo para las reservas mundiales de petróleo, carbón y gas natural se concluye que sería necesario el 11,3 por 100 de las reservas actuales de estos combustibles para abatir las emisiones que generan, de forma que el «Capital Natural Limpio» representaría una exergía del 91,2 por 100, esto es, 150.692 Mtep¹³⁹. Por último, Botero aplica la metodología del Coste Exergético de Reposición a un recurso renovable como el agua, entendiendo por tal «los valores mínimos y reales de la energía que habría que disponer si se quisiera devolver el agua a las condiciones químicas y físicas con las cuales lo entrega el ciclo hidrológico, contando para ello con la mejor tecnología disponible». El resultado muestra que el coste de reponer los recursos hídricos renovables oscila entre 3.592 Mtep/año y 44.791 Mtep/año, esto es, entre 0,53 y 5,3 veces la energía de origen fósil no renovable consumida en el mundo en 1997¹⁴⁰.

5. LA TRADUCCIÓN TERRITORIAL DE LA ESCALA DEL SISTEMA ECONÓMICO: LA “HUELLA ECOLÓGICA” COMO INDICADOR DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ECONOMÍAS

Como hemos subrayado páginas atrás, en la década de los noventa se produjo un importante avance en el estudio de las bases físicas de las economías industriales gracias al seguimiento de los flujos de energía y materiales que conformaban su peculiar metabolismo económico. Pero también cabe señalar que, paralelamente a este interés, fueron tomando cuerpo las preocupaciones por dotar de una dimensión «territorial y espacial» ese continuo trasiego de recursos naturales. Sobre todo porque este tipo de aproximación permitía aportar una dimensión apropiada a los análisis de la sostenibilidad como una cuestión de escala o tamaño ocupado por el sistema económico dentro de la biosfera. Entre los intentos que se han planteado en este sentido queremos destacar dos: la «huella ecológica» o de deterioro ecológico (ecological footprint) y la noción de «espacio ambiental» (environmental space). Eso no significa que las intuiciones que hay detrás de esos conceptos no hayan sido compartidas por otros autores que, en este caso con menos fortuna, han propuesto un análisis similar logrado gracias a los indicadores mencionados¹⁴¹.

Una cuestión previa que motiva los trabajos apoyados en este enfoque «territorial» surge de una asimetría que, no por conocida, es menos importante: mientras «la población humana y el consumo se están incrementando, (...) el total de la superficie productiva y el stock de capital natural están fijos o en declive»¹⁴². Con este escenario, el objetivo analítico pasa, entonces,

por encontrar una medida que relacione ambas tendencias *convirtiendo así el volumen de toneladas de recursos y residuos en su equivalente de hectáreas o km² de superficie*. A este espacio lo vamos a denominar *huella ecológica* o, más adecuadamente, huella de deterioro ecológico de una economía, ya sea ésta a escala local, regional o nacional¹⁴³.

Si bien la idea de materializar *espacialmente* las necesidades de recursos que una población demanda para su supervivencia es una noción recogida en la actualidad por los economistas ecológicos y geógrafos con inquietudes ambientales, no se puede decir que dicho concepto haya permanecido al margen de los afanes manifestados tradicionalmente por ecólogos y científicos naturales. El actual término de “huella ecológica” posee varios antecedentes siendo tal vez el más reciente, el concepto acuñado por Georg Borgstrom, de *territorio fantasma* con el que se designa la «...ilimitada área externa de un país necesaria para mantener a la población dentro de los límites de su territorio»¹⁴⁴. A comienzos de los años noventa el geógrafo William Rees de la universidad canadiense de British Columbia intuyó el juego que este concepto podía ofrecer para el análisis de las sostenibilidad de los sistemas urbanos y económicos, y puso manos a la obra para desarrollar las herramientas pertinentes. En lo que sigue mostraremos los intentos de William Rees y, sobre todo, Mathis Wackernagel, por precisar y aplicar un concepto que puede arrojar mucha luz sobre la aplicación territorial de una noción tan controvertida como el concepto de sostenibilidad ambiental.

Podríamos definir el análisis de la huella ecológica como «una herramienta contable que nos permite estimar el consumo de recursos y los requerimientos de absorción de residuos de una población humana definida, o de una economía en términos de la correspondiente área de tierra productiva»¹⁴⁵. Así pues, dicha “huella de deterioro ecológico” será una variable proporcional a la población y al consumo de recursos, es decir, a la escala de la economía o sociedad objeto de estudio. En vista de que esta metodología trata de hallar el equivalente territorial (en ha o Km² de tierra) de esa escala, podríamos interrogarnos previamente por la fracción per capita de ese territorio cultivable o productivo que nos toca a cada individuo por el mero hecho de ser habitantes del Planeta.

Tabla 2.13
Evolución de la apropiación de tierra productiva, 1900-1994

Año	Apropiación de tierra ecológicamente productiva (Países Ricos) (Hectáreas per capita)	Tierra ecológicamente productiva disponible en el mundo (Hectáreas per capita)
1900	1	5,6
1950	2	3
1994	3,5	1,5

Fuente: Wackernagel, M., y W. Rees, (1996): *Our ecological footprint, op. cit.*, p. 13.

De las cifras de la Tabla 2.13. se deduce que la porción de territorio que debiera de corresponder a cada habitante del planeta por el mero hecho de serlo es de 1,5 hectáreas de tierra ecológicamente productiva. En vez de esa cantidad, el número de hectáreas ocupadas por un norteamericano o un canadiense medio cuando Wackernagel y Rees realizaron esos cálculos a mediados de los noventa oscilaba entre 4 y 5 hectáreas¹⁴⁶, lo que suponía triplicar su porción individual equitativamente distribuida. Se puede decir lo mismo, pero de forma más clara, argumentando que «...si cada habitante de la Tierra viviera como un norteamericano o canadiense medio, necesitaríamos *tres planetas* como el actual para tener una vida sostenible»¹⁴⁷. No obstante, lo que el análisis de la huella ecológica se propone es variar el tono de un concepto como el de capacidad de carga, modificando la importancia otorgada a la población en beneficio del territorio.

«...en vez de preguntarnos cuánta población puede mantener sosteniblemente una región determinada, la cuestión sobre la capacidad de carga es ahora: ¿qué superficie de suelo productivo es necesaria para mantener una población concreta indefinidamente, *sea donde sea que se encuentre este suelo?*»¹⁴⁸.

La relevancia de la matización anterior se explica porque generalmente nos encontramos con huellas ecológicas de diferentes regiones, países o ciudades, que superan su dimensión geográfica, poniéndose de manifiesto que desde el punto de vista ecológico el consumo de recursos no coincide con las fronteras territoriales trazadas convencionalmente. En vista de que la equivalencia puede no resultar del todo percibida a primera vista, a continuación nos detendremos en analizar los supuestos y la metodología necesaria para el cálculo de esa huella de deterioro ecológico¹⁴⁹.

5.1. Procedimiento estándar de cálculo de la huella ecológica

En pura teoría, lo que el análisis de la huella ecológica de una población realiza es una estimación del área de tierra ecológicamente productiva necesaria para obtener de forma continuada todos los bienes y servicios consumidos, así como para asimilar la totalidad de los residuos generados por esa población concreta. En vista de que el cálculo de *todos* estos parámetros individualmente complicaría en extremo el tratamiento de dicha información, el enfoque adoptado se simplifica a través de una serie de supuestos plausibles y que no invalidan los resultados obtenidos.

- a) La base para la realización de los cálculos asume que las prácticas actuales de cultivo y tala en la agricultura y la obtención de madera son sostenibles lo que, por desgracia, generalmente no ocurre.
- b) Sólo se incluyen los servicios básicos proporcionados por la naturaleza. En concreto las actividades humanas que suponen una apropiación directa o indirecta de esos servicios en forma de aprovechamiento de recursos renovables, extracción de recursos no renovables, absorción de residuos generados, ocupación de suelo por urbanización, contaminación de los terrenos de cultivo y drenaje de aguas subterráneas.
- c) Para evitar la doble contabilización que se puede producir en aquellos casos en los que un mismo territorio proporciona simultáneamente dos o más servicios (por ejemplo, cuando se trate de un bosque que provee de madera y a la vez de agua para usos domésticos) en ese caso se incluirá en los cálculos aquel servicio que proporcione una mayor “huella”.
- d) Se utiliza una taxonomía que incluye varias categorías de tierra ecológicamente productiva para realizar la conversión del consumo de recursos en unidades de superficie.
- e) Pueden o no incluirse las áreas marinas entendiendo que estos ecosistemas proporcionan una fracción menor del consumo humano y están menos sujetos a la manipulación y gestión política que los ecosistemas terrestres.

Quizás uno de los supuestos más controvertidos sea el primero de ellos. En general, la alta productividad de los campos en las agriculturas intensivas erosionan la fertilidad de los suelos entre 10 y 20 veces más rápido de lo que éstos se pueden regenerar. Lo cual significa que, para compensar la pérdida de suelo fértil, se deberían de dejar las tierras en barbecho del orden de al menos diez años. Por lo tanto, si se realizaran los cálculos para ese período, el área apropiada se multiplicaría al menos por un factor de diez. Realizar, pues, este supuesto no es una tarea gratuita sino que nos permite comparar los requerimientos de tierra necesarios bajo un uso sostenible de la misma, con los requerimientos empleados actualmente a través de prácticas que no se atienen a esas pautas sostenibles. El cociente entre ambas cantidades es lo que Wackernagel y Rees han denominado “factor de sostenibilidad”¹⁵⁰.

Desde el punto de vista operativo, el procedimiento de cálculo en sentido estricto se basa en tres etapas¹⁵¹. En primer lugar es necesario estimar el consumo medio anual por persona de los bienes específicos que vayamos a considerar (en este caso, Rees y Wackernagel clasificaron los bienes de consumo en cinco grandes categorías: alimentación, vivienda, transporte, bienes de consumo, y servicios) a través de la agregación de los datos regionales o nacionales y dividiendo el consumo entre el número total de la población. Siempre que los datos estén disponibles es conveniente obtener una cifra del consumo corregida por el efecto del comercio interregio-

nal o internacional, donde el verdadero consumo sea igual a la producción más las importaciones y menos las exportaciones. En segundo lugar se estima el área apropiada *per capita* (aa) para la producción de cada tipo de bien “i”. Esto se realiza dividiendo el consumo medio anual de cada bien (kg/*per capita*) entre la productividad media anual por hectárea ($p = \text{kg/ha}$)¹⁵².

$$aa_i = c_i/p_i$$

A continuación, se obtiene la huella ecológica total *per capita* (ef) sumando todas las áreas ecosistémicas apropiadas para todos y cada uno de los “n” bienes y servicios que constituyen la cesta de la compra

$$ef = \sum_{i=1}^n aa_i$$

Finalmente, la huella ecológica total de una población concreta será el producto de la expresión anterior por el número de habitantes total.

$$Efp = N (ef)$$

En principio, el área apropiada puede revestir varias formas de tierra ecológicamente productiva. En función de la apropiación que se haga del territorio para la producción de un bien y su posterior consumo, se puede establecer una matriz que cuantifique cada tipo de superficie que se utiliza. La suma por columnas nos dará una aproximación de las distintas huellas o capacidad ecológicamente productiva (agrícola, forestal,...) apropiada para abastecer el consumo de cada una de las cinco categorías.

Tabla 2.14
Matriz de usos de superficies y huellas ecológicas por tipos de consumo

	S. Agrícola	S. Pastos	S. Forestal	S. Marítima	S. Urbanizada	S. Energética
Alimentación	x	x	x	x	x	x
Vivienda	x	x	x	x	x	x
Transporte	x	x	x	x	x	x
Bienes de consumo	x	x	x	x	x	x
Servicios	x	x	x	x	x	x
HUELLA TOTAL	H. Agrícola	H. Pastos	H. Forestal	H. Marítima	H. Urbana	H. Energética

Es sin duda la última de las categorías la que necesita de una mayor precisión y aclaración. La conversión —en hectáreas de tierra ecológicamente productiva— de la energía necesaria para la obtención de bienes y servicios (energía comercial) puede realizarse de tres formas diferentes. Por un lado, es posible calcular las hectáreas de tierra productiva necesarias para producir un sustituto biológico (energía a partir de la biomasa) de los combustibles fósiles. Uno de los fundamentos para proponer este método descansa en la convicción de que una economía sostenible requiere de una oferta de energía igualmente sostenible en el tiempo, aspecto éste que no se puede garantizar por medio de los recursos energéticos de origen fósil que son no renovables. El cálculo a partir de dicho procedimiento puede realizarse atendiendo al área de tierra productiva necesaria para proporcionar una cantidad energética equivalente de etanol o metanol, incluyéndose tanto la tierra necesaria para producir la planta (biomasa), como la energía necesaria para el procesamiento de la misma. En general, las estimaciones más optimistas para el caso del etanol, sugieren una productividad media de 80 gigajulios por año y hectárea de tierra ecológicamente productiva. Para el caso del metanol las estimaciones apuntan a una hectárea para producir entre 17 y 30 megajulios¹⁵³.

Un segundo procedimiento para convertir la energía fósil en su correspondiente área de tierra productiva pasa por estimar la superficie requerida en la reposición del capital natural a la misma tasa de agotamiento de los combustibles fósiles. Este método converge con el primero en el momento en el que las reservas de combustibles no renovables se hayan agotado. En general, los datos disponibles para emplear dicho procedimiento indican que la reposición del capital natural, a medida que se va consumiendo, arroja un área apropiada de *una hectárea de bosque para producir 80 gigajulios de energía en forma de biomasa*.

Por último, una tercera opción que es en la que se basarán los resultados finalmente obtenidos, estima la superficie necesaria (en términos de área arbolada) para asimilar el CO₂ emitido a la atmósfera como consecuencia de la combustión de esas energías de origen fósil. El argumento de fondo para utilizar este enfoque se asienta en la convicción de no permitir —si deseamos evitar las consecuencias no deseadas del cambio climático— una acumulación constante de este gas causante de la acentuación del efecto invernadero. Como, tanto la edad de los bosques y el clima en que están situados los mismos, influyen en su capacidad de asimilación de CO₂, se establece un parámetro intermedio que sirve como guía para las estimaciones: se supone que una hectárea de bosque es capaz de asimilar 1,8 toneladas de carbono al año o 1000 GJ/ha¹⁵⁴.

El resto de huellas de deterioro ecológico son más fáciles de explicar. En el caso agrícola forestal o marítimo, el cálculo es más o menos inmediato y no requiere de mayor comentario. Sin embargo, la huella de pastos precisa de algunas matizaciones. Detrás de este concepto esta-

mos calculando la superficie de pasto necesaria para alimentar *extensivamente* el ganado rumiante (bovino, ovino y caprino) cuya carne ingerimos anualmente. No se incluyen aquí el ganado porcino ni las aves pues la huella de estos alimentos estaría incluida dentro de la huella agrícola habida cuenta que se nutren fundamentalmente de piensos elaborados a partir de cereales.

A pesar del carácter aparentemente simple del cálculo realizado, pronto se encontraron varios problemas que hicieron modificar y perfeccionar poco a poco la metodología aunque no sin dar lugar a nuevos inconvenientes. Uno de los obstáculos percibidos descansaba en el siguiente hecho: la estimación global de la «huella» de deterioro ecológico para un país se construía a partir de la agregación de tierras ecológicamente productivas con *calidades* muy diferentes, lo que homogenizaba la productividad de las hectáreas de pastos con las de cultivos, forestal, o con las de la superficie marítima mucho menos eficiente. Por otro lado, no sólo existía un problema de distintas calidades dentro de un mismo país, puesto que también eran patentes las diferencias en la productividad de distintas naciones a escala mundial. Este elemento dificultaba las comparaciones internacionales habida cuenta que menores huellas ecológicas no significaban menor impacto ya que ese país podía esconder mayores consumos que otro territorio por simples razones de productividad o tecnología. Para intentar resolver ambas cuestiones, con posterioridad a la publicación del libro de referencia citado, Mathis Wackernagel y sus colaboradores plantearon la utilización de los «factores de equivalencia» y los «factores de productividad»¹⁵⁵. Mientras los primeros se utilizan para homogeneizar las calidades de las diferentes tierras productivas dentro de cada país respecto de la productividad media mundial, los segundos servían para hacer comparables las productividades así obtenidas respecto de la media mundial. Así una vez que se obtienen las huellas para cada tipo de consumo se les aplica el factor de equivalencia que compara cada modalidad de tierra ecológicamente productiva (agrícola, pastos, forestal,...) con un territorio *hipotético* que tuviera como productividad la media mundial. De esta forma si la superficie agrícola de un país tiene un “factor de equivalencia” igual a 4, eso quiere decir que su productividad es cuatro veces superior a la productividad media del total de tierra ecológicamente productiva en el ámbito mundial para ese año¹⁵⁶. Después se comparan las capacidades productivas de cada país para cada modalidad de tierra productiva con la media mundial para ese tipo en concreto, de modo que se obtienen los factores de equivalencia. Por ejemplo, si un territorio tiene un factor de 1,5 en la tierra agrícola quiere decir que genera una producción de cultivos un 50 por 100 más que la media mundial, o si se trata de tierra «energética», que absorbe un 50 por 100 más de CO₂, etc. Naturalmente, las áreas correspondientes se multiplican por estos factores y así obtenemos tanto la *capacidad ecológicamente productiva* de un país como la *huella ecológica* del mismo en términos de territorio «estándar» o hipotético comparable. Por esa razón, en la metodología estándar, tanto las huellas como la capacidad productiva de los paí-

ses se contabilizan desde ese momento en hectáreas de tierra ecológicamente productiva según la productividad media anual, lo que recibirá posteriormente el nombre de «unidades de área»¹⁵⁷. M. Wackernagel y su equipo realizaron en 1997 una primera aplicación a 52 países que representaban el 80 por 100 de la población mundial¹⁵⁸ en un resultado que actualizaron levemente presentándolo en forma de artículo dos años después¹⁵⁹. Allí se ponía de manifiesto cómo el conjunto de estos países utilizaban un 35 por 100 más de la capacidad ecológicamente productiva de la que disponían en el interior de sus territorios. Las tendencias manifestadas se hicieron aún más visibles cuando en 2000 se publicó el cálculo para los 152 países de los que a escala mundial se disponía de datos. El resultado, enmarcado dentro del *Living Planet Report 2000*, mostraba tanto la evolución de la huella ecológica mundial entre 1961 y 1996 —total y para cada una de las fracciones en que esta huella se subdividía (agrícola, pasto, forestal, marítima, energética y urbana)— así como las huellas de los mencionados países durante 1996.

Tabla 2.15
Huella de deterioro ecológico para distintas regiones del mundo, 1996
 (unidades de área por persona)

Región	Huella de cultivos	Huella de pastos	Huella forestal	Huella marítima	Huella CO ₂	Huella urbana	Huella total	Capacidad ecológica	Déficit /Excedente ecológico (-/+)
África	0,48	0,16	0,32	0,02	0,34	0,01	1,33	1,73	0,4
Asia Central y Oriental	0,69	0,33	0,09	0,02	1,55	0,06	2,73	0,91	-1,82
Asia/Pacífico	0,58	0,16	0,18	0,05	0,78	0,03	1,78	1,11	-0,67
América Latina y el Caribe	0,59	0,62	0,35	0,04	0,77	0,08	2,46	6,39	3,93
América del Norte	1,44	1,06	1,23	0,06	7,06	0,91	11,77	6,13	-5,64
Europa Occidental	1,20	0,85	0,47	0,08	3,30	0,37	6,28	2,93	-3,35
Europa Central y Oriental	0,73	0,62	0,28	0,05	2,87	0,34	4,89	3,14	-1,75
MUNDO	0,69	0,31	0,28	0,04	1,41	0,12	2,85	2,18	(a)
OCDE	1,18	0,79	0,64	0,09	4,08	0,43	7,22	3,42	-3,8
Resto	0,55	0,22	0,20	0,03	0,75	0,05	1,81	1,82	-0,01

(a) A nivel mundial, la diferencia entre la huella y la capacidad pone de manifiesto que los niveles de consumo se están logrando gracias al agotamiento del patrimonio natural, con los consiguientes problemas de deterioro y contaminación asociados a la superación de la capacidad de absorción de los residuos (cambio climático).

Nota: Una unidad de área es un territorio hipotético que equivale a 1 hectárea de tierra ecológicamente productiva con la productividad mundial media. Los factores de equivalencia han sido: Agrícola (3,16), pastos (0,39), forestal (1,78), mar (0,06), superficie construida (3,16), asimilación de CO₂ (1,78).

Fuente: WWF, (2000): *Living Planet Report 2000*.

La Tabla 2.15. recoge algunos de estos resultados. Por un lado, se observa que los países de la OCDE presentan en conjunto una huella de deterioro ecológico 2,5 veces superior a la media mundial. Además, las 7,2 hectáreas por habitante de los países más ricos cuadruplican la propia huella ecológica del resto del mundo. En estas cifras tiene mucho que ver la huella de deterioro asociada a la superficie necesaria para absorber el dióxido de carbono consecuencia del consumo de combustibles fósiles que, en general, se manifiesta como el grueso del impacto con independencia de la zona del planeta de la que estemos hablando.

Tal y como atestigua la tabla adjunta, la desigual distribución de los recursos en el ámbito mundial tiene también su correlato, desde el punto de vista territorial, en el diferente espacio ambiental que los habitantes de esos países ocupan en función de su consumo de energía y materiales. En principio se podría pensar que, siempre y cuando la dimensión de esa apropiación de capacidad de carga se mantenga dentro de las fronteras de ese territorio, dicha población se encontraría dentro de los límites sostenibles en el consumo de recursos. El problema aparece cuando se comprueba que *la sostenibilidad de un país a veces se logra a costa de importar la sostenibilidad del resto de los territorios*. Es decir, cuando la capacidad de carga (has/persona) apropiada por los habitantes de una nación supera las dimensiones o fronteras de ese mismo país es posible conjeturar que el excedente apropiado se logra importándolo del resto del mundo. Vistas así las cosas, y utilizando la herramienta descrita anteriormente, podríamos interrogarnos por el saldo de esas relaciones comerciales en términos de sostenibilidad a fin de enjuiciar, con conocimiento de causa, el carácter sostenible o no de las economías implicadas.

5.2. La relevancia de la importación y exportación de capacidad de carga

Parece razonable que, en vista de la creciente integración internacional, la interdependencia que esto lleva aparejado también se haga explícita en el ámbito de la sostenibilidad. Del mismo modo que podemos hablar de déficit y excedentes monetarios en los saldos de la balanzas comerciales, igualmente es posible y razonable valorar los desequilibrios (déficit) ecológicos que se esconden detrás de las relaciones económicas internacionales. Una posibilidad para estimar el *balance ecológico* de una economía respecto del resto del territorio, o de la presión sobre los recursos del entorno que no están incluidos en sus fronteras, podría ser la de estimar, en hectáreas, la superficie que ocupan los habitantes de un país —y su economía— más allá de las restricciones fronterizas.

A partir de los datos del cuadro adjunto se puede constatar cómo la mayoría de los países industrializados presentan un importante déficit en términos ecológicos. Pero el resultado obtenido a través del indicador de sostenibilidad «débil» arroja precisamente la conclusión contraria: son

Tabla 2.16
Huella ecológica por grupos de países

	Población (1996, miles)	Capacidad ecológica disponible (unidades de área/habitante)	Huella Ecológica (unidades de área/ habitante)	Déficit ecológico (unidades de área/ habitante)	Indicador de Sostenibilidad Débil (Pearce y Atkinson)
GRUPO 1					
Costa Rica	3.652	2.16	2.77	-0.60	15
República Checa	10.316	2.93	6.30	-3.37	13
Alemania	81.909	2.48	6.31	-3.83	8
Hungría	10.193	3.07	5.01	-1.94	11
Japón	125.769	0.86	5.94	-5.08	17
Holanda	15.541	2.41	5.75	-3.35	14
Polonia	38.659	2.35	5.40	-3.05	9
Estados Unidos	269.439	5.57	12.22	-6.66	2
GRUPO 2					
México	92.713	1.65	2.69	-1.04	0
Filipinas	69.902	0.89	1.42	-0.54	0
GRUPO 3					
Burkina Faso	10.704	0.79	0.90	-0.11	-9
Etiopía	56.786	0.65	0.85	-0.18	-7
Indonesia	200.415	3.18	1.48	1.70	-2
Madagascar	14.183	2.93	0.93	2.00	-9
Malawi	9.835	0.77	0.87	-0.10	-3
Mali	10.186	1.27	0.86	0.41	-14
Nigeria	101.413	0.88	1.31	-0.43	-1
ESPAÑA	39.593	2.52	5.50	2.98	

Nota: Una unidad de área equivale a una hectárea de tierra ecológicamente productiva con productividad media a nivel mundial. Fuente: *Living Planet Report*, 2000. Pearce, D., y G. Atkinson, (1993): «Capital Theory and the Measurement of Sustainable Development: An Indicator of weak Sustainability», *Ecological Economics*, 8, pp. 103-108. Cuando el indicador de sostenibilidad débil es mayor que 1, el país se considera sostenible, si es igual a 0, cuasi sostenible, y no sostenible cuando es negativo.

los países industrializados los que, a diferencia de los empobrecidos, presentan un mejor indicador de sostenibilidad porque generan los recursos de ahorro suficientes para compensar la «depreciación» del capital natural y manufacturado presentes en sus economías. Por lo que respecta al análisis de la “huella de deterioro ecológico” en su dimensión territorial, este desequilibrio se manifiesta en la apropiación de capacidad de carga y la importación de sostenibilidad de regiones al margen de las fronteras de cada país. Dicho desequilibrio se traduce en términos de disponibilidad de tierra ecológicamente productiva respecto a la dimensión territorial necesaria que, dado el nivel de consumo de ese país, necesitaría en realidad para la satisfacción de sus necesidades.

En efecto, países como Estados Unidos o Alemania evidencian un déficit ecológico *per capita* que dobla en extensión a su capacidad ecológica, mientras que en el caso de Japón, su huella multiplica por siete veces su capacidad ecológicamente productiva en términos de unidades de área con productividad media mundial. En cambio, la selección de países pobres insostenibles realizada por Pearce y Atkinson ofrece ahora un cierto equilibrio entre capacidad y huella, siendo en algunos casos excedentarios. De hecho, si abrimos el abanico a otros territorios no comprendidos en su estudio, veremos que existen economías fuertemente extractivas que, al estar al servicio del consumo de la Unión Europea y los países de la OCDE, presentan unos excedentes ecológicos de gran envergadura como es el caso de Gabón con 31 ha/hab, de Papúa Nueva Guinea con 30 ha/hab, o del Congo con 18 ha/hab¹⁶⁰.

En algunos cálculos previos *con las productividades propias de cada país*, hay casos como Bélgica y Holanda, donde el exceso se traduce en una apropiación de tierra ecológicamente productiva de otros territorios equivalente a 14 y 19 veces sus tamaños respectivos. La cuestión, sin embargo, no es únicamente que se supere las dimensiones de terreno ecológicamente productivo; sino que, a menudo, ese exceso supera incluso la dimensión territorial de todo el país. Por ejemplo, en el caso de los habitantes de Holanda, se requieren del orden de 15 veces la extensión total de la nación (498.000 Km²) para satisfacer los niveles de consumo en términos de urbanización, alimentos, productos forestales, y utilización de energía¹⁶¹. Naturalmente, la mayoría de la apropiación de capacidad de carga que la sociedad holandesa necesita para mantener su modo de producción y consumo lo realiza *en los territorios de los países del Tercer Mundo*. En concreto, y como ha reconocido el propio gobierno holandés, este país se apropia entre 100.000 y 140.000 km² de tierra ecológicamente productiva sólo para la producción de alimentos y productos de exportación¹⁶². Desde este mismo punto de vista, y como una muestra de la dependencia ecológica de la mayoría de las economías industrializadas respecto de la productividad ecológica de los países empobrecidos, baste recordar que, ya en los años ochenta, cinco países (Malasia, Indonesia, Filipinas, Costa de Marfil y Gabón) ofertaban el 80 por 100 de la madera tropical en los mercados mundiales, adquirida a su vez, en un 50 por 100 por Japón y en un 50 por 100 por los países de la Unión Europea¹⁶³.

Así pues, una de las conclusiones más importantes que podemos obtener del análisis de la huella ecológica es que «...la sostenibilidad global, no puede ser financiada a través de un déficit ecológico, es decir, no es posible que todos los países o regiones sean importadores netos de capacidad de carga o sostenibilidad». Un resultado evidente a la luz de un análisis ecológico del comercio es que, éste, lejos de configurarse como un juego de suma positiva en el que todos los participantes ganan o se benefician de los términos del intercambio (tal y como establece la Teoría del Comercio Internacional) el saldo que arrojan estos intercambios lo convierten en un

juego de suma cero. Algo parecido había anticipado Malthus, quién con la frescura propia de los clásicos, reconocía la realidad de muchos «...estados pequeños y poco fértiles que 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»¹⁶⁴.

Al comparar, pues, las diferentes capacidades productivas con la capacidad de carga demandada por cada país, podemos obtener también una *brecha de sostenibilidad* (*gap sustainability*) que nos sirva para medir los comportamientos potencialmente insostenibles que repercuten en importaciones masivas de “capital natural” del resto de las naciones (principalmente del Tercer Mundo)¹⁶⁵. Lo cierto es que es posible, en el mismo sentido, dar la vuelta al argumento y entender esta “brecha de sostenibilidad como la necesaria reducción en el consumo y utilización de energía y materiales, y el consiguiente descenso en la emisión de residuos generados. Así podríamos redefinir dicho indicador en términos de «la disminución del consumo (o el incremento de la eficiencia material o económica) requerida para eliminar el déficit ecológico»¹⁶⁶. El indicador de sostenibilidad aportado por el análisis de la huella ecológica confluye entonces con las elaboraciones de Schimidt-Bleek y sus colaboradores cuando pronosticaban la necesidad de reducir en un “Factor 10”, la intensidad de energía y materiales necesarios (directa e indirectamente) para proporcionar un servicio.

6. LIMITACIONES DE LA HUELLA «ECOLÓGICA» Y MODIFICACIONES METODOLÓGICAS: LA INCORPORACIÓN DE LAS PRODUCTIVIDADES LOCALES Y EL ANÁLISIS INPUT-OUTPUT

Desde que se popularizó la noción de huella de deterioro ecológico, han sido varias las ocasiones en que se han apuntado críticas y limitaciones a su aplicación. Algunas de ellas fueron tempranamente asumidas y corregidas en la medida que el instrumental lo permitía, subsistiendo, no obstante, argumentaciones contrarias con un carácter más de fondo¹⁶⁷. En general se pueden distinguir dos clases de objeciones. Por un lado, aquellas compartidas con otros índices y que tienen que ver con la naturaleza «sintética» de un indicador que intenta resumir información muy variada. La traducción de los consumos a tierra ecológicamente productiva no siempre capta bien las distintas calidades del territorio puesto en juego y del deterioro ambiental producido. Dado que se propone como un indicador para evaluar la sostenibilidad de las economías, su naturaleza unidimensional resulta un obstáculo para analizar los «trade-offs» entre los tres rasgos que rodean la discusión en el ámbito de la economía ecológica, a saber: la efi-

ciencia, la equidad y la sostenibilidad, por lo que parecería razonable ir a un sistema de indicadores múltiples y complementarios¹⁶⁸. Por hacer justicia a Rees y Wackernagel, ellos nunca tuvieron el afán de instaurar la huella de deterioro ecológico como el «indicador estrella» para medir la sostenibilidad, y acabar convirtiéndolo en la única referencia «ecológica» para las políticas económico-ambientales.

Más enjundia poseen, en segundo lugar, otro tipo de argumentos que revelan las dificultades e incoherencias que pueden acarrear las respuestas planteadas por Wackernagel y sus colaboradores al reto de la diferente calidad de las tierras utilizadas y la realización de comparaciones internacionales sobre una base homogénea. En efecto, si bien el uso de los factores de equivalencia y de productividad permiten «resolver» estas cuestiones, ponen también sobre el tapete otro tipo de inconvenientes. La propuesta de un territorio hipotético con productividades iguales a la media mundial dificulta la interpretación en términos de hectáreas de tierra *actual* y *real*, lo que con razón puede ser calificado de un nuevo caso de lo que Daly y Cobb denominaron «concreción injustificada»¹⁶⁹. En relación con esta cuestión, aunque se declara desde el principio que se parte de prácticas sostenibles, no está muy claro lo que se considera un uso sostenible o insostenible: las prácticas de agricultura intensiva que aumentan los rendimientos a corto plazo de la superficie agraria y las extracciones pesqueras esquilmanes ofrecen una imagen de huella de deterioro menor que no se corresponden con la realidad de un impacto ecológico más pequeño. Por último, tal vez uno de los asuntos que más tinta ha hecho correr haya sido la cuantificación de la huella «energética» o superficie forestal necesaria para absorber el dióxido de carbono emitido por las diferentes economías. Sobre todo porque, al realizar los cálculos de las huellas totales, se observa que precisamente este capítulo es el más importante y el que suele desequilibrar a los países respecto a la capacidad ecológicamente productiva de sus territorios. Es cierto que, a escala global, el escenario energético sostenible que se plantea, en el que todas las emisiones serían absorbidas proporciona una imagen imposible, habida cuenta que la huella supera la capacidad ecológica del planeta en su conjunto.

Dadas estas limitaciones, uno podría estar tentado a abandonar este instrumento para evaluar la sostenibilidad. Sin embargo, en los últimos años varios autores han empleado abundante esfuerzo en la mejora de la metodología estándar, ofreciendo interesantes variantes en función de los objetivos que se persiguen, con lo que el propio indicador ha ganado en versatilidad y capacidad explicativa. Tres han sido los ámbitos donde se han producido los refinamientos metodológicos: a) en el asunto de los rendimientos de las tierras ecológicamente productivas consideradas; b) a la hora de complementar, con la ayuda de los Sistemas de Cuentas Nacionales — en especial las Tablas Input-Output—, la información sobre la apropiación de capacidad de carga y, en tercer lugar, c) refinando las relaciones entre el comercio internacional, la sostenibilidad y

Tabla 2.17
Huella ecológica de Austria comparando los rendimientos globales y los locales, 1995

	Método 1 y 2 (rendimientos globales con factor de equivalencia)	Método 3 (rendimiento local sin factor de equivalencia)
Huella ecológica		
«Energética»	1,63	1,49
Agrícola	0,88	0,33
Pastos	0,82	0,41
Forestal	1,24	0,99
Urbana	0,09	0,03
TOTAL	4,67	3,24
Capacidad Ecológica		
«Energética»	—	—
Agrícola	0,75	0,13
Pastos	1,29	0,23
Forestal	1,40	0,41
Urbana	0,08	0,03
TOTAL	3,52	0,80

Nota: Para 1995, obviamente coinciden los rendimientos del método 1 y los del método 2.

Fuente: Haberl, H., et al., (2001): «How to calculate...», *op. cit.*, p. 37.

los déficit ecológicos. Por lo que hace a la cuestión de los rendimientos, pronto se vio que era más interesante computar las productividades propias de cada país en el cálculo de la huella aunque fuera a costa de sacrificar en parte las comparaciones internacionales (esta es precisamente la solución que nosotros hemos planteado para el caso de España en el capítulo 6). La ventaja desde el punto de vista de la interpretación acerca de la sostenibilidad es clara habida cuenta que así el análisis viene referido a hectáreas de tierra ecológicamente productiva *que existen realmente*, con lo que ganan también las orientaciones desde el punto de vista del diagnóstico y la política nacional. Este camino fue el seguido por Van Vuuren y Smeets en un análisis realizado para cuatro territorios: Benin, Bhutan, Costa Rica y Holanda entre 1980 y 1994¹⁷⁰. En la misma línea, pero con un horizonte temporal y metodológico más amplio, se llevó a cabo el cálculo de la huella ecológica de la economía austriaca entre 1926 y 1995¹⁷¹. El análisis para Austria aporta un elemento interesante pues compara las huellas obtenidas bajo tres diferentes supuestos de rendimientos para todo el período: productividades mundiales del año 1995 (método 1), rendimientos mundiales pero variables año a año (método 2) y, por último, rendimientos locales propios de Austria y variables cada año (método 3). Como recoge la Tabla 2.17., en algunos casos el supuesto sobre los rendimientos globales puede suponer una huella dos veces superior al de

los rendimientos propios de Austria —como cuando se trata de la huella de pastos— o casi tres veces si hablamos de la huella agrícola y de la superficie directamente construida. Globalmente, la huella con la metodología modificada arroja un resultado un 44 por 100 menor que la cifra obtenida con la metodología estándar.

Del mismo modo que las modificaciones en las hipótesis sobre los rendimientos a considerar aumentaron el realismo del instrumento utilizado, el segundo de los refinamientos metodológicos también se dejó notar positivamente. Como el objetivo de la huella ecológica era mostrar una estimación de la superficie ecológicamente productiva apropiada por los modos de producción y consumo, resulta posible y deseable tender puentes con algunas herramientas de la Contabilidad Nacional que se encargan de medir esos elementos. Un buen candidato a ello son las Tablas Input-Output (TIO) que conectan los requerimientos productivos entre diferentes sectores además de vincular estos con la demanda de bienes y servicios distinguiendo entre los consumos intermedios y la demanda final. La primera aportación que unió ambas aproximaciones se aplicó al caso de Nueva Zelanda¹⁷². Utilizando los coeficientes técnicos de la TIO monetaria para 80 sectores en 1991 se determinaron las huellas agrícola y forestal, la superficie degradada por la urbanización, así como la huella «energética» y la asociada con las importaciones de bienes y servicios. La estructura de la TIO permitió a su vez obtener unos coeficientes «territoriales» que informaban de los requerimientos de tierra ecológicamente productiva por millón de dólares de demanda final. El resultado fue que este país presentaba una huella de 3,49 has/hab (11,8 millones de hectáreas) lo que suponía casi el 64 por 100 de su superficie productiva¹⁷³. El principal elemento era la huella agrícola y, sorprendentemente en un país rico, esto tiene mucho que ver en que Nueva Zelanda acarrear a comienzos de los noventa un balance ecológico positivo: la tierra ecológicamente productiva apropiada en el resto del mundo vía importaciones de bienes y servicios era de 3,2 millones de hectáreas, mientras que las exportaciones de capacidad de carga a través de sus exportaciones suponían en 1991 13,7 millones de hectáreas. Efectivamente, el principal componente de las exportaciones neozelandesas fueron los productos agrarios¹⁷⁴.

Algún tiempo después Lenzen y Murray realizaron una aplicación similar para el caso de Australia en la que además de incorporar la estimación de la huella ecológica a través de la TIO, aportaban una nexa de unión con la cuestión de los rendimientos y la tierra ecológicamente productiva a considerar. A juicio de los autores australianos, la exclusión que realizaron Wackernagel y Rees de los desiertos y cumbres montañosas como tierras no productivas, aparte de arbitraria, dejaba de lado zonas muy áridas que en algunos países eran aprovechadas en forma de pastos. Si se traslada el análisis desde la tierra ecológicamente productiva hacia el territorio perturbado por la acción de los humanos y que ha cambiado de uso, entonces es posible introducir otras formas

de suelo apropiado no atendidas hasta entonces. Si se actúa así, en el caso de Australia la huella ecológica podría ascender casi a 14 has/hab, de las cuales 7,2 has/hab se corresponderían fundamentalmente con esas zonas áridas que se incorporan a la huella en forma de pastos¹⁷⁵. Además, el análisis input-output permitía conectar las variaciones de la huella con la renta y el gasto de algunos sectores institucionales como los hogares. Desde el punto de vista de las relaciones entre huella *per capita* y renta por habitante, se detectó una cierta «elasticidad» por la cual al aumentar un 10 por 100 la renta *per capita*, la huella ecológica se incrementaba un 3,8 por 100. Pero mayor fue la relación establecida entre el gasto de los hogares y la huella de deterioro ecológico. Aquí la correlación ofrece mejor respaldo y la «elasticidad» prácticamente se dobla al 6,8 por 100¹⁷⁶. Abundando algo más en esta circunstancia, el análisis cruzado también demostró que en Australia la huella ecológica por habitante es menor en los hogares numerosos que en los que tienen pocos inquilinos, y no parece que la razón se encuentre en patrones de consumo diferentes en uno y otro caso, sino más bien en que en los hogares grandes se comparten y distribuyen equitativamente los productos, a lo que habría que sumar el hecho de que los hogares de las grandes capitales se apropian de mayor tierra ecológicamente productiva (8,4 has/hab) que el resto de hogares urbanos (7,2 has/hab), y que los rurales (6,89 has/hab)¹⁷⁷.

Aunque los resultados presentados refuerzan las posibilidades de la huella ecológica al ligar la apropiación de tierra ecológicamente productiva con los valores *monetarios* de requerimientos productivos por sectores y con la demanda de consumo final por parte de la población, los puentes tendidos no son del todo coherentes ni satisfactorios. La razón no procede tanto del instrumento utilizado (TIO), como de las unidades en que éste se expresa. En efecto, los multiplicadores obtenidos para hallar la huella ecológica serían más solventes y sólidos si vinieran expresados en unidades *físicas* y esto se consigue a partir de unas TIO cifradas en estos términos (TIOF). La aparición de TIOF para 1990 en algunos países como Alemania, Dinamarca o Finlandia ha permitido avanzar en esta dirección ofreciendo resultados realmente interesantes que se han extendido también a la investigación sobre la apropiación de tierra ecológicamente productiva a través del comercio¹⁷⁸. La importancia de este cambio de proceder se observa al comparar la tierra apropiada con la producción destinada a la exportación a través de la TIO monetaria frente a la cifra obtenida con la TIOF. Mientras en el primer caso, para Alemania, se estima en 7,2 millones de hectáreas, en el segundo la cifra alcanza los 10 millones de hectáreas, esto es, casi un 40 por 100 más. Diferencia que alcanza mayores cotas cuando se desciende a los tres grandes sectores. En el sector primario las exportaciones son 1,1 millones de hectáreas en términos monetarios frente a 7,9 millones, en el secundario 5,5 millones frente a 1 millón y, finalmente, en el sector terciario, 0,5 millones frente a 1 millón¹⁷⁹. La explicación a estas diferencias hay que buscarla en la distinta estructura interindustrial de los dos modelos de TIO, en los coeficientes de

«utilización de la tierra» y en la estructura del vector de exportaciones. Por ejemplo, el vector de exportaciones *monetario* está dominado por el sector industrial lo que eleva los valores resultantes; sin embargo desde el punto de vista *físico* son las exportaciones del sector agrario las que dominan el panorama. Esto se corrobora cuando se extiende el análisis en términos de TIOF al conjunto de la UE-15 como han hecho Giljum y Hubacek superando por medio de hipótesis razonables la escasez de datos con los que apoyarse. La Tabla 2.18. ofrece información relevante tanto de la apropiación total de tierra por sectores económicos como de la incorporada en las exportaciones. De la misma se desprenden varias consideraciones. En primer lugar, es evidente que el sector agrario domina el grueso de la apropiación de tierra con 246 millones de hectáreas que representan el 98,5 por 100 del total productivo, lo que redundará en los altos coeficientes de apropiación por tonelada producida o exportada. Por otro lado, se demuestra que los sectores más intensivos en el uso de recursos son, por lo general, los que ofrecen una mayor apropiación de tierra ecológicamente productiva, sobre todo en el caso de las exportaciones¹⁸⁰.

En resumidas cuentas, los ejemplos anteriores ilustran la superación de algunas deficiencias metodológicas que, junto con las conexiones establecidas con otros enfoques, tanto monetarios como biofísicos, han permitido rescatar las virtudes de la huella «ecológica» como indicador para evaluar la sostenibilidad ambiental de las economías.

Tabla 2.18
Apropiación directa e indirecta de tierra ecológicamente productiva
por sectores económicos para la UE-15, 1990

Sectores	Output Total (1000 toneladas)	Tierra apropiada (1000 has)	Coefficiente total de apropiación (has/tm)	Export. expandidas (1000 toneladas)	Tierra apropiada por export. (1000 has)	Hectáreas por tonelada exportada
1. Agricultura, silvicultura y pesca	2.750	246.584	89,60	379	39.814	1.359,4
2. Electricidad y agua	4.420	0	0,0	419	1.557	123,1
3. Actividades extractivas	1.407	429	0,30	2.535	1.073	19,3
4. Manufacturas	2.798	2.199	0,79	603	18.347	92,1
5. Construcción	4.533	81	0,02	36	0,2	7,5
6. Transporte	326	392	1,20	0	0	0
7. Servicios	749	648	0,87	54	1.081	57,0
Total sectores	16.983	250.333	14,74	3.992	61.872	196,0

Nota: La tierra apropiada incluye tanto la directa como la indirecta. El vector de exportaciones expandidas incorpora aquellos inputs materiales que no están incluidos en la demanda final.

Fuente: Hubacek, K., y S. Giljum, (2003): «Applying...», *op. cit.*, pp. 146-147. También se pueden encontrar las cifras, salvo en el caso de las exportaciones expandidas, en: Giljum y Hubacek, (2001): *International trade...*, *op. cit.*, p. 47.

7. EL «ESPACIO AMBIENTAL» Y LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE EQUIDAD EN EL ÁMBITO GLOBAL

La huella «ecológica» expresaba claramente, a través de los déficit «ecológicos», hasta qué punto la mayoría de las economías de los países de la OCDE estaban viviendo por encima de sus posibilidades gracias a los recursos procedentes de otros territorios menos prósperos desde el punto de vista económico. El análisis también revelaba que si todos los habitantes del mundo quisieran vivir como el estadounidense o europeo medios se necesitarían varios planetas para satisfacer su modo de producción, consumo y la absorción de sus residuos. En definitiva, lo que está por debajo de la discusión es la cuestión de la distribución en el acceso y la utilización de los recursos a nivel planetario, habida cuenta que una minoría de la población mantiene un uso privilegiado del grueso del patrimonio natural y de los sumideros de residuos del planeta.

Al mismo tiempo en que desde British Columbia se ponían los cimientos para la construcción del anterior indicador, en Europa comenzaba a debatirse también la cuestión de la utilización del «espacio ambiental» que en muchas ocasiones superaba las fronteras que administrativamente tienen adjudicados los países. Empujado desde Holanda, el concepto ganó popularidad gracias al informe encargado por *Friends of the Earth* en el que se realizaba una cuantificación del «espacio ambiental» ocupado por cada holandés desde el punto de vista del consumo de energía, agua, recursos no renovables, alimentos y recursos forestales en la perspectiva del año 2010¹⁸¹. A partir de aquí cundió el ejemplo y la organización promotora de aquel trabajo orquestó una campaña para determinar el espacio ambiental a escala europea, esto es, «la cantidad de energía, agua, tierra, recursos no renovables y madera que podemos utilizar de un modo sostenible»¹⁸² en la perspectiva del 2050 con objetivos intermedios para 2010. Dado que la insostenibilidad de unos está muy directamente relacionada con las carencias de otros, el calificativo sostenible de la definición supone aplicar un criterio de reparto en el uso de los recursos más o menos «justo» a escala planetaria. Y aquí, la justicia se plasma a través de lo que se considera el «principio de equidad», esto es: cada habitante del planeta tiene el mismo derecho (aunque no la obligación) de utilizar una cantidad igual de espacio ambiental.

Por tanto, el espacio ambiental «justo» es el mismo para todo el mundo. Obviamente la principal implicación de este criterio es que los países ricos deben reducir considerablemente su utilización de espacio ambiental para que los habitantes de los países empobrecidos puedan mejorar sus condiciones de vida materiales. A partir de aquí es posible asignar el espacio ambiental para cada tipo de recursos involucrados en el cálculo por países, continentes o regiones. Mientras en el caso de los recursos energéticos y minerales se consideran aquellos que pueden ser comercializables a escala mundial, en cuanto a los recursos agrícolas y forestales europeos el

Cuadro 2.6
Intervalos máximos y mínimos en la definición del espacio ambiental de la UE

Condiciones del «extremo superior» o máximo de espacio ambiental	Condiciones del «extremo inferior» o mínimo de espacio ambiental
<p>Energía: Su utilización está limitada al máximo del espacio ambiental <i>per capita</i>. En este sentido, se debe tener en cuenta la capacidad máxima de absorción de CO₂ por la atmósfera y la necesidad de reducción de las emisiones según las directrices del IPCC. Por tanto el espacio ambiental máximo para la UE implica reducir el consumo energético un 50 por 100 hasta el 2050 respecto de 1990, lo que supone una merma del 77 por 100 en las emisiones de CO₂ y un 75 por 100 en la utilización de los combustibles fósiles.</p> <p>Recursos minerales: Aplicando el principio de equidad para los habitantes europeos a partir de las extracciones de recursos actuales supone una reducción de su consumo entre el 85 y el 100 por 100.</p> <p>Utilización de tierras productivas y recursos renovables (agrícolas, forestales, etc.). Autosuficiencia en el mismo sentido que el apuntado más arriba en el texto, con la restricción del 10 por 100 para la conservación de la biodiversidad y de una gestión sostenible de los ecosistemas forestales. Además, los sistemas agrarios deben apoyarse íntegramente en los principios de la agricultura ecológica (orgánica). Con el 70 por 100 del área actualmente existente sería posible alimentar a la población europea, siempre y cuando se redujera drásticamente el consumo de carne en dos tercios respecto a los actuales niveles.</p>	<p>Mínimo fisiológico: precondition para la supervivencia en términos de alimentación, vestido, etc.) que se define a través de varios indicadores propuestos por Naciones Unidas. Se realiza el supuesto de que en todos los países el grueso de las tecnologías es comparable en su consumo de recursos por unidad de bien o servicio, por tanto el mínimo fisiológico debe ser idéntico para todo el mundo.</p> <p>Mínimo de necesidades básicas: Incluye servicios públicos esenciales como agua potable, servicios sanitarios y educación.</p> <p>Mínimo de participación social: Se trata de aquello que, en cada contexto cultural y social, garantiza los derechos democráticos que no pueden ser expresados en términos monetarios o financieros.</p>

Fuente: Spangenberg, J., (ed.), (1995): *Towards...*, op. cit. Véase también: <http://foeeurope.org>.

estudio define el espacio ambiental sobre la base de los recursos «continentales» es decir, expresa una *vocación de autosuficiencia* en el siguiente sentido: el total de tierra ecológicamente productiva utilizada en el «viejo continente» para las exportaciones hacia otros países no debe exceder la misma porción de territorio que se utiliza por otras naciones para exportar productos hacia Europa. El tratamiento del agua es muy similar pero en un sentido de autosuficiencia más restrictivo aún, sobre todo porque no parece deseable transportar grandes cantidades de este recurso a largas distancias con el consiguiente impacto ambiental, social y económico de las infraestructuras necesarias.

Para hacer operativo el análisis, el trabajo aludido incorpora la definición de un extremo inferior y otro superior que actuarán como referencias mínimas y máximas para la utilización del espacio ambiental, es decir, entre el *mínimo* indispensable para hacer digna la vida, y el *máximo* que permiten los ecosistemas desde un punto de vista sostenible¹⁸³. Como ahora veremos,

Tabla 2.19
Espacio ambiental actual y reducciones necesarias para alcanzar
el espacio ambiental justo en la UE

Recurso	Uso actual per capita	E.Ambiental justo per capita	Reducción para 2050 (%)	Objetivo 2010 per capita	Objetivo 2010 (%)
Energía					
Emisiones de CO ₂	7,3 tm	1,7 tm	-77	5,4 tm	-26
Consumo de energía primaria	123 GJ	60 GJ	-50	97,2 GJ	-21
Combustibles fósiles	100 GJ	25 GJ	-75	78,0 GJ	-22
Nuclear	16 GJ	0 GJ	-100	0 GJ	-100
Renovables	7 GJ	35 GJ	+400	12,2 GJ	+74
Materias primas no renovables					
Cemento	536 kg	80 kg	-85	423 kg	-21
Hierro	273 kg	36 kg	-87	213 kg	-22
Aluminio	11 kg	1,2 kg	-90	9,2 kg	-23
Cloro	23 kg	0 kg	-100	17,2 kg	-25
Usos del suelo					
Urbano	0,053 has	0,051 has	-3,2	0,051has	-3,2
Aguas interiores	0,009 has	Igual	0	0,009 has	0
Espacios protegidos	0,003 has	0,061 has	+1933	0,061 has	+2000 (aprox)
Bosques	0,164 has	0,138 has	-16	0,138 has	-16
Tierras de cultivo	0,237 has	0,100 has	-56	0,150 has	-37
Otros					
Madera	0,63 m ³	0,56 m ³	-15	0,10 m ³	-15

Fuente: *Ibid.*

en muchos casos la aplicación de estos criterios lleva a reducciones considerables en los niveles de consumo de la población europea, demostrándose así que el espacio ambiental que ocupa en el conjunto del planeta es muy superior al que equitativamente le correspondería. La reducción se produce en casi todos los casos de consumo de recursos naturales o de utilización productiva del suelo, llegando en varias ocasiones al 100 por 100 del consumo actual en el escenario 2050 o incluso en el objetivo intermedio del 2010.

Este interesante ejercicio llevado a cabo para la Unión Europea encontró, al terminar la década de los noventa, un apoyo interesante en la simulación realizada por V. Alcántara y J. Roca para la apropiación del espacio ambiental derivado de las emisiones de dióxido de carbono desde el punto de vista planetario¹⁸⁴. Simulando un escenario que tomaba como año base las emisiones 1972 se consideraba que el espacio ambiental disponible para la absorción de CO₂

era precisamente el existente en ese año base, analizando su evolución hasta 1995. Al comparar las emisiones de cada país y región con la población que reside en ellos se observa claramente que los ciudadanos de las naciones ricas se apropiaban en 1972 —y lo siguen haciendo— de un recurso común sin pagar nada a cambio. Por ejemplo, este sencillo cálculo pone de relieve que Estados Unidos y Canadá ocupaban un espacio ambiental relacionado con la absorción de CO₂ 5,3 veces superior al que les correspondía, mientras que los habitantes de Asia, África o América Latina ni siquiera ocupaban ese año la mitad del espacio al que tendrían derecho por ser habitantes del planeta. Como entre 1972 y 1995 las emisiones se han incrementado debido tanto al crecimiento demográfico como al aumento de las emisiones *per capita*, los autores proponen diferenciar el crecimiento «justificado» (aquella tasa a la cual podrían variar las emisiones de un país para situarse en 1995 en un nivel de emisiones igual al que hubiera alcanzado en 1972 si hubiera utilizado todo el espacio ambiental que le hubiese correspondido) y el crecimiento «efectivo».

La Tabla 2.20. ofrece interesantes conclusiones. Por ejemplo, tal y como cabía pensar, *el grueso de los países pobres tendrían «justificado» un crecimiento importante de sus emisiones habida cuenta las posibilidades que les otorga el derecho proporcional a emitir en función de su población y que no*

Tabla 2.20
Tasas medias de variación continua de las emisiones de diferentes regiones del mundo, 1972-1995 (%)

	Crecimiento «justificado» (A)	Crecimiento efectivo (B) = (C) + (D)	Crecimiento de la población (C)	Crecimiento <i>per capita</i> (D)	Crecimiento efectivo menos «justificado» (B)-(A)
África	7,5	4,2	2,7	1,5	-3,3
Asia (sin China)	8,8	5,9	2,1	3,8	-2,9
China	5,6	5,2	1,4	3,7	-0,4
América Latina	3,4	3,4	2,1	1,3	0,0
Oriente Medio	2,6	7,4	3,5	3,9	4,8
Europa no OCDE	-2,5	0,3	0,5	-0,3	2,7
Ex- URSS	-4,3	-0,1	0,7	-0,9	4,2
Japón	-3,0	1,5	0,7	0,8	4,5
OCDE Europa	-3,5	0,1	0,5	-0,4	3,6
EE UU y Canadá	-7,4	0,7	1,0	-0,3	8,1
Australia y N. Z	-4,6	2,4	1,3	1,2	7,0
Mundo	0,0	1,6	1,7	-0,1	1,6

Fuente: Alcántara, V., y J. Roca, (1999): «CO₂ emissions...», op. cit., p. 507.

venían ejerciendo, mientras que el conjunto de los países ricos experimentaría reducciones considerables en sus emisiones para ajustarse a sus «presupuestos» de contaminación. Pero lejos de ocurrir algo semejante, desde el punto de vista efectivo, en África, China y el continente asiático, el crecimiento de las emisiones se mantuvo por debajo de lo que hubiese estado «justificado», mientras que en EE UU, y en general los países de la OCDE lejos de reducir sus vertidos a la atmósfera experimentaron variaciones positivas debido sobre todo al crecimiento poblacional.

En definitiva, el conjunto de las páginas anteriores ha mostrado que tanto el seguimiento de los flujos físicos de energía y materiales «desde la cuna hasta la tumba», como el coste exergético de reposición «desde la cuna hasta la cuna» han demostrado ser potentes herramientas para demostrar cuán distantes están los comportamientos de los países ricos respecto de un patrón de sostenibilidad ambiental a todas luces aún lejano, y cuáles serían los sacrificios en que debería incurrir la sociedad industrial si quisiera cambiar el rumbo y paliar los efectos más nocivos de su comportamiento. Elementos que apuntan a la insostenibilidad ambiental de un modo de producción y consumo que se ve corroborada, en su dimensión territorial, por la creciente huella ecológica que acarrearán los países ricos. Una huella que no se reducirá hasta que decidamos bajar al crecimiento económico del pedestal de los objetivos intocables de las políticas públicas.

NOTAS

- ¹ LOTKA, A. J., *Elements of Mathematical Biology*, New York, Dover, 1956, p. 183. Citado por: DALY, H. E., «La economía como ciencia de la vida», (e.o 1968) en: DALY, H. E. (comp.), *Economía, ecología y ética*, México, FCE, 1989, p. 260.
- ² GOODLAND, R., «La tesis de que el mundo está en sus límites», en: GOODLAND, R., et al., *Medio ambiente y desarrollo sostenible*, Madrid, Trotta, 1997, p. 22.
- ³ CARPINTERO, O., *Entre la economía y la naturaleza*, op. cit., Cap. IV.
- ⁴ Vertidas en los trabajos de DALY, H. E.; AYRES, R. U.; BOULDING, o GEORGESCU-ROEGEN. En algunos casos, esta recuperación se produjo de la mano de los propios autores que años atrás habían realizado importantes aportaciones, como es el caso de AYRES, R. U.
- ⁵ Así lo interpretan, creemos que correctamente, FISCHER-KOWALSKI, M., y HABERL, H., «Society's Metabolism...», op. cit., p. 108.
- ⁶ FISCHER-KOWALSKI, M., y HABERL, H., «Tons, Joules and Money: Modes of Production and the Sustainability Problems», *Society and Natural Resources*, 10, 1997, pp. 61-85 (en especial, pp. 63-64). Una versión anterior de este texto se publicó en 1994: «On the Cultural Evolution of Social Metabolism with Nature», *IFF-Schriftenreihe*, Band 40.
- ⁷ FISCHER-KOWALSKI, M., y HABERL, H., «Tons, Joules...», op. cit., pp. 63-64.
- ⁸ La consideración de este tipo de sociedad es más relevante históricamente de lo que pueda parecer. Sobre todo si pensamos que más del 90 por 100 del tiempo que la especie humana ha pasado sobre este planeta ha vivido en esta clase de civilización. FISCHER-KOWALSKI, M., y HABERL, H., «On the Cultural Evolution...», op. cit., p. 7.
- ⁹ FISCHER-KOWALSKI, M., y HABERL, H., «Metabolism and Colonisation: Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature», *IFF-Schriftenreihe Soziales Ökologie*, Band, 32, 1993, pp. 5-9.
- ¹⁰ Uno de los datos más claros es la distancia creciente que se observa entre el uso de energía endosomática y exosomática por parte de la especie humana.
- ¹¹ AYRES, R. U., «Metabolismo industrial y cambio mundial», *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 121, p. 391-402. FROSCH, R. A., y GALLOPOULUS, N. E., «Strategies for Manufacturing», *Scientific American*, 261, 1989, 1989, pp. 94-102.
- ¹² AYRES, R. U., «Metabolismo industrial y cambio mundial», op. cit. Este número de la revista citada acogió las principales aportaciones de la Conferencia de Tokyo de septiembre de 1988.
- ¹³ AYRES, R. U., y SIMONIS, U., «Introduction», en: *Industrial Metabolism: restructuring for sustainable development*, United Nations University Press, 1994, p. xi.
- ¹⁴ FROSCH, R. A., y GALLOPOULUS, N. E., «Strategies for Manufacturing», *Scientific American*, 261, 1989, p. 102. No está de más recordar que la «ortodoxia científica» prohibió el primer título que los autores habían asignado al artículo, en el que la palabra «ecosistema» aparecía desde el principio: «Manufacturing: The Industrial Ecosystem View».
- ¹⁵ FROSCH, R. A., «Industrial Ecology: A philosophical introduction», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, 1992, p. 800.
- ¹⁶ HUSAR, R. B., «Ecosystem and The Biosphere: Metaphors for human-induced material flows», en: AYRES, R. U., y SIMONIS, U. (eds.): *Industrial Metabolism...*, op. cit., pp. 21-22.
- ¹⁷ AYRES, R. U., «Industrial Metabolism: Theory and Policy», en: AYRES, R. U., y SIMONIS, U. (eds), *Industrial Metabolism*, op. cit., 1994, p. 5. En un sentido similar —sobre las cautelas a la hora de utilizar las metáforas biológicas— se manifestaban FISCHER-KOWALSKI, M., y sus colaboradores: «Estrictamente hablando, el sistema socioeconómico no es un organismo: no está altamente integrado desde el punto de vista interno, no muere porque no está "vivo" en sentido biológico. Es un sistema en un nivel jerárquico diferente para el cual es difícil encontrar una analogía biológica adecuada (...) Una de las principales dificultades para encontrar una analogía biológica proviene del hecho de que el sistema económico no tiene unos límites físicos sino funcionales. Para una finalidad operativa el límite físico puede definirse, pero físicamente comparte su espacio con todo el resto de los sistemas físicos». FISCHER-KOWALSKI, M., et al., «A plethora of paradigms: Outlining and information system on physical exchanges between the economy and nature», en: AYRES, R. U., y SIMONIS, U. (eds.), *Industrial metabolism...*, op. cit., pp. 342 y 358.
- ¹⁸ Barry Commoner lo ponía de manifiesto claramente al recordar que: «La Ecología Industrial es una respuesta del gremio de los ingenieros al impacto autodestructivo de los sistemas industriales sobre los ecosistemas naturales de los que depende su propia actividad». COMMONER, B., «The relation between industrial and ecological systems», *Journal of Cleaner Production*, 5, 1997, p. 125.
- ¹⁹ AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology and Environment*, Washington, D.C, National Academy Press, 1989.
- ²⁰ AYRES, R. U., «Industrial Metabolism», en: AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology...*, op. cit., 1989, pp. 23-49.
- ²¹ AUSUBEL, J. H., FROSCH R. A., y HERMAN, R., «Technology and environment: an overview»: en: AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology...*, op. cit., pp. 5-6.

- ²² Esta tensión entre el elemento «positivo» (descriptivo) y el «normativo» (prescriptivo) lo han percibido bien sus principales representantes. Véase, por ejemplo: LIFSET, R., GRAEDEL, TH., «Industrial Ecology: goals and definitions», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Chentelham, Edward Elgar, 2002, p. 12.
- ²³ ERKMAN, S., «Industrial Ecology: an historical view», *Journal of Cleaner Production*, 5, 1997, p. 1.
- ²⁴ JOHANSSON, A., «Industrial ecology and industrial metabolism: use and misuse of metaphors», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Chentelham, Edward Elgar, 2002, pp. 73 y 74.
- ²⁵ ANDREWS, C.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V., «The Industrial Ecology Agenda», en: SOCOLOW, R.; ANDREWS, C. F.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V. (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, Cambridge University Press, 1994, pp. 470 y 471.
- ²⁶ Se han apuntado que respecto al metabolismo industrial, las aportaciones de finales de los ochenta fueron completadas 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. Véase: AYRES, R. U., y SIMONIS, U. (eds), *Industrial metabolism...*, op. cit., 1994. Por lo que hace a la ecología industrial, durante el mismo mes de 1992 tuvieron lugar dos seminarios importantes. El primero de ellos, más localizado en las relaciones entre la ecología industrial y las cuestiones ambientales a nivel global fue editado por: SOCOLOW, R.; ANDREWS, C. F.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V. (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, Cambridge University Press, 1994. El segundo, consecuencia de un «Workshop on Industrial Ecology and Design for Environment» patrocinado por la Academia Nacional de Ingeniería estadounidense, centrado más en la dimensión sectorial y empresarial concreta, fue editado por: ALLENBY, B., y RICHARDS, D. J. (eds.), *The Greening of Industrial Ecosystems*, Washington, National Academy Press, 1994.
- ²⁷ Estos rasgos son citados por Erkman a partir de una investigación de R. Côté. Vid. ERKMAN, S., «Industrial ecology...», op. cit., pp. 1-2.
- ²⁸ GRAEDEL, TH., «Industrial Ecology: Definitions and Implementation», en: SOCOLOW, R., et al., *Industrial Ecology and Global Change...*, op. cit., p. 23. Una definición muy similar será aportada un año después por el mismo Graedel en su libro escrito en colaboración con: ALLENBY, B. A., *Industrial Ecology*, Prentice Hall, New Jersey, 1995, p. 8.
- ²⁹ SOCOLOW, R., «Six perspectives from Industrial Ecology», en: SOCOLOW, R., et al., *Industrial Ecology and Global Change...*, op. cit., 1994, pp. 3 y 8.
- ³⁰ El ejemplo de Kalundborg ha sido resumido por la literatura en varias ocasiones. A este respecto se puede consultar el citado artículo de FROSC R. A., y Gallopoulos de 1989, el texto de AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Industrial Ecology. Towards closing the Materials Cycle*, Chentelham, Edward Elgar, 1996, pp. 280-282; y más recientemente, el trabajo de EHRENFELD, J. R., y CHERTOW, M. R., «Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds), *Handbook of industrial ecology*, op. cit., pp. 334-348.
- ³¹ La tesis doctoral fue llevada a cabo bajo el patrocinio de la National Academy of Engineering estadounidense y presentada con el título: «Design for Environment: implementing industrial ecology». Este trabajo sirvió de base para la elaboración del manual de GRAEDEL, TH., y ALLENBY, B., *Industrial ecology*, op. cit., parte IV.
- ³² Así lo recuerda ERKMAN, S., mencionando el artículo de GUSSOW y MEYERS, «Industrial Ecology», *Industrial Ecology*, 1, 1970; que aparece en una revista de la que se desconoce el sitio de publicación, no teniendo continuidad posterior. Véase. ERKMAN, S., «Industrial Ecology: an historical view», *Journal of Cleaner Production*, 5, 1997, p. 2.
- ³³ FROSC R. A., «La ecología industrial del siglo XXI», *Investigación y Ciencia*, Noviembre, 1995, p. 107.
- ³⁴ COMMONER, B., «The relation between industrial and ecological systems», op. cit., p. 127.
- ³⁵ Es sabido que muchos vertederos de grandes ciudades son auténticas menas de minerales metálicos varios. Por otro lado, las posibilidades ofrecidas por la simbiosis entre residuos industriales e inputs de los procesos productivos son relevantes. Véanse las oportunidades que ofrece esta estrategia para el caso del plomo, el cadmio y el cromo en: ALLEN, D. T y BEHMANESH, N., «Wastes as raw materials», 1994, en: ALLENBY, B., y RICHARDS, D. J. (eds.), *The Greening of Industrial Ecosystems*, op. cit., pp. 69-89.
- ³⁶ BUNKER, S., «The Political Economy of Raw Materials Extraction and Trade», en: SOCOLOW, R., et al. (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, op. cit., p. 438. En el mismo sentido se puede consultar su artículo de 1996: «Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial», *Ecología Política*, 13, pp. 81-89.
- ³⁷ WERNICK, I., y ASUSBEL, J., «National material metrics for Industrial Ecology», *Resources Policy*, 21, 1995, p. 189.
- ³⁸ Recuérdese que, entre las excepciones durante los años ochenta, se encontrarían el estudio de NAREDO, J. M., y FRIAS, J., *Flujos físicos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Madrid, 1988, Consejería de Economía, y el trabajo de BILLEN, G., et al., *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*, Bruxelles, CRISP, 1983.
- ³⁹ BACCINI, P., y BRUNNER, P. H., *Metabolism of the Anthroposphere*, Berlin, Springer-Verlag, 1991.
- ⁴⁰ Un resumen de los propósitos y agenda de investigación de ConAccount puede encontrarse en: BRINGEZU, S., et al. (eds), *The ConAccount Agenda*, Wupertal Special, 8, 1998.
- ⁴¹ BRINGEZU, S., et al. (eds), *The ConAccount Agenda*, op. cit., p. 8.

⁴² ADRIAANSE, A.; BRINGEZU, S.; HAMMOND, A.; MORIGUCHI, Y.; RODENBURG, E.; ROGICH, D., y SCHÜTZ, H., *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, 1997, p. 5.

⁴³ En <http://www.conaccount.net> se pueden obtener también las actas de los tres «meetings» realizados hasta la fecha: Leiden (21-23 de enero de 1997), Wuppertal (11-12 septiembre de 1997), Amsterdam (21 de noviembre de 1998).

⁴⁴ BRINGEZU, S., y MORIGUCHI, Y., «Material flow analysis», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of industrial ecology*, op. cit., 2002, p. 79.

⁴⁵ MATHEWS, E.; AMAN, C.; BRINGEZU, S.; HÜTLER, W.; KLEJN, R.; MORIGUCHI, Y.; OTTKE, C.; RODENBURG, E.; ROGICH, D.; SCHANDL, H.; SCHÜTZ, H. VAN DER VOET, E., y WEISZ, H., *The Weight of Nations. Material Outflows from Industrial Economies*, Washington, World Resources Institute, 2000, p. 2.

⁴⁶ WERNICK, I., y AUSUBEL, J. H., «National material...», op. cit., p. 190. Énfasis nuestro.

⁴⁷ STEURER, A., «Material Flow Accounting and Analysis: where to go at European level», en: EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, p. 3.

⁴⁸ En lo que sigue hemos seguido parcialmente el resumen de seis características comunes realizado por DANIELS Y MOORE, «Approaches for Quantifying...», op. cit., 2002, pp. 73-75.

⁴⁹ FISCHER-KOWALSKI, M., «Society's Metabolism», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, Band 46, 1997, pp. 35-36. También en: FISCHER-KOWALSKI, M., y HÜTLER, W., «Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part II, 1970-1998», *Journal of Industrial Ecology*, 2, (4), 1999, p. 115.

⁵⁰ LEHMANN, H., y SCHMIDT-BLEEK, F., «Material flows from a systematical point of view», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 414-415.

⁵¹ Tal y como recuerda BRINGEZU, S., fue en octubre de 1992 cuando desde el Wuppertal Institut se comenzó el trabajo paralelamente con el IFF austriaco para realizar los balances nacionales de materiales. Véase: BRINGEZU, S., «Comparision of the Material Basis of Industrial Economies», en: BRINGEZU, S., et al. (eds.), *Analysis for Action: Support for Policy towards Sustainability by Material Flow Accounting*, Wuppertal Special, 6, 1997, p. 57.

⁵² 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 muchos de los cuales aparecen recogidos y ampliados en sus libros: *Wieviel Umwelt braucht der Mensch?*, Birkhäuser Verlag, 1994; y también: *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch-mehr lebensqualität durch Faktor 10*, Birkhäuser Verlag, 1998.

⁵³ Esto no quiere decir en absoluto que Schmidt-Bleek no fuera consciente de la importancia de otros aspectos más cualitativos como la contaminación atmosférica o la toxicidad de algunos flujos. En todo caso y, en cierta medida, el movimiento total de materiales informa razonablemente bien y de manera sencilla del impacto ambiental, siendo además la contaminación una consecuencia directa de ello. Véase: SCHMIDT-BLEEK, F., «MIPS- A Universal Ecological Measure?», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 206-311; y también: «MIPS Re-visited», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, pp. 407-412. Con mayor amplitud en: SCHMIDT-BLEEK, F., *Wieviel Umwelt... op. cit.*, pp. 99-137; y también en: SCHMIDT-BLEEK, F., *Das MIPS-Konzept*, op. cit., pp. 132-157.

⁵⁴ Esto es lo que se propone en la guía metodológica elaborada por el Wuppertal Institute para homogeneizar los análisis de la intensidad material apoyados en el MIPS. Véase: SCHMIDT-BLEEK, F., et al., *MAIA. Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept*, Wuppertal, Birkhäuser, 1998, pp. 21-26.

⁵⁵ La antigua Alemania Occidental era, a comienzos de los años noventa, el principal consumidor de zumo de naranja a nivel mundial. Más del 80 por 100 del zumo consumido en EE.UU, la UE y Japón procede de Brasil. Vid. KRANENDONK, S., y BRINGEZU, S., «Major Material Flows associated with orange juice consumption in Germany», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, pp. 455-460.

⁵⁶ Cabe señalar que, en el caso de Brasil, se aprovecha como combustible el bagazo de la caña de azúcar lo que hace reducir el input de combustible en el área de Sao Paulo que funciona como el principal exportador del país englobando el 90 por 100 de las ventas de zumo de naranja al exterior. Véase: KRANENDONK, S., y BRINGEZU, S., «Major Material Flows...», op. cit., 1993, p. 457.

⁵⁷ SCHMIDT-BLEEK, F., et al., *MAIA. Einführung in die Material-Intensität...*, op. cit.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 27.

⁵⁹ Puede consultarse directamente en la página web del Instituto: www.wupperinst.org, y también en: SCHMIDT-BLEEK, F., *Das MIPS-Konzept...op. cit.*, pp. 297-311.

⁶⁰ Por ejemplo, en el caso del aluminio primario lleva aparejado un input material de 8,45 toneladas por tonelada de aluminio. En este caso la «mochila ecológica» se calcula restando a aquella cantidad la tonelada de aluminio producida, obteniendo la cantidad de 7,45 toneladas.

⁶¹ SCHÜTZ, H., y BRINGEZU, S., «Major material flows in Germany», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 443-448.

⁶² *Ibid.*, p. 444.

- ⁶³ El sistema incluye cinco apartados: a) el análisis de flujos de energía, materiales, consumo de materias primas y emisiones, b) el uso del territorio, c) indicadores del estado del medio ambiente, d) gastos de protección ambiental, y e) imputación de costes económicos para el logro de estándares de sostenibilidad.
- ⁶⁴ KUHN, M.; RADERMACHER, W., y STAHMER, C., «Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990», *Wirtschaft und Statistik*, 8. Reproducido como: «Environmental Trends 1960 to 1990», en: EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, pp. 123-145 (por el que se cita).
- ⁶⁵ *Ibid.*, p. 129.
- ⁶⁶ SCHOER, K.; HÖH, H.; HEINZE A., y FLACHMANN, CHR., «Material analysis in the framework of environmental accounting in Germany», *Eurostat Working Papers*, 2/2000/B/9, 2000, p. 16.
- ⁶⁷ STAHMER, C.; KUHN, M., y BRAUN, N., *Physische Input-Output Tabellen 1990*, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 1997. Existe una versión en inglés publicada por EUROSTAT en 1998 en sus Working Papers (2/1998/B/1), con el título: «Physical Input-Output Tables for Germany, 1990».
- ⁶⁸ *Ibid.*, p. 9.
- ⁶⁹ PAYER, H. (en colaboración con TURETSCHKE, K.), «Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, 1991, Band 14.
- ⁷⁰ *Ibid.*, p. 29. En 1997 se realizó el balance material del sector químico actualizando para 1986 y 1992 un trabajo previo realizado para 1983. Véase: SCHANDL, H., y ZANGERL-WEISZ, H., «Materialbilanz Chemie-Methodik sektoraler Materialbilanzen», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, 1997, Band 47.
- ⁷¹ Véase: STEURER A., «Stoffstrombilanz Österreich 1988», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, 1992, Band 26.
- ⁷² STEURER, A., «Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, 1994, Band 34.
- ⁷³ Véase: HÜTLER, W.; PAYER, H., y SCHANDL, H., «National Material Flow Analysis for Austria 1992», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, 1997, Band 45; y también, desde una perspectiva temporal más amplia, HÜTLER, W., SCHANDL, H., WEISZ, H., «Are industrial Economies on Path of Dematerialization? Material Flow Accounts for Austria 1960-1995: Indicators and International Comparison», en: KLEJIN, R., et al. (eds.), *Ecologizing Societal Metabolism. ConAccount Workshop, CML reportes*, 148, Amsterdam, 1999, pp.23-30.
- ⁷⁴ Hay que advertir que, por ejemplo, la cifra del Input Directo para 1992 se revisó desde las 29 tm/hab que aparecen en el trabajo de 1997 citado anteriormente («National Material Flows...», *op. cit.*, p. 8) y las 23,8 tm/hab de la actualización de 1998.
- ⁷⁵ HÜTLER, W., et al., «National material flows...», *op. cit.*, 1997, pp. 9 y 15.
- ⁷⁶ VITOUSEK, P. M., et al., «Human Appropriation of the Products of Photosynthesis», *Bioscience*, 36, (6), 1986, pp. 368-373.
- ⁷⁷ FISCHER-KOWLASKI, M., y H. HABERL, «Metabolism and colonization...», *op. cit.*, 1993, p. 22. La apropiación de PPN se definirá como la diferencia entre la PPN de la vegetación potencial (hipotética) y la PPN que permanece actualmente en los ciclos biológicos naturales.
- ⁷⁸ HABERL, H., «Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluss von Ökosystemen», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, Band 43, 1995.
- ⁷⁹ KRAUSMANN, F., «Terrestrial Ecosystems and Industrial Transformation: Long Term Dynamics of Social Biomass-Metabolisms, Land Use and Human Appropriation of Net Primary Production in Austria 1830-1995», en: «Nature Society and History», *Third Con Account Meeting*, Viena, 1999.
- ⁸⁰ Además de Stephan Bringeuz del Wuppertal, acudieron al encuentro Allen Hammond, Eric Rodenburg y Donald Rogich del *World Resources Institute* estadounidense; del *Ministry of Housing, Spatial Planing and Environment* holandés se presentó Albert Adriaanse y, finalmente, por el *National Institute for Environmental Studies* japonés participó Yuichi Moriguchi.
- ⁸¹ ADRIAANSE, A.; BRINGEUZ, S.; HAMMOND, A.; MORIGUCHI, Y.; RODENBURG, E.; ROGICH, D., y SCHÜTZ, H., *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, 1997.
- ⁸² ADRIAANSE, A., et al., *Resources flows...op. cit.*, p. 12. Es preciso tener en cuenta que en estos cálculos no se han incluido ni el agua ni el aire por lo que la cifra está infraestimada. La importancia del agua como flujo material puede verse en un estudio de similares características (aunque con algunas diferencias metodológicas) donde la aportación hídrica aparece como el de mayor volumen de los flujos utilizados por una economía. Véase NAREDO, J. M., y FRIAS, J., *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Madrid, Consejería de Economía, 1988, p. 27 y ss.
- ⁸³ Véanse sus trabajos: DOUGLAS, I., y LAWSON, N., «An Earth Science Approach to Material Flows Generated by Urbanisation and Mining», en: BRINGEUZ, S., et al. (eds.), *Regional and National Material Flow Accounting. From Paradigm to Practice of Sustainability*, Wuppertal Special 4, 1997, pp.108-118. DOUGLAS, I., y LAWSON, N., «Problems associated with establishing reliable estimates of materials flows linked to extractive industries», en: KLEJIN, R., et al. (eds.), *Ecologizing Societal Metabolism*, Third ConAccount Meeting, CML, report 148, 1998, pp. 127-134.
- ⁸⁴ Hay que advertir que, en todo caso, se trata de una infraestimación habida cuenta la importancia de las pequeñas explotaciones y de la minería «informal» que no aparecen recogidas en las estadísticas de extracción minera convencional. En algunas regiones y países del sur de África la contribución de la minería a pequeña escala llega a ser del 30 por 100 de la extracción total y supone, desde el punto de vista numé-

rico, el 90 por 100 de todas las explotaciones. Véase sobre este asunto el monográfico recientemente publicado en la revista *Journal of Cleaner Production* 11, 2003. Para otras regiones del mundo como el caso latinoamericano —en concreto Chile y Brasil— puede consultarse: CASTRO, S. H., y SÁNCHEZ, M., «Environmental viewpoint on small-scale copper, gold and silver mining in Chile», 2003, pp. 207-213; y también: MACEDO, A. B.; DE ALMEIDA MELLO FREIRE, D. J., y AKIMOTO, H., «Environmental management in the Brazilian non-metallic small-scale mining sector», 2003, pp. 197-206.

⁸⁵ BRINGEZU, S., «Comparison of the Material Basis of Industrial Economies», en: BRINGEZU, S., et al. (eds.), *Analysis for Action*. Wuppertal Special, 6, 1997, p. 64.

⁸⁶ NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argenteria-Visor Distribuidores, 1999. Del equipo formaron parte además de los directores, los siguientes investigadores: Sara Echeverría, Antonio Ortiz, Lidia Ranz, Vicente Subiela, Dolores Romano y Óscar Carpintero.

⁸⁷ HOOKE, R., «On the efficacy of humans as geomorphic agents», *GSA Today*, 4 (9), 1994, pp. 223-225.

⁸⁸ AZAR, CH.; HOLMBERG, J., y LINDGREN, K., «Socio-economic Indicators for Sustainability», *Ecological Economics*, 18, 1996, p. 96.

⁸⁹ El cuarto rasgo lo trataremos más adelante. Véase: BERKHOUT, F., «Aggregate resource efficiency. Are radical improvements possible?», en: VELLINGA, P., et al. (eds.), *Managing a material world. Perspectives in Industrial Ecology*, Dordrecht, Kluwer Academic Press, 1998, pp. 170 y ss.

⁹⁰ Véase *supra*.

⁹¹ HINTERBERGER, F.; LUKS, F., y SCHMIDT-BLEEK, F., «Material flows vs. "capital natural". What makes an economy sustainable?», *Ecological Economics*, 23, 1997, p. 4.

⁹² *Ibid.*, p. 9.

⁹³ El concepto de *transumo* ha sido muy utilizado por los practicantes de la economía ecológica desde la primera formulación a cargo de Keneth Boulding en su célebre artículo: «The economics of the coming spaceship earth», *op. cit.*, p. 123.

⁹⁴ HINTERBERGER, F.; LUKS, F., y SCHMIDT-BLEEK, F., «Material flows vs. "natural capital"....», *op. cit.*, p. 9.

⁹⁵ *Ibid.*, pp. 11-12.

⁹⁶ MATTHEWS, E., et al., *The weight of nations*, *op. cit.* Como nota sorprendente cabe recordar que Austria quedó al margen de aquella 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. Por suerte, en esta segunda parte dedicada 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. Véase: MATTHEWS, E., et al., *The weight of nations... op. cit.*, pp. 48-65.

⁹⁷ A diferencia del cálculo de los RTM, en esta ocasión no se contabilizan los flujos ocultos importados, del mismo modo que se excluyen del cálculo del OIT las exportaciones, habida cuenta que, en última instancia, esas mercancías se convierten en residuos en otros territorios, afectando sobre todo al medio ambiente de esos países. Véase: MATTHEWS, E., et al., *The weight of Nations... op. cit.*, p. 5.

⁹⁸ *Ibid.*, pp. 19-20.

⁹⁹ AYRES, R. U., «Industrial Metabolism», en: AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology and environment*, *op. cit.*, p. 26.

¹⁰⁰ MATTHEWS, E., et al., *The weight of nations... op. cit.*, p. 30.

¹⁰¹ *Ibidem*.

¹⁰² BRINGEZU, S., «Towards increasing resource productivity: how to measure the total material consumption of regional or national economies?», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, p. 441

¹⁰³ WERNICK, I. K., y AUSUBEL, J. H., «National Materials Flows and Environment», *Annual Review of Energy and Environment*, 20, 1995, p. 486.

¹⁰⁴ STEURER, A., «Stofftrombilanz...», *op. cit.*, p. 21.

¹⁰⁵ BRINGEZU, S., «Industrial ecology: analyses for a sustainable resource and materials management in Germany and Europe», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, *op. cit.*, 2002, p. 290.

¹⁰⁶ CHEN, X., y QIAO, L., «A preliminary Material Input Analysis of China», *Population and Environment*, 23, (1), 2001, pp. 117-126.

¹⁰⁷ Facilitado, sin duda, por la especial preocupación que en estas cuestiones han mostrado Brian Newson (Jefe de Cuentas Nacionales de EUROSTAT) y Domingo Jiménez Beltrán, hasta hace poco tiempo Director General de la EEA.

¹⁰⁸ Hasta tal punto se tendieron puentes que se produjo algún trasvase de personal entre estos organismos que sin duda redundó en beneficio público. Por ejemplo, Anton Steurer, que había realizado el balance de materiales de la economía austriaca desde el IFF fue contratado por Eurostat con el objetivo de dinamizar las labores sobre CFM en este organismo.

¹⁰⁹ EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experience of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997. Merece la pena señalar que este volumen recoge la traducción de un trabajo de 1994 de NAREDO, J.M. (pp. 59-76), así como un resumen del estudio sobre los flujos físicos en la Comunidad de Madrid realizado por J. Frías (pp. 77-92).

- ¹¹⁰ Los resultados por países se han publicado en forma de Working Papers por EUROSTAT y están disponibles en: <http://forum.europa.eu.int/Public>.
- ¹¹¹ Que, no en vano, fue redactada por un integrante del Instituto Wuppertal (H. Schütz) y un miembro de Eurostat, ex-componente del IFF (STEURER, A.). Véase: EUROSTAT, *Economy-wide material flows accounts and development indicators. A methodological guide*, Luxembourg, 2001.
- ¹¹² Véase: EEA, *Environmental Signals 2000*, Copenhagen, 2000, pp. 101-106. El estudio completo se publicó un año más tarde. Véase: BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total Material Requirement of the European Union*, EEA, Technical Report n.º 55, Copenhagen. La explicación metodológica se encuentra en el Technical Report, n.º 56, 2001.
- ¹¹³ BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Use Indicators for the European Union, 1980-1997*, Eurostat Working Papers, Luxembourg, 2001.
- ¹¹⁴ *Ibid.*, pp. 18-19.
- ¹¹⁵ EUROSTAT, *Material Use in the European Union, 1980-2000: Indicators and analysis* Eurostat Working Papers and Studies, Luxembourg, 2002.
- ¹¹⁶ Es decir, extracciones + importaciones – exportaciones.
- ¹¹⁷ *Ibid.*, p. 10. En el caso de España, nosotros ya detectamos esta sobrevaloración por lo que la revisión viene a darnos la razón a nuestras estimaciones aunque con ligeras discrepancias.
- ¹¹⁸ En la dirección <http://www.sdi.gov>, se pueden encontrar referencias al trabajo de este grupo.
- ¹¹⁹ El caso de Donald Rogich es el de la continuación de sus preocupaciones pero ahora desde un centro de investigación privado. Se trata de una situación muy parecida a la de A. Steurer y Eurostat pero en sentido inverso. Rogich trabajó previamente en el U.S. Bureau of Mines y desde allí dio el salto al WRU.
- ¹²⁰ Interagency Working Group on Industrial Ecology, Material and Energy Flows, *Report of the Interagency Working Group on Industrial Ecology, Material and Energy Flows*, Washington, 1998. Poco tiempo después del Informe del «Interagency Working Group», en noviembre del mismo 1998 el USGS organizó un «Workshop on Materials Flows and Industrial Ecology», en el que se dieron cita el grueso de las distintas personas que, desde diferentes instituciones, habían colaborado con el anterior Grupo de Trabajo Interministerial. Allí se resumió críticamente el trabajo realizado hasta ese momento tanto en Estados Unidos como en el resto de países acusando recibo del estudio *Resource Flows* y de la polémica sobre la desmaterialización, mientras se intentaban diseñar respuestas tanto desde el campo de la investigación, como desde el punto de vista de la política económica y empresarial. En este sentido quedó meridianamente claro el papel que debía desempeñar el USGS como proveedor y catalizador de la información relativa a la utilización de los recursos procedentes de la corteza terrestre así como de los impactos que sobre el territorio genera dicha actividad, sirviéndose para ello de las tecnologías vía satélite. Un resumen comentado de las ponencias presentadas se puede consultar en: BROWN, W. M. III.; MATOS, GRECIA R., y SULLIVAN, D. E. (comps.), *Materials and Energy Flows in the Earth Science Century*, U.S. Geological Survey Circular 1194, 2000, (<http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/circulars/c1194/>).
- ¹²¹ MATOS, G., y WAGNER, L., «Consumption of materials in the United States, 1900-1995» *U.S Geological Survey*, 1998.
- ¹²² *Ibidem*. También en el Interagency Working Group... *Report...*, pp. 12-17, aunque en este último, por equivocación, la cifra ofrecida es del 45 por 100.
- ¹²³ WAGNER, L., «Materials in the Economy – Materials Flows, Scarcity, and the Environment», *U.S Geological Survey Circular 1221*, 2002, p. 3.
- ¹²⁴ *Ibid.*, p. 7. De todas formas el informe reveló que el uso de las rocas industriales y otros materiales cuyo principal aprovechamiento era la construcción poseían otros usos nada despreciables que revelaban el impacto de algunas actividades cotidianas del consumo familiar aparentemente inocentes. Por ejemplo, el contenido de la pasta de dientes ha pasado de estar compuesto de sal y bicarbonato sódico a incorporar una serie de minerales y aditivos que van desde el flúor obtenido a partir del mineral espato flúor —cuyo mayor “productor” a escala mundial es China— hasta arena y cuarzo. A esto hay que añadir el silicio como agente abrillantador y el rutilo o dióxido de titanio que proporciona el color blanquecino. En el caso estadounidense se consume una libra de pasta de dientes por persona y año. Sumadas todas supone la extracción de 1.000 toneladas de rutilo y espato flúor, además de 62.500 toneladas de otros agentes y minerales con funciones abrillantadoras. Y esto sin tener en cuenta que los tubos de pasta vienen empaquetados en cajitas de cartón, ya sean recicladas o fabricadas a partir de la pulpa de los árboles. En todo caso, si colocáramos uno detrás de otro los tubos de pasta de dientes que soportan esta utilización de materiales darían tres vueltas al planeta tierra. Véase, Interagency Working Group, *op. cit.*, p. 26.
- ¹²⁵ Se excluyen los combustibles fósiles para uso energético, lo que explica la diferencia entre las 11,1 toneladas y las cifras manejadas en *The Weight Nations*. Véase: ROGICH, D., y MATOS, G. R., «Material flow accounts: the USA and the world», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.) *Handbook of industrial ecology*, *op. cit.*, pp. 260-287.
- ¹²⁶ Este país es un caso claro del desequilibrio provocado por los flujos ocultos derivados de la erosión y excavación de infraestructuras. Los RTM de China en 1995 alcanzaban las 36,4 tm/hab, mientras que los IMD apenas llegaban las 2,6 tm/hab. Vid. CHEN, X., y QIAO, L., «A preliminary Material...», *op. cit.*, p. 120.
- ¹²⁷ Para la media de la UE se ha utilizado el dato de Eurostat, *Material Use...*, *op. cit.*, p. 102. En el resto véanse las referencias citadas.
- ¹²⁸ NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, *op. cit.*
- ¹²⁹ NAREDO, J. M., y VALERO, A., «Sobre la conexión...», *op. cit.*, p. 8.

- ¹³⁰ Este AR ha sido objeto de investigación por parte de AHRENDTS, 1980 y SZARGUT, 1989. Sin embargo, para los propósitos definidos en el trabajo anterior, Lidia Ranz modificó algunos de los supuestos del AR de Szargut dando lugar a un nuevo AR. (Véase. NAREDO, J. M., y VALERO, A., dirs. *op. cit.*, capítulo 19).
- ¹³¹ VALERO, A., «Coste termodinámico o exergía», en: NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo...*, *op. cit.*, 1999, pp. 193-196.
- ¹³² *Ibid.*, pp. 251-252.
- ¹³³ *Ibid.*, p. 240.
- ¹³⁴ RANZ, L., *Análisis de los costes exergéticos de la riqueza mineral terrestre. Aplicación para la gestión de la sostenibilidad*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 1999. De hecho, la contribución de Lidia Ranz al volumen dirigido por Naredo y Valero es una parte de la propia tesis doctoral dirigida por A. Valero.
- ¹³⁵ *Ibid.*, pp. 341 y 343.
- ¹³⁶ BOTERO, E. A., *Valoración exergética de recursos naturales, minerales, agua y combustibles fósiles*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 2000.
- ¹³⁷ *Ibid.*, p. 151.
- ¹³⁸ Que se explica fácilmente por las diferentes leyes de los yacimientos utilizados como punto de partida en uno y otro caso.
- ¹³⁹ *Ibid.*, p. 215.
- ¹⁴⁰ *Ibid.*, p. 269.
- ¹⁴¹ Es el caso del FIPS (Input territorial por Unidad de Servicio) propuesto por Schimdt-Bleek como una derivación espacial de su MIPS. Véase: SCHMIDT-BLEEK, F., *Wieviel Umwelt braucht*, *op. cit.*, cap. 4, 1993. Tampoco nos detendremos en analizar el *Sustainable Process Index* (SPI), que es una variación metodológica de la huella de deterioro ecológico aplicada para caracterizar la sostenibilidad de los procesos tecnológicos. Véase, por ejemplo: NARODOSLAVSKY, M., y KROTSCHKE, C., «The sustainable process index (SPI): evaluating processes according to environmental compatibility», *Journal of Hazardous Materials*, 4, 1995, pp. 383-397.
- ¹⁴² REES, W., «Indicadores territoriales de sustentabilidad» *Ecología Política*, 12, 1996, p. 27.
- ¹⁴³ WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our Ecological Footprint*, Philadelphia, Gabriola Island, BC, 1996.
- ¹⁴⁴ BORGSTROM, G., *The Hungry Planet*, MacMillan, New York, 1967, pp. 70-86. Ref. ODUM, E. P., *Ecología...*, *op. cit.*, p. 19. Tanto Rees como Wackernagel reconocen a Borgstrom como uno de los antepasados —entre otros muchos que van desde Quesnay pasando por Jevons, Pfaunder, etc.— de su noción de “huella ecológica”. Véase: WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our Ecological Footprint*, *op. cit.*, pp. 48-49.
- ¹⁴⁵ *Ibid.*, p. 9.
- ¹⁴⁶ Más adelante veremos que al actualizar la estimación con la metodología más depurada esta cifra se va a multiplicar por más de dos en el caso de Estados Unidos.
- ¹⁴⁷ *Ibid.*, p. 13. Énfasis nuestro.
- ¹⁴⁸ REES, W., «Indicadores territoriales...» art. cit., p. 33.
- ¹⁴⁹ El procedimiento detallado de cálculo con una gran variedad de ejemplos puede consultarse en: WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our ecological...op. cit.*, pp. 61-124. Un resumen en castellano se encuentra disponible en: REES, W., «Indicadores territoriales...», *op. cit.*, 1996, pp. 34-35. Las modificaciones metodológicas posteriores se pueden encontrar en WACKERNAGEL, M., et al., «National natural capital accounting with the ecological footprint concept», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 375-390.
- ¹⁵⁰ WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our ecological...*, *op. cit.*, 1996, p. 62. Para el caso de la agricultura este factor de sostenibilidad estaría incluido en un rango de entre 10 y 20.
- ¹⁵¹ *Ibid.*, pp. 64-66.
- ¹⁵² En los casos de bienes de consumo que incorporan más de un input se realiza la estimación del área apropiada para cada input por separado (ej. ropa, mobiliario, etc).
- ¹⁵³ *Ibid.*, p. 72.
- ¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 73.
- ¹⁵⁵ WACKERNAGEL, M., et al., «National natural capital accounting with the ecological footprint concept», *Ecological Economics*, 29, 1999, p. 383.
- ¹⁵⁶ Los factores de equivalencia manejados por WACKERNAGEL, M., et al., para su cálculo a 52 países fueron: superficie agrícola (2,8), pastos (0,5), superficie forestal (1,1), superficie marítima (0,2), superficie urbanizada (2,8), superficie para asimilar emisiones de CO₂ (1,1). Como se puede observar, el factor para la superficie urbanizada coincide con el de la superficie agrícola habida cuenta que el crecimiento de las ciudades se realiza casi siempre a costa de terreno de cultivo. En el caso de la superficie dedicada a la absorción de CO₂ coincide con el factor de la superficie forestal por obvios motivos, 1999.
- ¹⁵⁷ Véase: WWF, *Living Planet Report 2000*, 2000.

- ¹⁵⁸ WACKERNAGEL, M., et al., *Ecological Footprint of Nations*, México, Centro de Estudios para la Sustentabilidad, 1997.
- ¹⁵⁹ WACKERNAGEL, M., et al., «National natural...», *op. cit.*
- ¹⁶⁰ WWF, *Living Planet Report*, 2000. Es preciso apuntar, en todo caso, que dada la infraestimación que se produce a veces en el cálculo de la huella ecológica —por inexistencia de datos, supuestos conservadores, etc.— cuando un país ofrezca una huella inferior a su capacidad ecológica no significa automáticamente que esté «dentro de sus límites ambientales», y no presente problemas de insostenibilidad.
- ¹⁶¹ WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our ecological... op. cit.*, p. 15 y 94-95.
- ¹⁶² *Ibid.*, p. 94.
- ¹⁶³ UNECE/FAO, «Forrest Products Markets», citado en: PEARCE, D, et al., *Blueprint for a green economy*, London, Earthscan, 1989, p. 45.
- ¹⁶⁴ MALTHUS, T. R., *Principios de economía política*, *op. cit.*, p. 279.
- ¹⁶⁵ WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our ecological...op. cit.*, pp. 98-99.
- ¹⁶⁶ REES, W., «Indicadores territoriales...», *op. cit.*, p. 34.
- ¹⁶⁷ En lo que sigue tendremos en cuenta sobre todo los argumentos esgrimidos por: Van den BERGH, J. C. J. M y VERBRUGGEN, H., «Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the “ecological footprint” », *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 61-72.
- ¹⁶⁸ *Ibid.*, p. 64.
- ¹⁶⁹ *Ibidem.*
- ¹⁷⁰ VAN VUUREN, D. P., y SMEETS, E. M. W., «Ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 115-130.
- ¹⁷¹ HABERL, H., ERB K. H., y KRAUSMANN, F., «How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995», *Ecological Economics*, 38, 2001, pp. 25-45.
- ¹⁷² BICKNELL, K. B.; BALL, R. J.; CULLEN, R., y BIGSBY, H. R., «New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy», *Ecological Economics*, 27, 1998, pp. 149-160.
- ¹⁷³ Posteriormente Jiun-Jiun Ferng hizo notar que el procedimiento de Bicknell, et al., incorporaba un error de cálculo al estimar el área de tierra requerida para producir el output de bienes y servicios. Véase: FERNG, J.-J., «Using composition of land multiplier to estimate ecological footprints associated with production activity», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 159-172.
- ¹⁷⁴ BICKNELL, K. B, et al., «New methodology...», *op. cit.*, 1998, p. 157.
- ¹⁷⁵ LENZEN, M., y MURRAY, S. A., «A modified methodological footprint method units application to Australia», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 229-255.
- ¹⁷⁶ Por esta razón es probable que el gasto sea una mejor variable para aproximarse a la apropiación del territorio que la renta.
- ¹⁷⁷ Como sugieren los autores es posible que esto sea así porque los hogares de la capital tienen una propensión mayor al gasto que el resto, lo que se traduce en una intensidad mayor de tierra por mil dólares gastados (0,57 ha/100\$, frente a 0,51 y 0,47). *Ibid.*, p. 244.
- ¹⁷⁸ Por ejemplo, la tierra productiva incorporada en las exportaciones de la UE-15 ha sido estimada por GILJUM, S., y HUBACEK, K., *International Trade, material flows and land use: developing a physical trade balance for the European Union*, IASA, Laxembourg, 2001, pp. 45 y ss. Estos autores actualizaron posteriormente sus estimaciones en: HUBACEK, K., y GILJUM, S., «Applying physical input-output to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities», *Ecological Economics*, 44, 2003, pp. 137-151.
- ¹⁷⁹ HUBACEK, K., y GILJUM, S., «Applying physical...», *op. cit.*, p. 144.
- ¹⁸⁰ Cuando se prescinde del vector de exportaciones expandido, la tierra apropiada por las exportaciones usuales asciende a 9,8 millones de hectáreas de las que 6,7 lo son por las exportaciones de manufacturas que representan en tonelaje el 63 por 100 de las exportaciones, presentando una intensidad de 34 has/tm, justo detrás de la agricultura con 81 has/tm. Véase: GILJUM, S., y HUBACEK, K., *International trade...*, *op. cit.*, p. 44.
- ¹⁸¹ BUITENKAMP, M.; VENNEN H., y WAMS, T. (eds.), *Action Plan for a Sustainable Netherlands*, Amsterdam, Friends of The Earth, 1993.
- ¹⁸² SPANGENBERG, J. (ed.), *Towards Sustainable Europe*, A Study from the Wuppertal Institute for Friends of the Earth Europa, Luton, Copenhagen, 1995. Se puede consultar abundante información al respecto en: <http://foeeurope.org>.
- ¹⁸³ Siguiendo a Hille podemos convenir también en definir el «espacio ambiental» como «la máxima cantidad de recursos naturales que pueden utilizarse sosteniblemente sin violar la equidad global». Vid. HILLE, J., *The Concept of Environmental Space*, European Environment Agency, 1997, p. 8.
- ¹⁸⁴ ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «CO₂ emissions and the occupation of the “environmental space”. An empirical exercise», *Energy Policy*, 27, 1999, pp. 505-508.

2^a parte

**Metabolismo y sostenibilidad ambiental
de la economía española: nuevos datos
e instrumentos de análisis**

3 El metabolismo de la economía española y su escala a través de los flujos de energía y materiales: 1955-2000

«Aceptar el dogma de que la naturaleza no contribuye en absoluto a la producción permite a algunos economistas neoclásicos suponer que cualquier incremento de la producción no explicado por aumentos del trabajo y del capital ha de ser resultado de otro factor humanamente creado, concretamente la tecnología. Estos economistas no tienen empacho en afirmar que un residuo del 50 por 100 debe ser realmente una medida del progreso tecnológico (ingenio humano). De hecho, el residuo es una medida de algo que no es trabajo ni capital, incluyendo, claro está, los recursos naturales.»

HERMAN DALY, 1997¹

«mientras imaginamos un paisaje de vagonetas en las bocaminas y de grúas inmóviles como en una instantánea...»

JAIME GIL DE BIEDMA, 1966²

I. UN FACTOR LARGAMENTE OLVIDADO: LOS RECURSOS NATURALES Y LA EXPLICACIÓN DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ESPAÑOL EN LOS ÚLTIMOS DECENIOS

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

tria y los servicios en detrimento del sector primario, el proceso de apertura comercial al exterior desde los años sesenta, y el aumento del peso del sector público en el conjunto de la economía. Se puede decir que, desde el punto de vista de los hechos, el consenso sobre la evolución de las principales magnitudes y sectores es muy elevado, apareciendo las diferencias en cuanto a las interpretaciones sobre las causas, efectos, problemas y políticas económicas objeto de debate.³ En general —y salvo escasas excepciones que apuntamos en otro lugar con más detalle⁴— ha existido un amplio acuerdo en torno a las bondades del crecimiento económico como uno de los objetivos básicos a perseguir por parte de la política económica; consenso que abarcó a casi todos los espectros ideológicos por igual desde los años de la «transición», y que aún sigue vigente aunque con algún que otro matiz⁵. No se trata aquí, sin embargo, de hacer un prolijo repaso de las diferentes interpretaciones que sobre este proceso de crecimiento económico se han vertido sobre el papel, sino de dejar constancia del vacío reflexivo que ha rodeado a los recursos naturales como inputs y a los costes ambientales como «efectos externos» no deseados de todo este tipo de transformaciones. Es cierto que, ante la evidencia de que no es posible soslayar por más tiempo dichas cuestiones, los textos encargados del estudio de la economía española han incorporado desde hace años capítulos dedicados al «Territorio y los recursos naturales» o a «La dimensión ecológica», pero en muchos casos —y a pesar de la buena voluntad de los autores— en franca contradicción con los postulados defendidos en otros capítulos de esos mismos libros en materia de política industrial, agrícola, transporte, etc.⁶

De todos modos, conviene recordar que, habida cuenta el tradicional ocultamiento de la naturaleza en los procesos de producción por parte del enfoque convencional —y de cierta heterodoxia— no quepa extrañarse de estas incoherencias en los análisis; lo que explica que en el estudio sobre las «fuentes» del crecimiento del PIB a largo plazo sea difícil encontrar, siquiera una mención breve, al papel de los recursos naturales en el crecimiento económico de los países. Ya dimos cuenta en otro lugar⁷ de los avatares que rodearon el desplazamiento de las bases físicas sobre las que se asentaba la economía, por lo que ahora recaeremos sobre la continuación de una tendencia que también cuajó en nuestro país y que supuso el total ocultamiento de la labor desempeñada por los flujos físicos de energía y materiales en la expansión económica acaecida desde la década de los sesenta.

De hecho, en un peculiar salto desde la micro hasta la macroeconomía, los análisis agregados efectuados para el último medio siglo y que han intentado arrojar luz sobre esta tendencia de la economía española han sido tributarios de lo que, remontándonos a finales de la década de los cincuenta, se conoce como la «contabilidad del crecimiento». El origen de estas prácticas se encuentra en un trabajo pionero de Robert Solow sobre las fuentes de la expansión económica en Estados Unidos entre 1909 y 1949⁸, cuya metodología fue trasladada con cierta rapidez

al resto de los países occidentales. Con su análisis, Solow ponía sobre el tapete cómo las contribuciones del factor trabajo y del capital bajo los supuestos de una función de producción Cobb-Douglas apenas explicaban el 13 por 100 de las variaciones del producto por hora trabajada, apareciendo por tanto un factor residual del 87 por 100 en el que se incluían el resto de los factores no considerados pero que, evidentemente, tenían la mayor importancia. Dado el tamaño de este componente «residual», la tarea encomendada a los economistas pasaba por reducir al mínimo ese residuo que, en acertadas palabras de Abramovitz, constituía una auténtica medida de nuestra ignorancia. Por desgracia, la mayoría de los economistas se apresuró a identificar este residuo con el progreso técnico olvidando así su naturaleza estadística⁹. Aparecieron entonces consideraciones encaminadas a relajar los supuestos adoptados por el economista norteamericano con la intención de reducir el tamaño de ese residuo incorporando elementos como el propio progreso técnico, la educación, o las economías de escala.¹⁰

Los casos en los cuales se ha aplicado la función de producción Cobb-Douglas a la economía española ponen de manifiesto el olvido reiterado del papel de los recursos naturales al reflexionar sobre las causas y origen de la expansión económica desde, por lo menos, los años sesenta. Conviene tomar nota de esta ausencia porque ha sido más evidente en aquellos ejercicios aplicados tanto al conjunto de la economía nacional como al total del sector industrial, siendo menos obvios en los casos de sectores como la agricultura o la ganadería. El primer ejercicio de estimación global fue llevado a cabo en 1968 en el marco del estudio que sobre la riqueza nacional patrocinó la Universidad de Deusto a finales de los años sesenta.¹¹ Visto en perspectiva, resulta paradójico comprobar cómo, formando parte de un estudio sobre la riqueza de nuestro país, se omite cualquier consideración de los recursos naturales como factor productivo, sin tener en cuenta que una parte de los mismos iban a ser objeto de valoración en otros volúmenes de esa misma obra. En dicha aplicación se parte, como es usual, de las series de producción, trabajo y capital, y se intenta estimar una función Cobb-Douglas para la economía nacional desde 1923 hasta 1964. Dejando al margen la calidad de los datos de base sobre todo para los años 1923-1935, cuya validez es «lamentablemente, bastante limitada»;¹² se realizan diversas aproximaciones según se condicione el ajuste econométrico a la existencia o no de rendimientos constantes de escala. Cuando no se prejuzga nada sobre los rendimientos, los resultados apuntan la existencia de rendimientos crecientes aunque la excesiva varianza de los parámetros estimados reduce la validez del hallazgo. Si embargo, cuando se realizan los supuestos usuales (rendimientos constantes, competencia perfecta, etc.) y aunque se trata de una primera aproximación, los resultados del trabajo para el conjunto del período arrojan un «residuo» no explicado por el capital o por el trabajo del 53 por 100. También aquí, y, tras estimar este residuo con cierto detenimiento para el subperíodo que va de 1954 a 1964, se acaba obser-

vando una tasa de crecimiento de más del 50 por 100, pasando de un índice 100 en 1954 a un valor de 151 en 1964. Convendrá añadir que esa evolución llevó a que la importancia del «residuo» con respecto a la explicación del crecimiento económico se mantuviera en niveles muy elevados, del 76 por 100 en 1955, del 77 por 100 en 1961 o del 66 por 100 en 1964. Pero lejos de dar testimonio del incremento en la importancia de los «factores desconocidos»—de este aumento en la «medida de nuestra ignorancia»—, y a pesar de conocer la naturaleza residual de este componente, el autor se afana una vez más en identificarlo con el progreso técnico: «nuestro progreso técnico —afirma Antonio Pulido— ha sido pues, de gran fuerza expansiva y especialmente acelerado en los años posteriores a la estabilización. Un incremento de este factor residual en más del 50% en un período de diez años, ha de considerarse como francamente satisfactorio.»¹³ La ausencia, pues, de los factores ambientales se hace palpable ya desde la primera estimación.

Por aquellas mismas fechas, Julio Segura terminaba su tesis doctoral en la que se realizaba un repaso crítico y exhaustivo a las posibilidades y limitaciones ofrecidas por las funciones agregadas de producción¹⁴. Además se tomó la molestia de ejemplificar lo anterior con una primera estimación de la elasticidad de sustitución para trece sectores industriales de la economía española entre 1958 y 1964 bajo una función de producción tipo CES con rendimientos constantes de escala.¹⁵ Desde el punto de vista factorial se volvían únicamente a considerar trabajo y capital dejando al margen los recursos naturales. Años más tarde, afinando mejor los datos y el instrumental se concluía, entre otras cosas, que lamentablemente «...la variable teóricamente más relevante es la menos significativa a nivel empírico» y «no es posible determinar la clase de progreso técnico de cada sector, ni siquiera hacer afirmaciones admisibles sobre su intensidad e importancia relativa».¹⁶ Estas y otras consideraciones hacen declarar al economista español algo que ya se anticipaba al comienzo de la investigación:

«El conjunto de estas dificultades es lo suficientemente impresionante como para que no pueda achacarse a meros problemas de fiabilidad de los datos o al hecho de que se utilicen especificaciones de la función de producción que no requieran en su estimación de datos sobre el stock de capital. Y, en todo caso, las conclusiones señalan claramente el hecho de que el progreso técnico es una categoría analítica imposible de analizar por medio de funciones agregadas de producción».¹⁷

Si esto es así, ¿por qué ese empeño posterior en analizar un factor productivo tan escurridizo al análisis como el progreso técnico con instrumentos inadecuados, y no prestar atención ni cuantificar la ingente utilización de recursos naturales no renovables realizada por la economía española por aquellas mismas fechas?

Lejos de contemplar las limitaciones de fondo, la mayoría de los investigadores posteriores partieron de la base de que los malos resultados tenían su origen en la debilidad de los supuestos e hipótesis manejadas, por lo que se afanaron en realizar los mismos cálculos pero con la finalidad de contrastar otros escenarios. El primer ejemplo de esta tendencia lo llevó a cabo Joaquín del Castillo¹⁸, que constató la existencia de economías de escala crecientes en una buena parte de los sectores industriales durante el año 1969 (ocho sectores de los diez estudiados), pero sin mencionar tampoco la influencia de la masiva utilización de recursos naturales. Si esto ocurría en las estimaciones relacionadas con el sector industrial, parecería razonable que aquellos intentos relacionados con sectores más apegados a las actividades primarias ofrecieran explicaciones que incorporasen la acción de la naturaleza. Así, podemos encontrar estimaciones de funciones de producción agregadas para el caso de la agricultura y la ganadería¹⁹ aunque, en algunos casos, se esquiven las principales dificultades que pudieran ensombrecer los resultados con curiosos argumentos que hacen gala de cierta dejadez metodológica: «En este trabajo —afirma por ejemplo J.S. Martínez Vicente en su estimación de la función de producción ganadera de España para 1950-1973— se ofrece un ejemplo de estimación completa de una función de producción CES, y no se discute nada acerca de la validez del concepto, de lo cual se sigue que éste se considera provechoso, al menos de momento».²⁰ Las particularidades de los sectores primarios hicieron que la estimación de las funciones incluyeran tanto cantidades físicas como monetarias de modo que en su estimación se tenían en cuenta criterios económicos y «semitécnicos», dando cabida así a los aspectos que estimaciones más agregadas dejaban al margen. Sin embargo, la excesiva confianza en la forma funcional de la estimación llevaba fácilmente a la conclusión de que «el factor residual había jugado un papel decisivo», aunque también, por ejemplo, en el caso de la ganadería, otros inputs físicos como los piensos resultaron ser más importantes que el capital ganadero en el incremento de la producción de este sector.²¹

En cualquier caso, desde el punto de vista de la economía nacional, habrá que esperar a finales de la década de los setenta para encontrar el único modelo que muestra un afán explícito por incorporar los recursos naturales en forma de materias primas en la explicación del crecimiento económico español²², y cubrir en parte una laguna teórica y empírica que ya alcanzaba niveles preocupantes en una época convulsionada por el segundo *shock* energético de la década. Cabe señalar que la autora reconoce las deficiencias de los modelos de crecimiento convencionales y abandona el supuesto de perfecta sustituibilidad factorial enarbolado por los neoclásicos, acercándose a planteamientos más críticos y sosteniendo la complementariedad entre los tres *inputs* principales: trabajo (de diferentes calidades), capital y materias primas. El modelo propuesto considera ecuaciones de oferta y demanda para cada factor (en total 30 ecuaciones), aunque con el lastre de considerar los «recursos naturales» en unidades monetarias en vez de

físicas. En este sentido se presentan como materias primas del modelo la producción —al coste de los factores— de los sectores básicos (agricultura, silvicultura y pesca; las industrias extractivas, la electricidad el gas y el agua) más las importaciones de bienes y servicios. Respecto a los resultados, la complementariedad factorial se traduce en un problema estadístico de multicolinealidad reflejado en que la bondad de los ajustes obtenidos es suficiente para explicar las variaciones de la producción, pues cada *input* individualmente incorpora implícitamente las variaciones del resto.

Después de esta propuesta veremos desaparecerá cualquier consideración o alusión, aunque sea indirecta, al papel de los recursos naturales en la explicación de la dinámica del crecimiento, asistiendo a una sucesión, más o menos periódica, de aplicaciones acriticas de funciones agregadas de producción.²³ Conviene sin embargo recaer sobre un puñado de ejercicios que, debido a las pretensiones manifestadas en términos temporales, han influido poderosamente en la transmisión de la versión «canónica» de las fuentes del crecimiento de la economía española²⁴. En efecto, economistas como R. Myro, J.L Raymond, F. Suárez Bernaldo de Quirós, F. Pérez, M. Mas, etc., han realizado estimaciones sobre las fuentes del crecimiento de la economía española que, partiendo de un esquema como el de Solow —más o menos modificado—, vienen apuntalando la idea de que la utilización de los inputs aporta poco a la explicación del crecimiento y que, entre los elementos que explican el gran tamaño del residuo, y por tanto el crecimiento español, no hay que buscar la influencia de otros elementos como los recursos naturales sino, principalmente, acudir al progreso técnico, las economías de escala, la diferente cualificación del trabajo, o la presencia de competencia oligopolística. No obstante, entre estos trabajos nos encontramos una variedad de matices aunque siempre ignorando las cuestiones ambientales. Así, por ejemplo, Rafael Myro amparándose en sus propios cálculos y los de Suárez Bernaldo de Quirós sentencia que el tamaño del residuo demuestra que *«la mayor parte del crecimiento de la productividad del trabajo se debió al progreso técnico, cuyo papel fue crucial durante los años sesenta y setenta»*²⁵. Al identificar este factor residual con el progreso técnico se hace necesario a su vez analizar ese elemento, ante lo cual Myro desgrana lo que serán las explicaciones de la evolución de ese cambio técnico —no sin alguna tautología— apuntando precisamente a las variables que no han sido introducidas en el análisis y que constituyen precisamente el residuo: el avance de la relación capital-producto, el esfuerzo tecnológico, la cualificación de la mano de obra, la movilidad empresarial, las mejoras en la organización y gestión, o las economías externas.

Esta confusión y ambigüedad aparece también en N. Carrasco quien tras: «...estimar la productividad total de los factores (PTF) identificándola, como es ya tradicional en la literatura económica, con el crecimiento tecnológico o cambio técnico...», no tiene más remedio que reco-

nocer la posibilidad de estar olvidando a la *naturaleza* en todo el proceso: «...al obtener la PTF o cambio técnico de forma residual, en ese residuo se incluyen factores que no son propiamente progreso técnico no incorporado como puede ser la evolución de los *recursos naturales*, la conflictividad social, las economías externas,...». ²⁶ Pero tal vez hayan sido F. Suárez Bernaldo de Quirós y J.L. Raymond quienes más cuidado han tenido con la utilización de la terminología. El primero porque, al detectar economías de escala importantes, y suponiendo el factor residual el 60 por 100 de la variación del VAB al coste de los factores durante 1964-1990, realiza una oportuna salvedad en la identificación entre progreso técnico y residuo:

«La variabilidad a corto plazo del elemento residual es demasiado grande para pensar que pueda obtenerse correlación entre él e indicadores tecnológicos referidos al estado de la técnica o a la acumulación de capital humano». ²⁷

Por su parte J.L. Raymond huye también de la identificación fácil entre residuo y progreso técnico para intentar explicar precisamente el tamaño de ese residuo en términos comparativos con la antigua CEE, planteando la influencia de economías externas, del efecto *catch-up*, o de condiciones de estabilidad macroeconómica como la inflación ²⁸. Una técnica similar siguen Pérez, Goerlich y Mas al intentar explicar el residuo —denominado productividad total de los factores o índice de progreso técnico— cuando reconocen que entre los elementos que influyen en el mismo se encuentran: «...el nivel educativo, las infraestructuras y en general el capital público, la estructura productiva de la economía, regulaciones gubernamentales e incluso *desastres naturales*». ²⁹ Tal vez el reconocimiento *en negativo* del factor ambiental llevara a no incluir este elemento entre las variables finalmente elegidas para explicar el factor residual, optando por el capital público, el capital humano y la estructura productiva. El cuadro adjunto muestra, con la salvedad de las diferencias en los datos de partida, metodologías y períodos de tiempo, un resumen con los resultados y la parte del crecimiento económico explicada por cada factor de producción:

Ya no se trataba sólo de reconocer una serie de limitaciones relativas a los supuestos de la función de producción Cobb-Douglas —y en general de toda la familia de funciones CES— bien conocidas entre los economistas neoclásicos (competencia perfecta, capital maleable y medible, técnica invariable, participaciones constantes de los factores en el producto y supuestos estáticos para estudiar problemas dinámicos); sino que, al seguir insistiendo en su utilización, se pasaba también por alto que, *una vez aceptadas las hipótesis anteriores, cualquier tipo de datos (económicos o de otra índole) generados por esa función proporcionaban la misma fiabilidad que los datos relativos al factor trabajo y capital*. Así las cosas, daba igual lo que introdujéramos en la fun-

Cuadro 3.1
Algunas estimaciones del residuo de Solow y su importancia en la explicación del crecimiento económico español, 1965-1995

Autor	Período	Función	Aportación del capital (%)	Aportación del trabajo (%)	Aportación del residuo (%)
	1964-1990	Hall (1988);	-2,5	36,6	60,7
F. Suárez Bernaldo Quirós, (1992)	1965-1974	Caballero y	6,4	34,7	57,0
	1975-1985	Lyons (1990)	-65	48,1	118,7
	1986-1990		38	31,7	28,5
	1964-1992				
N. Carrasco, (1993)	1964-1974	Cobb-Douglas	61,0	6,3	31
	1974-1980		193,0	-53	-40
	1980-1986		88,3	-29	41
	1986-1992		63,1	25	11
J.L. Raymond, (1995)	1961-1991	Cobb-Douglas	26	-10	84
	1961-1974		18	-3,6	85,2
	1975-1991		46	-29	82,1
J.P. Nicolini; F.Zilibotti, (1996)	1964-1993	CES	44	0	56
F. Pérez; F.J. Goerlich; M. Mas, (1996)	1964-1991	Cobb-Douglas	28	3	75
	1964-1975		28	5	66
	1975-1985		27	-90	163
	1985-1991		30	46	23
	1975-1991		28	-15	87

Fuente: Elaboración propia

ción pues, por su propias características algebraicas, el resultado en términos de fiabilidad del ajuste iba a ser siempre el mismo.³⁰ Se entiende entonces que Anward Shaik demostrara con «datos embusteros» que no tenían nada que ver con el trabajo o el capital, idénticos resultados a los ofrecidos por Solow en su artículo original de 1957, poniendo de manifiesto que los obtenidos por el norteamericano *no podían ser de otra manera*, y el coeficiente de correlación debía ser también 0,999 so pena de que el álgebra hubiera dejado de funcionar.³¹

«Por ello —escribe Shaik— [la función Cobb-Douglas] no puede interpretarse como una función de producción, ni como ningún tipo de relación de producción. En todo caso, es una relación de *distribución*, y por ello puede arrojar poca o ninguna luz sobre las relaciones de producción en que se basa. De hecho, ya que la constancia de las participaciones relativas se ha tomado como un dato empírico, no arroja ni siquiera luz sobre la teoría de la distribución.»³²

Lo que más llama la atención es que —al margen de consideraciones sobre el fundamento teórico para utilizar una función de producción *agregada* como una simple extensión del ámbito de la producción micro a la esfera macroeconómica— nadie se refiriese nunca (salvo honrosas excepciones), a la *ausencia manifiesta de los recursos naturales como factor productivo fundamental*. Esto es más llamativo si tenemos en cuenta la delicada situación en que quedó el capital —como *input* en una función de producción *agregada*— desde las aportaciones originarias de Joan Robinson poniendo en duda la posibilidad tanto de su correcta medición como del cálculo de su productividad marginal sin caer en un razonamiento circular.³³ Las críticas de la economista británica, que se extendieron durante la década de los sesenta, unidas al trabajo paciente de Piero Sraffa, dieron lugar a una sonada polémica sobre este factor de producción de la que desgraciadamente se sacó poco provecho científico³⁴. Probablemente muchas de las consideraciones anteriores pasarían por la cabeza de Julio Segura cuando, a comienzos de la década de los setenta, vaticinaba un pronóstico que ni él mismo llegaría a tomarse suficientemente en serio: «Desde hace algunos años la vida se está volviendo muy difícil para algunos neoclásicos. Cuando hace una o dos décadas los Solow, Ferguson, Brown, etc., utilizaban funciones *agregadas* de producción para discutir las características del proceso de crecimiento económico, nadie dudaba del interés de sus aportaciones. Hoy día, sin embargo, cuando se habla de funciones de producción *agregada* hay que disculparse —y existen buenos motivos para ello— demostrando la insuficiencia y quizá posible inutilidad de las mismas.»³⁵

El uso reiterado de la función de producción *agregada* en sus varias manifestaciones, constituía, pues, un lastre importante para el tratamiento global de los recursos naturales y su inserción en la explicación del crecimiento económico español. Este escollo ya fue visto tempranamente por Julio Segura, y merece la pena citarse por extenso ante la escasez de este tipo de manifestaciones entre los que han cultivado dichas prácticas:

«A corto plazo los recursos naturales podrían considerarse como un dato y a largo plazo valorarse como capital natural independientemente de la posibilidad de encontrar una medida válida. Sin embargo, esto traería consigo dificultades especiales, máxime si tenemos en cuenta que los recursos naturales nunca se valoran realmente en los trabajos empíricos realizados con funciones *agregadas* de producción. En caso de considerarlos constantes a corto plazo, esto nos impediría distinguir, como de hecho sucede, entre cambios en el nivel de producción global debido a hechos puramente fortuitos, a perturbaciones imprevistas, de aquellos originados por nuevos descubrimientos de recursos naturales o por el uso más productivo de los mismos. En la consideración a largo plazo, el problema se complica aún más si tenemos en cuenta que una función $Y = F(K, N)$, la única forma que tiene de reflejar los cambios en la disponibilidad o calidad de los recursos naturales es la alteración de su característica

funcional. Pero (...) las variaciones de F deberían responder tan sólo a cambios en las condiciones tecnológicas del país. *Por tanto, la no valoración de los recursos naturales como un tercer factor de producción independiente trae consigo la posibilidad de que variaciones de la característica funcional de la función agregada de producción sean interpretadas como mejoras tecnológicas cuando simplemente han sido el resultado de un aumento del stock de capital utilizado de recursos naturales con que cuenta la economía*». ³⁶

La mayoría de los autores neoclásicos descartaron, sin embargo, esta opción pues, o bien replicaban que existía total sustituibilidad entre capital y recursos naturales, o consideraban que éstos ya aparecían incluidos en el capital como materia prima para su fabricación y no era necesario explicitarlos. En todo caso, había que tener cuidado a la hora de incorporar los recursos naturales a las funciones de producción agregadas pues, la inclusión de ese tercer factor, lejos de resolver el problema, añadía complicaciones adicionales, *si se seguía manteniendo la misma forma Cobb-Douglas para la función agregada de producción*. Esto es lo que le ocurrió a Joseph Stiglitz a finales de la década de los setenta ³⁷ en un intento en el que pretendía sintetizar la doctrina neoclásica en relación a los recursos naturales. Además de obviar las consideraciones ya realizadas por Shaik, esta iniciativa se saldó con una dura contestación de Georgescu-Roegen a la denominada «variante Solow-Stiglitz» de la función de producción agregada ³⁸. El argumento del economista rumano comenzaba señalando las inconsistencias prácticas de una formulación matemática que, como tantas otras veces, se ponía una venda en los ojos respecto del funcionamiento real de los procesos económicos.

«La exclusiva preocupación por los ejercicios basados en el lápiz y el papel ha llevado a aceptar estas prácticas sin ninguna preocupación por su relación con los hechos reales. Sobre el papel, uno puede escribir una función de producción de la manera que desee, sin relación a las dimensiones u otras restricciones físicas. Un buen ejemplo es la famosa función Cobb-Douglas, que en su variante Solow-Stiglitz añade el error de mezclar elementos que tienen un carácter de flujo con otros que son considerados como fondo, es decir:

$$Q = K^{a_1} R^{a_2} L^{a_3}$$

donde Q es la producción, K el stock de capital, R el flujo de recursos naturales L la oferta de trabajo, y $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ y, por supuesto, $a_i > 0$.

De esta fórmula se sigue que con una fuerza de trabajo constante, L_0 , se podría obtener cualquier cantidad de producto Q_0 , si el flujo de recursos naturales satisface la condición

$$R^{a2} = \frac{Q_0}{K^{a1}L^{a3}}$$

Esto demuestra que R puede ser tan pequeño como queramos, siempre que K sea suficientemente grande. Ergo, podemos obtener un producto anual constante indefinidamente incluso partiendo de un stock muy reducido de recursos naturales $R > 0$, si descomponemos R en una serie infinita $R = \hat{A} R_p$, con $R_p \rightarrow 0$ utilizando R_p en el año i y aumentando el stock de capital cada año tanto como lo requiera la ecuación anterior. En la actualidad, el aumento de capital implica una reducción adicional de recursos. Y si, $K_i \rightarrow \infty$ la producción de capital agotará rápidamente R . Solow y Stiglitz no hubieran llevado a cabo su truco de magia si hubiesen sido conscientes de que, primero, todo proceso material consiste en la transformación de unos materiales en otros (los elementos flujo) por parte de unos agentes (los elementos fondo), y, segundo, que los recursos naturales se ven muy afectados por el proceso económico. No son como cualquier otro factor de producción. Un cambio en el capital o el trabajo sólo puede reducir la cantidad de residuos generados en la producción de una mercancía. Ningún agente puede crear o destruir los materiales con los que trabaja. Tampoco el capital puede crear la sustancia de la que esta formado.»³⁹

Herman Daly ha retomado este argumento destacando una segunda incoherencia que tiene que ver con la cuantificación de las productividades marginales físicas de los factores. En efecto: *si introducimos R en la función de producción las productividades marginales del capital y del trabajo serían cero, ya que para calcularlas deberíamos considerar constante la cantidad de recursos naturales, pero de este modo no podríamos obtener ninguna unidad de producto adicional al incrementar el trabajo o el capital, pues no existirían energía o materiales disponibles de donde sacar el producto añadido.* Por lo que...

«El producto marginal —señala el economista norteamericano— sólo tiene sentido para los recursos naturales. El cálculo del producto marginal de un factor requiere que se mantengan constantes los demás factores. Si el trabajo y el capital se mantienen constantes y el flujo de recursos naturales aumenta, se podrá obtener una producción mayor trabajando con mayor vigor o eficiencia, o en jornadas más prolongadas. Pero si se mantiene constante el flujo de los insumos de recursos naturales no hay nada de donde pudiera obtenerse una producción mayor, ni siquiera trabajando con mayor vigor o eficiencia o en jornadas más prolongadas».

La única posibilidad sería que surgiese de la nada, pero ese caso habría que descartarlo por riesgo de vulnerar la primera ley de la termodinámica⁴⁰.

A pesar de los esfuerzos, la requisitoria expresada por Georgescu-Roegen quedó sin contestación y hubo que esperar casi veinte años para que, a petición de uno de sus discípulos, Herman Daly, y de la revista *Ecological Economics*, Solow y Stiglitz se manifestasen al respecto aunque sin demasiados argumentos.⁴¹ Ahora bien, si las críticas manifestadas en los años sesenta por la Escuela de Cambridge ponían en serios aprietos a los neoclásicos desde el punto de vista de la macrodistribución y la medición del capital; y las afirmaciones de economistas ecológicos como Georgescu-Roegen o Daly hacían aflorar lagunas importantes en la consideración de los recursos naturales por parte de las funciones de producción; cabe preguntarse por qué, ante la documentada lista de inconvenientes y deficiencias, la investigación económica siguió haciendo un uso destacado de las funciones agregadas de producción⁴². Al margen de motivos que tienen que ver con el apuntalamiento de la ortodoxia neoclásica, tal vez quepa recordar la antigua reflexión realizada por George Stigler sobre el mecanismo psicológico de los economistas ante este tipo de formulaciones: «su sencillez y manejabilidad han superado cualquier escrúpulo sobre su realismo y, hoy en día, son inmensamente populares entre los economistas».⁴³ Sin caer en la tentación de concluir que la ausencia de escrúpulos es directamente proporcional a la falta de realismo, en las páginas anteriores hemos rastreado varios ejemplos relativos a la economía española en los cuales este mecanismo psicológico parece que ha primado sobre otras consideraciones. El recordatorio tendría poco sentido si la economía convencional fuera capaz de incorporar fácilmente, tanto las avances teóricos producidos a lo largo de los años, como las críticas que a menudo hacen tambalear la ortodoxia. Desafortunadamente, los derroteros han tenido poco que ver con esta actitud. Pasemos, entonces, a considerar en concreto cuál ha sido verdaderamente el papel desempeñado por los recursos naturales en toda esta representación.

2. ALGUNAS APROXIMACIONES SECTORIALES Y REGIONALES AL METABOLISMO ECONÓMICO EN ESPAÑA⁴⁴

Paralelamente al breve recordatorio a escala internacional, merece la pena prestar atención a los pasos recorridos por la investigación en nuestro territorio más próximo, teniendo también aquí en cuenta las aportaciones de los pioneros a finales de los setenta, toda la década de los ochenta, y su continuación y ampliación durante el decenio de los noventa⁴⁵. En ambos casos, los esfuerzos realizados para conocer el metabolismo económico han tratado de cubrir una serie de lagunas con estudios sectoriales de diverso alcance. En cuanto al seguimiento de los flujos físicos (en especial de la energía) fue la agricultura la primera actividad hacia la que,

durante la década de los ochenta, se dirigieron los esfuerzos de cuantificación a través de balances energéticos, tanto globales como de sistemas agrarios concretos —que analizaremos con más detalle en el capítulo cuarto—.

Por esas mismas fechas, ecólogos interesados por el funcionamiento de los sistemas humanos y algunos de los autores implicados en los anteriores trabajos tomaron la decisión de ampliar el ámbito sectorial y espacial más allá del análisis del metabolismo energético agrario, incorporando la consideración de los flujos físicos asociados a los sistemas urbanos e industriales. Se optaba así por acometer, por ejemplo, con diferentes acentos y metodología, el estudio de los flujos físicos de agua, energía, materiales y residuos de la ciudad de Barcelona o de la Comunidad de Madrid⁴⁶. Mientras en el caso de Barcelona su carácter pionero hacía énfasis en el análisis de la ciudad como ecosistema urbano derivando de ello un estudio razonable de los flujos físicos que constituían su peculiar metabolismo (energía, materiales, alimentos, residuos, etc.), en el caso concreto del estudio elaborado por Naredo y Frías para la Comunidad de Madrid se ofrecían además, desde el punto de vista metodológico, algunas innovaciones pioneras en nuestro país. No sólo se atendía al balance de materiales centrándose en los dos extremos del proceso económico (recursos-residuos), sino que iba más allá que su precedente inmediato de la ciudad de Barcelona: tenía en cuenta las contrapartidas monetarias y de información que permitían a dicha Comunidad Autónoma asentarse sobre un déficit físico de agua, energía y materiales considerable, que compaginaba con un excedente neto de residuos e información. Era, pues, la primera vez que se realizaba en nuestro territorio un estudio *integrado* de los flujos físicos y monetarios a escala regional dando la oportunidad de desvelar aspectos generalmente ocultos al enfoque económico ordinario.

A menudo, estos trabajos pioneros tuvieron que hacer frente a una situación de penuria estadística considerable en la esfera ambiental, lo que fomentó que varios de sus autores protagonizaran, a mediados de los ochenta, una interesante y sólida oportunidad para terminar *globalmente* con esa falta estructural de datos que dificultaban los esfuerzos propugnados desde hacía tiempo por estos pioneros de la economía ecológica en España. En 1986, al amparo de una iniciativa que contaba con apoyo institucional, surgió la posibilidad de tender puentes entre las reflexiones económicas y ambientales, enlazando el «sistema económico» y los sistemas ecológicos en la elaboración de un solvente Sistema de Cuentas del Patrimonio Natural. Este intento trató de materializarse y promoverse a través de la Comisión Interministerial de Cuentas Nacionales del Patrimonio Natural (CICNPN), que durante algo más de un año (1986-1987) se dedicó a la tarea de poner a punto el instrumental analítico y de realizar propuestas con las que encauzar metodológicamente la elaboración de las estadísticas necesarias para tal fin⁴⁷. Gracias al funcionamiento del Secretariado de la Comisión (donde desarrollaban su labor J.M. Naredo y J. Frías),

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

Lamentablemente, después de un año de funcionamiento de los diferentes Grupos de Trabajo (Rocas y Minerales, Agua, Recursos Marítimos, Territorio, Residuos y Flora y Fauna), y una vez presentado el Informe Final con la labor realizada y los proyectos a desarrollar, los desvelos del Secretariado por arrancar un compromiso del Gobierno central para dotar de los medios adecuados al futuro trabajo de la Comisión, se encontraron con un muro de silencio y despreocupación. El tiempo mostró que, desgraciadamente, el conocimiento de la realidad económico-ambiental del país, aunque necesitase de pocos recursos económicos para llevarse a cabo, no estaba entre las prioridades, no ya político-económicas, sino tan siquiera estadísticas de aquella época. Aún así parece oportuno recordar este antecedente habida cuenta que en los quince últimos años apenas se ha avanzado en la sistematización de las estadísticas ambientales —más allá de una serie de intentos parciales por parte del sector público—, y sólo gracias al tesón y perseverancia de una serie de investigadores que de manera particular, o apoyados por instituciones privadas, se ha intentado paliar esa laguna cada vez mayor. En todo caso, recaer ahora sobre este episodio de nuestra reciente historia estadística sirve para llamar la atención en dos cuestiones de cierto interés: por un lado, deja en el lugar apropiado a muchas propuestas de elaboración de registros e indicadores ambientales que, presentándose como novedosas, no serían más que un corolario fácilmente obtenible a partir de una Contabilidad del Patrimonio Natural como la que en su día propuso la Comisión. De otra parte, con el fracaso de la Comisión, España perdió una oportunidad para convertirse —con un coste económico pequeño en comparación con el gasto efectuado en la elaboración de otro tipo de estadísticas menos ventajosas— en país de referencia (junto a Francia, Noruega o Canadá) en la elaboración de este tipo de cuentas, teniendo así mucha mejor información para conocer el metabolismo económico de España y ayudar en la toma de decisiones públicas sobre la gestión de los recursos naturales. Pues resulta paradójico, a fin de cuentas, que una Comisión creada para llevar a cabo el seguimiento de los stocks y flujos físicos de recursos naturales tuviera que suspender su actividad por la falta de los flujos monetarios y financieros adecuados.

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

aplicada que enlazaba bien con las preocupaciones manifestadas años atrás. Por un lado, la puesta en marcha del Programa «Economía y Naturaleza» de la Fundación Argentaria dirigido por J.M. Naredo permitió conjugar ambas vertientes a la hora de enjuiciar económica y ambientalmente el metabolismo de sistemas agrarios particulares con especial hincapié en la utilización del agua y los fertilizantes⁴⁸; o el análisis del metabolismo económico a escala planetaria tendiendo puentes entre la Economía y la Termodinámica a la hora de evaluar la sostenibilidad ambiental y el deterioro ecológico de las sociedades industrializadas⁴⁹. Paralelamente a esa actividad, por las mismas fechas, se elaboraron para nuestro país las primeras cuentas del agua⁵⁰, es decir, sobre un flujo que en tonelaje resulta ser el mayoritario, pero que en España era el gran desconocido tanto en términos de cantidad como de calidad. Lamentablemente, la innovadora metodología aplicada en aquel momento, que recibió el aplauso de la OCDE, no tuvo continuidad posterior ni fue asumida por los entes estadísticos competentes en nuestro país.

Conjugando también la reflexión teórica y el desarrollo metodológico con el estudio de la realidad, cabe mencionar como ejemplo meritorio de aquellos años la contabilización —«desde la cuna hasta la tumba»— de los flujos de energía y materiales para el ciclo completo del transporte realizada por A. Estevan y A. Sanz⁵¹. Se trata de la primera y más completa aportación de la economía ecológica del transporte en España, en la que se realizan las cuentas tanto económicas, como sociales y ambientales de una actividad que, considerada globalmente, supone la mitad de la energía final total consumida⁵². Lejos de forzar los cálculos para lograr homogenizar los diferentes aspectos en una unidad monetaria común, el propio planteamiento metodológico excluye esa tentación optando por medir, en términos físicos, las consecuencias ambientales o sociales —por utilización de recursos, emisiones de contaminantes, ruido, o «fragmentación del territorio»— de lo que los autores denominan la Triple A (Avión, AVE y Automóvil). Pues —como sugieren Estevan y Sanz— de poca ayuda sirve asignar un valor monetario a las muertes causadas por los accidentes de tráfico, cuando éste, con más de 200.000 vidas segadas desde los años cincuenta, ha dejado a la guerra civil «en segundo lugar como causa de muertes violentas en España durante el siglo XX»⁵³.

El mismo triple interés (económico, ambiental y social) —en este caso regional— tuvo un trabajo presentado en 1998 para el ámbito valenciano⁵⁴. Se trata de una ambiciosa investigación colectiva en la que se recae sobre los tres niveles que afectan a la sostenibilidad (económico, ambiental y social) planteando los instrumentos oportunos para su medición y análisis. Para lo que aquí interesa, se toman en consideración tanto los flujos físicos de agua, energía y materiales, como los residuos generados por la Comunidad Valenciana en 1990, realizándose una de las primeras Tablas *Input-Output* ambientales en nuestro país. Las conclusiones que arroja el estudio se muestran ecológicamente significativas respecto al carácter dependiente del modelo de desa-

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

Mayor relación con nuestro trabajo tienen también los resultados presentados en 2002 sobre los RTM del País Vasco para el período 1989-1998⁵⁵. En efecto, con una metodología similar a la desarrollada por nosotros en sucesivos epígrafes, se estimó que en 1998 cada habitante de esa región demandaba 80,3 toneladas (incluida erosión) para satisfacer sus necesidades: esto es, como veremos, más del doble que las requeridas por el habitante medio español, y casi un 50 por 100 superiores a la media de la UE. La discrepancia se explica fundamentalmente por el peso extraordinario alcanzado por la utilización de los minerales metálicos en el caso vasco, pues mientras en la UE apenas suponen 10 tm/hab, allí alcanzan una cifra casi tres veces superior, esto es, 28 tm/hab. Estas últimas aportaciones coincidieron, a finales de los noventa y comienzos de la siguiente década, con las actualizaciones de los trabajos dedicados al estudio del metabolismo de las conurbaciones barcelonesa y madrileña⁵⁶. Y en fechas similares presentamos nosotros también los primeros resultados de un estudio de largo alcance sobre los requerimientos totales de materiales de la economía española en el último medio siglo⁵⁷.

Desde el mismo punto de vista sectorial las antiguas preocupaciones de Naredo y Frías por el seguimiento de los flujos físicos a nivel industrial se extendieron también al ámbito territorial de las manufacturas gallegas⁵⁸. Xoán Doldán presentó para el año 1992 un detallado seguimiento de los flujos de agua, energía y materiales de los 89 sectores de la *Encuesta Industrial*, arrojando resultados coherentes con análisis similares para otros territorios y países. El agua sigue apareciendo como el principal flujo en varios órdenes de magnitud superior al resto y, desde el punto de vista energético, el sector industrial gallego se ha convertido en un «devorador de energía», importando más del doble de la producción propia para fabricar unos productos que se venden mayoritariamente más allá de nuestras fronteras, contribuyendo así a acentuar una dependencia exterior cuando años atrás se podía hablar a este respecto en términos de autoabastecimiento.

En definitiva, en las páginas que siguen nos aproximaremos al metabolismo de la economía española en el último medio siglo aplicando para ello la metodología de la Contabilidad de Flujos Materiales, inicialmente desarrollada por Adriaanse y otros, y más tarde consensuada a escala internacional por medio de la guía elaborada a tal efecto por Eurostat en 2001. Como consecuencia de ello, nuestra aproximación al metabolismo económico de España se realizará sobre todo *por el lado de los recursos (inputs)*, prestando menor atención a lado del output (residuos).

Aunque para los últimos años comienzan a existir datos razonables con los que seguir las principales partidas involucradas en los residuos, existen algunas dificultades para rellenar las cifras para toda la serie. Por esta razón preferimos en esta ocasión no avanzar resultados desde esta última perspectiva aunque se trata de una laguna sobre la que actualmente estamos trabajando y esperamos paliar en el futuro.

3. LA CUANTIFICACIÓN DE LOS FLUJOS ABIÓTICOS DIRECTOS Y SU RELACIÓN CON LOS CICLOS ECONÓMICOS

Las dificultades para la incorporación de los recursos naturales a una función de producción agregada no deben ser óbice para que se pueda realizar un seguimiento del papel de estos flujos en el crecimiento económico; vinculando así la información proporcionada por los datos disponibles en términos físicos con las macromagnitudes monetarias ofrecidas por la Contabilidad Nacional. Ya hemos mencionado que los intentos en esta dirección han sido, para el caso español, escasos y parciales, de tal suerte que los resultados presentados en este trabajo vienen a cubrir en cierto modo una laguna que a nivel agregado era pertinente enfrentar. Sobre todo porque, como ya se mencionó en capítulos anteriores, el enfoque aquí adoptado respecto de la sostenibilidad otorga especial importancia a las cuestiones de «escala» y, por lo tanto, a la medición del espacio que, la economía como subsistema, ocupa dentro del total de la biosfera. Conviene recordar además que para ese empeño existen dos alternativas complementarias, a saber: a) el estudio de los flujos físicos de energía y materiales que atraviesan la economía española en forma de inputs para la producción de bienes y servicios y, b) el análisis del espacio ambiental (huella ecológica) que, territorialmente hablando, ocupa dicha economía para la satisfacción de su modo de producción y consumo, y para la absorción de los residuos que tales actividades generan. Como reza el título de este capítulo, nos ocuparemos ahora de la primera alternativa, intentando aportar información no sólo sobre los flujos físicos usualmente considerados y valorados (*flujos directos*), sino también sobre aquellos otros que no entrando en línea de cuenta poseen sin embargo relevancia ambiental (*flujos ocultos*). Empecemos, pues, por los primeros, no sin antes recordar alguna cuestión de índole histórica.

En el caso de los flujos directos *abióticos*, a partir de mediados del siglo XX las actividades extractivas en nuestro país sufrieron una importante modificación en la ventajosa posición que ocupaban dentro de la economía española desde cien años antes. La peculiar disposición de los yacimientos minerales y energéticos en nuestro suelo⁵⁹ así como la riqueza especial de algu-

nos de ellos tuvo mucho que ver en que nuestro país apareciera como uno de los principales productores mundiales de varios minerales como el hierro, el plomo, la plata, o el cinc⁶⁰. 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. Pero 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, según algunos regeneracionistas como Lucas Mallada, entorpecían «su perfecto desarrollo»⁶¹, a saber: desde la proliferación de «concesiones microscópicas» al amparo de una legislación nefastamente liberal, al «desconocimiento casi absoluto que han tenido nuestros gobernantes respecto a los asuntos relacionados con la minería»; o la escasez de maquinaria y capital para favorecer la extracción de minerales. Pero no es este, sin embargo, el momento ni el lugar para ahondar en unas circunstancias por otro lado bien documentadas en los trabajos de los historiadores económicos.

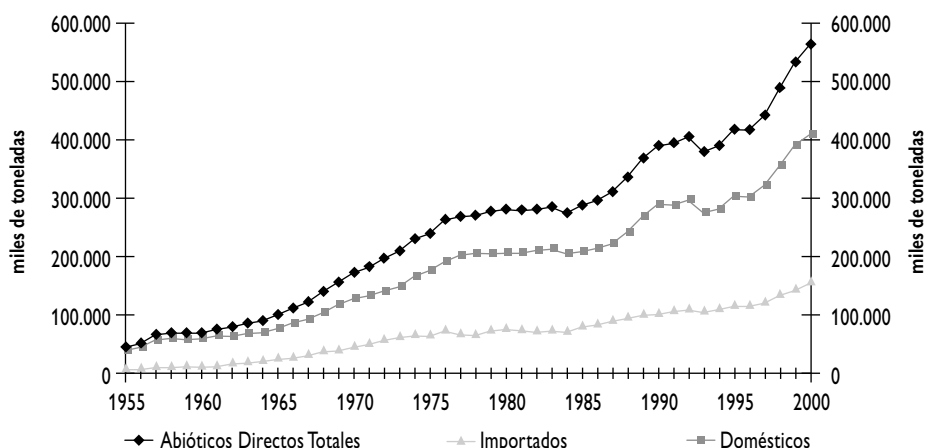
Interesa en cambio constatar que, a pesar de la pérdida de importancia experimentada por el negocio minero —acentuada con la entrada en vigor del Plan de Estabilización⁶² hace ya más de cuarenta años—, no por esta razón decayó la extracción en tonelaje de recursos naturales. Por este motivo se hace necesario un análisis que vaya más allá del seguimiento de las actividades extractivas en términos meramente crematísticos y profundice en las realidades físicas de los procesos como antesala a la explicación de la degradación ambiental que producen. Pues aquella actitud esquiva de los economistas hacia las realidades físicas ha sido percibida también por los profesionales que lidian diariamente con los propios recursos naturales, obligados a veces a denunciar las confusiones conceptuales fomentadas por «...la particular desatención de la ciencia económica moderna hacia el tema de los recursos naturales [que] han dado pie a que en el caso de los minerales, se lleguen a acuñar términos tan inadecuados y equívocos como el de producción minera».⁶³ Esto es, *viendo producción allí donde sólo hay extracción de riqueza preexistente*.

Mas no se trata sólo de afinar el tono en las definiciones sino de complementar la información monetaria con su correlato físico no menos importante. En efecto, si únicamente nos fijamos en la evolución de las magnitudes monetarias, la conclusión que en términos ambientales extraeríamos de, por ejemplo, el «cambio estructural» asociado al declive de la actividad agraria y al ascenso de la industria y sobre todo los servicios en el PIB, sería equivocada o, al menos, incompleta. Pero *el equívoco tiende a desaparecer cuando observamos que, a pesar del peso ganado por el sector servicios en nuestro país, el recurso a los flujos de energía y materiales no renovables, lejos de menguar, ha crecido globalmente en términos absolutos y relativos en las últimas décadas*. Parece,

entonces, razonable contrastar lo anterior atendiendo primero a los flujos físicos (directos) que entran a formar parte de las mercancías producidas y mayoritariamente registradas por la contabilidad nacional.

Tal y como atestiguan los datos presentados en el Gráfico 3.1. y la Tabla 3.1. la extracción y utilización de recursos no renovables *directos* (que recibieron valoración monetaria) no ha dejado de cesar desde mediados del siglo pasado, *creciendo incluso a tasas superiores a las registradas por las variables monetarias ordinarias*. Cabe advertir además que, en términos globales, esta extracción de recursos abióticos (no renovables) *directos* se multiplicó por más de 12 veces entre 1955 y 2000 —pasando de los 42 millones de toneladas a mediados de siglo a los 522 millones a finales—, doblando al crecimiento del PIB al coste de los factores para ese mismo período, y superando ampliamente al crecimiento absoluto de la población que apenas varió en un factor de 1,4. Además, desde un punto de vista más desagregado, los flujos *energéticos* directos (domésticos e importados) con cargo a las reservas de la corteza terrestre se multiplicaron entre 1955-2000 por 7 veces —de los 17 millones de mediados de siglo a los 119 a finales del mismo—, los *minerales no metálicos* también por 7, pero *sobre todo los productos de cantera que lo hicieron por 24*. Sólo la extracción de *minerales metálicos* con un factor de 1,7 aumentó menos que el PIB aunque superó al crecimiento de la población. Estas cifras dan una idea del intenso esfuerzo realizado por la economía española con cargo a los materiales procedentes de la corteza terrestre, tanto dentro de nuestras fronteras como más allá de ellas.

Gráfico 3.1
Evolución de los inputs abióticos directos de la economía española, 1955-2000
 (según origen)



Fuente: Elaboración propia con datos de MINER, (varios años): *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años): *Panorama Minero*, Madrid. Incluye semimanufacturas energéticas, minerales y metálicas importadas.

Tabla 3.1
Evolución de los inputs (recursos) abióticos directos por grupos de sustancias, 1955-2000
(miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	17.581	23.520	64.104	96.581	103.919	100.805	102.167	119.603
Domésticos	14.253	15.886	16.033	42.362	35.618	33.131	29.456	23.835
Importados	3.328	7.635	48.071	54.219	68.300	67.674	72.711	95.768
Metálicos	7.847	9.355	19.074	16.836	15.873	13.091	14.270	12.143
Domésticos	7.770	8.963	11.856	10.173	5.805	3.591	3.445	900
Importados	77	392	7.218	6.663	10.068	9.499	10.825	11.243
No metálicos	1.887	3.664	8.048	12.002	12.143	10.566	13.332	15.963
Domésticos	1.100	2.643	6.499	8.804	9.349	8.365	10.570	11.337
Importados	787	1.021	1.548	3.198	2.793	2.201	2.762	4.626
Productos de Cantera	15.242	36.460	140.639	146.621	237.661	230.056	260.044	374.302
Domésticos	15.242	36.378	140.465	146.337	236.537	229.048	258.782	371.933
Importados	1	82	174	284	1.124	1.008	1.262	2.369
Semimanufacturas energéticas	1.234	142	1.883	6.000	12.136	10.970	12.115	16.844
Semimanufacturas metálicas	243	470	4.321	8.030	8.410	7.668	11.078	17.341
Semimanufacturas minerales	53	76	200	16	3.386	2.563	3.407	5.601
Otros bienes importados	977	1.920	4.167	10.721	25.935	27.919	32.299	49.248
TOTAL	45.065	75.608	242.435	296.807	419.461	403.637	448.712	611.045
Domésticos	38.365	63.870	174.853	207.676	287.309	274.135	302.253	408.005
Importados	6.700	11.738	67.582	89.131	132.152	129.502	146.459	203.040

Fuente: Ibid.

Las consideraciones generales permiten adentrarnos en la estructura porcentual de los diferentes flujos donde podemos comprobar la contribución que cada recurso no renovable directo realiza al total. Por otro lado, y como se muestra en la Tabla 3.2 y el Gráfico 3.2., los productos de cantera no han sido sólo la fracción de mayor crecimiento absoluto, sino la que ocupa el primer lugar en cuanto a tonelaje movilizado, acaparando en 2000 casi dos tercios del total de los recursos no renovables directos utilizados por la economía española como inputs. A bastante distancia aparecen los recursos energéticos que en el 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. Cabe señalar que, a pesar de la variedad de sustancias que componen los diferentes grupos de recursos, que sumadas conjuntamente ascienden a casi un centenar, *el grueso del tonelaje se concentra en un 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

Tabla 3.2
Contribución a los inputs directos según el origen y el tipo de recurso abiótico, 1955-2000
 (% sobre el tonelaje total)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	39,0	31,1	26,4	32,5	24,8	25,0	22,8	19,6
Domésticos	31,6	21,0	6,6	14,3	8,5	8,2	6,6	3,9
Importados	7,4	10,1	19,8	18,3	16,3	16,8	16,2	15,7
Metálicos	17,4	12,4	7,9	5,7	3,8	3,2	3,2	2,0
Domésticos	17,2	11,9	4,9	3,4	1,4	0,9	0,8	0,1
Importados	0,2	0,5	3,0	2,2	2,4	2,4	2,4	1,8
No metálicos	4,2	4,8	3,3	4,0	2,9	2,6	3,0	2,6
Domésticos	2,4	3,5	2,7	3,0	2,2	2,1	2,4	1,9
Importados	1,7	1,4	0,6	1,1	0,7	0,5	0,6	0,8
Productos de Cantera	33,8	48,2	58,0	49,4	56,7	57,0	58,0	61,3
Domésticos	33,8	48,1	57,9	49,3	56,4	56,7	57,7	60,9
Importados	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4
Semimanufacturas energéticas	2,7	0,2	0,8	2,0	2,9	2,7	2,7	2,8
Semimanufacturas metálicas	0,5	0,6	1,8	2,7	2,0	1,9	2,5	2,8
Semimanufacturas minerales	0,1	0,1	0,1	0,0	0,8	0,6	0,8	0,9
Otros bienes importados	2,2	2,5	1,7	3,6	6,2	6,9	7,2	8,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	85,1	84,5	72,1	70,0	68,5	67,9	67,4	66,8
Importados	14,9	15,5	27,9	30,0	31,5	32,1	32,6	33,2

Fuente: Elaboración propia con datos de MINER (varios años): *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años): *Panorama Minero*. Dirección General de Aduanas, (varios años): *Estadísticas del Comercio Exterior de España*.

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 (Tabla 3.3.). 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 ha llevado a éste 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 inputs⁶⁴.

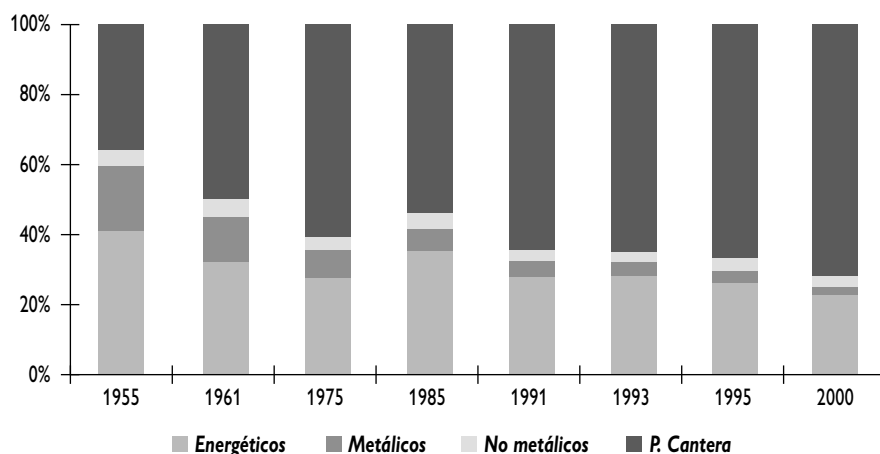
Una de las ventajas de realizar el seguimiento en tonelaje de los flujos físicos involucrados en la producción de bienes y servicios estriba en la diferente importancia que ofrecen los recursos según se los ve desde la perspectiva monetaria usual, o con la lupa que ofrece el prisma biofísico. Esto es lo que se aprecia al comparar los resultados que arrojan los Gráficos 3.2 y 3.3, dando al traste con la tradicional jerarquía otorgada a este tipo de recursos naturales por parte

Tabla 3.3
Distribución porcentual del tonelaje de las principales sustancias
(domésticas e importadas) por tipos de recursos, 1955-2000
 (%)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
ENERGÉTICOS								
Hulla	62,5	48,5	17,8	19,4	20,6	20,5	20,7	22,2
Antracita	11,1	11,0	4,9	6,0	5,6	6,2	6,3	5,4
Lignito (pardo y negro)	10,4	8,9	5,3	24,9	18,9	17,3	14,5	10,2
Petróleo	15,8	31,5	67,7	47,5	50,0	51,0	51,8	49,3
Gas natural	0,0	0,0	4,3	2,2	5,1	4,9	6,7	12,9
% acumulado sobre el total de energéticos	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9
MINERALES METÁLICOS								
Hierro	61,2	67,1	77,3	68,2	69,3	70,0	64,6	52,2
Piritas	33,0	26,0	14,9	15,9	2,1	5,5	6,1	1,7
Cobre	0,2	1,2	1,3	2,6	2,0	3,8	3,8	8,7
Plomo	1,2	1,3	0,6	1,3	0,8	0,4	0,4	0,9
Cinc	2,1	1,7	1,6	2,8	3,8	5,2	5,3	7,9
Bauxita	0,5	0,5	0,7	4,8	10,4	10,7	15,8	22,7
% acumulado sobre el total de metálicos	98,1	97,8	96,4	95,7	89,2	95,6	96,0	94,1
MINERALES NO METÁLICOS								
Cuarzo	4,7	2,5	9,0	2,7	8,4	11,1	12,6	12,2
Feldespatos	0,4	0,3	1,5	1,7	3,0	3,6	4,7	6,7
Glauberita	0,0	1,7	0,9	2,6	3,8	5,3	5,6	4,2
Magnesita	2,2	3,2	2,8	2,6	2,0	2,7	5,0	4,1
Sal gema	37,3	22,7	26,4	23,4	13,0	18,7	19,4	14,9
Sal marina	0,0	35,7	18,3	11,1	9,8	11,7	11,9	9,0
Sales potásicas	27,1	17,6	10,9	11,9	10,4	12,7	11,4	7,4
% acumulado sobre el total de no metálicos	71,8	83,7	69,6	56,1	50,3	65,7	70,6	58,5
PRODUCTOS DE CANTERA								
Arcilla	8,9	6,8	8,1	6,6	5,4	6,1	5,9	6,2
Arena y grava	1,7	2,6	15,2	17,2	22,1	21,7	21,0	21,9
Caliza	63,7	79,3	56,2	50,6	53,5	51,7	52,1	51,8
Granito	1,5	1,8	4,1	6,3	5,3	7,3	7,1	5,4
Yeso	6,5	7,0	3,0	3,6	3,1	2,8	2,9	2,7
% acumulado sobre el total de p. cantera	82,3	97,5	86,7	84,2	89,3	89,7	89,0	88,1

Fuente: Elaboración propia sobre datos de *Estadística Minera de España* y *Estadísticas del comercio Exterior de España*

Gráfico 3.2
Composición de los inputs abióticos directos en tonelaje, 1955-2000
 (años seleccionados y excluidos semimanufacturas y otros bienes importados)

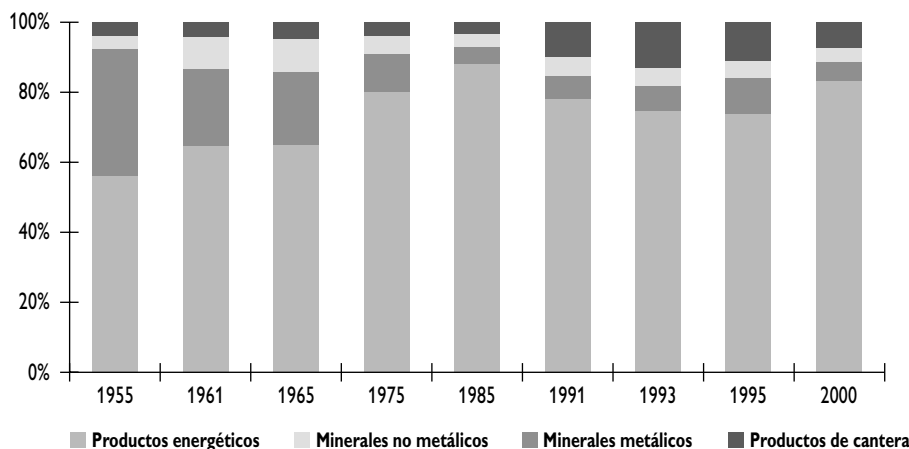


Fuente: Elaboración propia con datos de MINER (varios años); *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años); *Panorama Minero*. Dirección General de Aduanas, (varios años); *Estadísticas del Comercio Exterior de España*. Excluidas las semimanufacturas en la comparación por tratarse de un proceso de elaboración más allá de la extracción que, por tanto, afecta a su valoración de manera diferente al resto.

del sistema económico frente al uso efectivo, en tonelaje, que las sociedades realizan para producir sus bienes y servicios. Así, mientras desde el punto de vista físico, la exigencia de recursos pone a los productos de cantera en cabeza de los inputs —el 71 por 100 si no consideramos las semimanufacturas (Gráfico 3.2)— en una tendencia creciente durante todo el período; por el contrario, los productos energéticos van a experimentar una caída importante en su participación en tonelaje desde la década de los cincuenta hasta finales de siglo (del 60 por 100 en 1955 al 23 por 100 en 2000). Ahora bien, como muestran los datos, las cifras en valor exhiben precisamente la *tendencia contraria*, acaparando los flujos de energía primaria en 2000 las cuatro quintas partes del total de flujos mientras que a los productos de cantera se les reserva un exiguuo 7 por 100.

Esta asimetría contrasta además con el comportamiento ofrecido por los minerales (sean o no metálicos) que arrojan cifras en tonelaje y en valor muy similares, denotando que su importancia en el total en términos físicos es respaldado por la valoración monetaria de los mismos a precios corrientes. Obviamente estas divergencias se justifican por la diferente valoración y evolución de los precios para los distintos inputs, si bien merece la pena complementar la tradicional visión monetaria con las exigencias físicas y el deterioro ambiental que a menudo esconde la información ordinaria. Sobre todo porque, en conjunto, la tendencia en la cotización internacional de la mayoría de estos recursos es decreciente.

Gráfico 3.3
Composición de los inputs abióticos directos en valor, 1955-2000
 (años seleccionados y excluidos semimanufacturas y otros bienes importados)

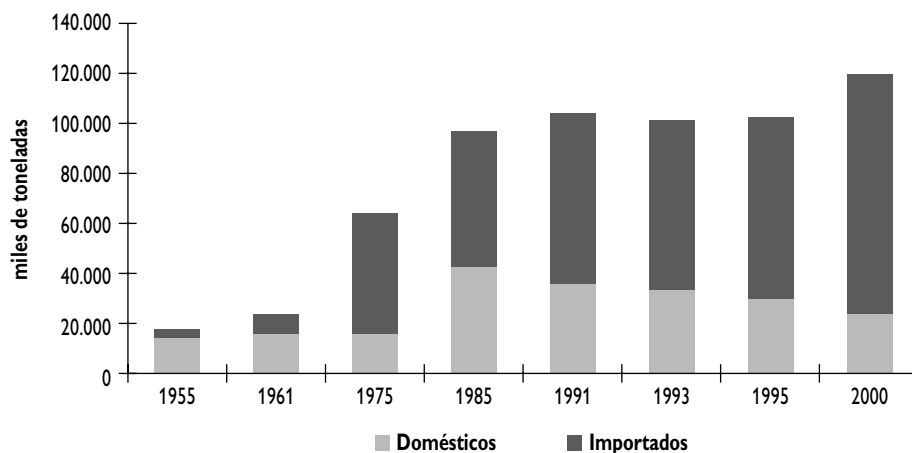


Fuente: *Ibid.* Excluidas las semimanufacturas en la comparación por tratarse de un proceso de elaboración más allá de la extracción que, por lo tanto, afecta a su valoración de manera diferente al resto.

Cabe añadir además una primera característica que salta a la vista cuando analizamos la procedencia territorial de esos inputs, a saber: *que las tasas absolutas de crecimiento han sido mayores en aquellos casos en los cuales la extracción de inputs directos abióticos se hacía con cargo al resto del mundo en vez de fronteras para adentro.* Bien es verdad, 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 no renovables en tonelaje (casi el 72 por 100 en 2000). Ahora bien, dejando al margen la fracción más voluminosa como son los productos de cantera, y concentrándonos en el resto de sustancias que además poseen una relevancia estratégica, nuestro país adolece de una dependencia importante del resto del mundo: a finales del siglo XX más de las tres cuartas partes de las sustancias energéticas y de minerales metálicos y no metálicos, consideradas en su conjunto, que abastecían en forma de inputs a la economía nacional, procedían del resto del mundo.

Si en vez de centrarnos en los inputs, comparamos la extracción de recursos con el *consumo aparente* (extracción + importaciones - exportaciones), la economía española presentaba a mediados de los noventa una 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 destacan, 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

Gráfico 3.4
Evolución de los inputs energéticos directos según su origen, 1955-2000
 (excluidas semimanufacturas)



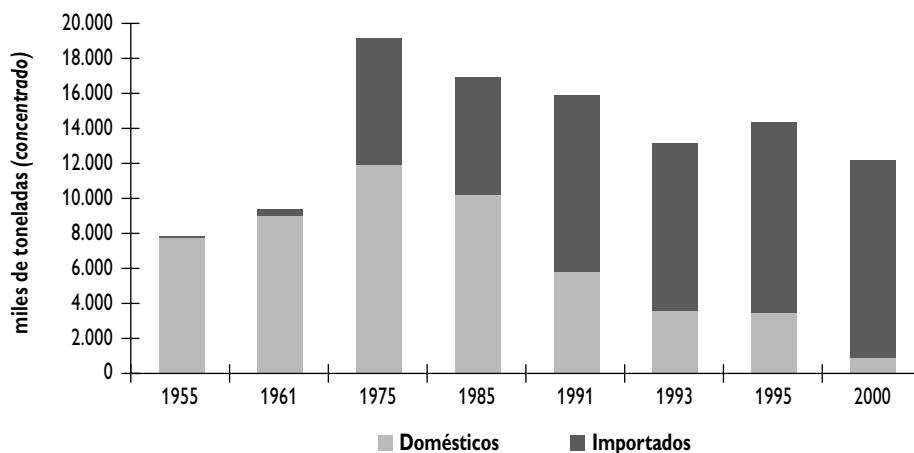
Fuente: *Ibid.* No incluye semimanufacturas energéticas.

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 estroncio⁶⁵.

Por ejemplo, dicha relevancia del componente exterior puede verse, como es sabido, para los recursos energéticos importados cuya variación absoluta ha cuadruplicado (28,7 veces) el incremento del total de flujos de esa especie (6,8), circunstancia explicable por el masivo recurso al petróleo foráneo desde los años sesenta y el conocido y progresivo declive de la minería tradicional del carbón en nuestro país desde finales de los cincuenta y acentuado a mediados de 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 2000 la situación era precisamente la contraria.

Igual de espectacular, en lo referente a la *tasa absoluta* de variación, 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 17 veces desde 1965 (Gráfico 3.5.), representando en 2000 el 92 por 100 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 a mediados de la década de los noventa casi el 65 por 100 del total de importaciones en tonelaje, y el aluminio a través de la bauxita que casi en su totalidad procede de otros territorios.

Gráfico 3.5
Evolución de los inputs directos de minerales metálicos según origen, 1955-2000
 (excluidas semimanufacturas)



Fuente: *Ibid.* No incluye semimanufacturas. De incluir las semimanufacturas metálicas, los inputs mostrarían una tendencia creciente alcanzando en 2000 la cifra de casi 24 mil toneladas.

En el caso de las sustancias metálicas los destinos fundamentales han sido, bien la siderurgia (caso del hierro), o la metalurgia no férrea, la química básica o la exportación para el resto de los minerales⁶⁶. 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.

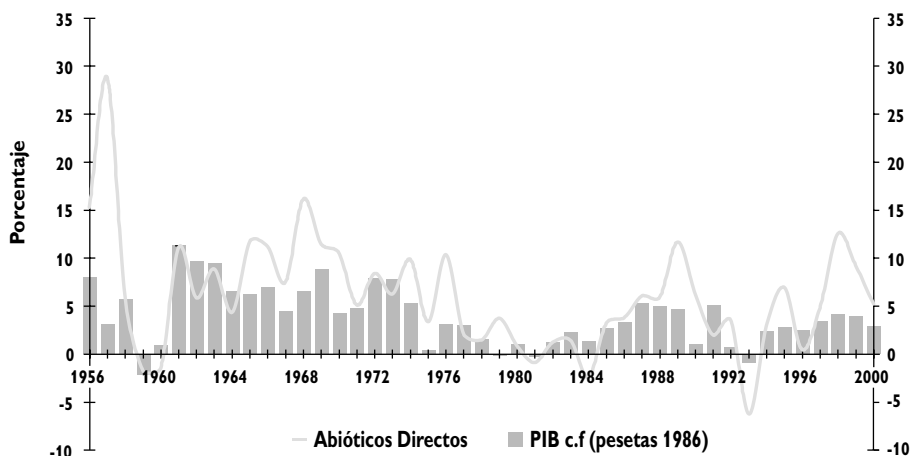
La anterior presencia de flujos de energía y minerales metálicos importados se ve atemperada cuando nos enfrentamos a los datos procedentes de los *minerales no metálicos* y los *productos de cantera*⁶⁷. En el primero de los casos se observa el fenómeno contrario al descrito anteriormente y son las sustancias no metálicas importadas las que pierden protagonismo en el total aunque —y esto es relevante— *no dejan por ello de incrementar su cantidad en términos absolutos*. El grueso de estas sustancias se engloban en torno a unos pocos materiales como las sales (gema, marina y potásicas) o el cuarzo, siendo su destino fundamental la industria de los fertilizantes y del vidrio; lo que deja así en un segundo plano, desde el punto de vista del tonelaje, al resto de los minerales. En los *productos de cantera*, la escasa importancia de los flujos importados es algo más particular 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.

Pero, en vez de poner la atención en todo el período, es mejor recordar que la evolución de la economía española en los últimos cincuenta años se ha caracterizado por la presencia de importantes ciclos —dentro de una tendencia creciente a largo plazo— que han incorporado el efecto de la utilización masiva de recursos naturales directos, aunque a veces esta circunstancia se haya silenciado. Teniendo como criterio diferenciador la evolución del PIB c.f. 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 físicos⁶⁸.

A la luz de la información contenida en el Gráfico 3.6 y la Tabla 3.4 y dejando al margen el año 1957 —por su carácter excepcional— donde se produce un incremento importante en la extracción de 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 PIB⁶⁹. 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

Gráfico 3.6
Tasas de variación de los inputs abióticos directos y del PIB c.f., 1956-2000



Fuente: *Ibid.*

Tabla 3.4
Tasas de variación media anual acumulativa de los inputs abióticos directos en tonelaje, 1955-2000
 (%)

	1955-1961	1961-1975	1975-1985	1985-1991	1991-1993	1993-1995	1995-2000
Energéticos	5,0	7,4	4,2	1,2	-1,5	0,7	3,2
Domésticos	1,8	0,1	10,2	-2,8	-3,6	-5,7	-4,1
Importados.	14,8	14,0	1,2	3,9	-0,5	3,7	5,7
Metálicos	3,0	5,2	-1,2	-1,0	-9,2	4,4	-3,2
Domésticos	2,4	2,0	-1,5	-8,9	-21,3	-2,1	-23,5
Importados	31,2	23,1	-0,8	7,1	-2,9	6,8	0,8
No metálicos	11,7	5,8	4,1	0,2	-6,7	12,3	3,7
Domésticos	15,7	6,6	3,1	1,0	-5,4	12,4	1,4
Importados	4,4	3,0	7,5	-2,2	-11,2	12,0	10,9
P. Cantera	15,6	10,1	0,4	8,4	-1,6	6,3	7,6
Domésticos	15,6	10,1	0,4	8,3	-1,6	6,3	7,5
Importados	108,4	5,5	5,0	25,8	-5,3	11,9	34,4
Semimanufacturas energéticas	-30,3	20,3	12,3	12,5	-4,9	5,1	6,8
Semimanufacturas metálicas	11,6	17,2	6,4	0,8	-4,5	20,2	9,4
Semimanufacturas minerales	6,2	7,2	-22,3	144,1	-13,0	15,3	10,5
Otros bienes importados	11,9	5,7	9,9	15,9	3,8	7,6	8,8
TOTAL ABIÓTICOS (amplio)	9,0	8,7	2,0	5,9	-1,9	5,4	6,4
Domésticos	8,9	7,5	1,7	5,6	-2,3	5,0	6,2
Importados	9,8	13,3	2,8	6,8	-1,0	6,3	6,9
PROMEMORIA (ptas. de 1986)							
PIB coste de los factores	4,3	6,3	1,5	4,0	-0,1	2,5	3,3
VAB agricultura	4,1	2,1	1,6	0,0	-0,8	-10,0	2,9
VAB industria	6,4	9,0	0,8	3,6	-1,5	4,0	4,1
VAB construcción	1,2	7,9	-1,8	8,4	-5,4	4,1	4,4
VAB servicios	3,8	5,8	1,9	4,4	0,0	2,2	3,4
PIB c.f. per capita	3,4	5,2	0,7	3,7	-0,3	2,4	2,6
Trabajo (empleados)	0,3	0,7	-1,4	2,6	-3,3	1,7	3,7
Stock de capital	—	4,7	2,9	3,6	2,8	2,4	2,6
Directos/PIB	4,8	2,1	0,1	1,1	-1,9	2,2	2,6
Directos/habitante	8,4	7,4	0,7	4,9	-2,2	4,7	5,4

Fuente: Elaboración propia con datos de MINER (varios años): *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años): *Panorama Minero*. Dirección General de Aduanas, (varios años): *Estadísticas del Comercio Exterior de España*. INE, Contabilidad Nacional.

Nota: La tasa de 144 por 100 durante el período 1985-1991 para las semimanufacturas minerales se debe a la expansión masiva de importaciones de semimanufacturas minerales de cemento hidráulico que, de apenas unas cuantas toneladas a mediados de los ochenta, se pasa a más de 3.000 toneladas en 1991.

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 1973⁷⁰, permitiendo la mayor utilización, no sólo de los hogares, sino también del propio tejido industrial —caso, por ejemplo, de las cementeras—. No en vano, 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»⁷¹.

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 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 petróleo⁷². 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 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 3.5, supuso una auténtica sangría con reducciones de más

Tabla 3.5
Evolución del número de minas o grupos mineros por tipos de sustancias, (1955-2000)

	1955	1965	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	560	416 (1)	162	268	171	162	135	84
M. Metálicos	645	355 (2)	148	71	21	13	15	10
M. No metálicos	252	544	460	301	210	193	190	185
P. Cantera	1.964	3.309	3.666	2.981	3.044	3.147	3.158	3.485
Total	3.421	4.624	4.436	3.621	3.446	3.515	3.498	3.764

(1) Incluye las explotaciones de uranio.

(2) Incluye las explotaciones de bauxita.

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

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 1970⁷³, acabando casi el siglo con apenas tres explotaciones.

Ahora bien, lejos de variar las extracciones, la economía española no redujo sus entradas de inputs abióticos, creciendo las sustancias metálicas y no metálicas a un ritmo superior al 5 por 100. Situación que conviene analizar pues 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 abierto⁷⁴, como del esfuerzo que, en términos de importaciones, fue preciso realizar para alimentar una maquinaria económica que no se detenía en sus exigencias de minerales y metales. Lo que casa bien con el auge de importaciones de semimanufacturas metálicas donde el grueso recae precisamente en el hierro y aceros fundidos como sustancias mayoritarias.

En este repaso de los años «expansivos» no conviene olvidar tampoco la contribución realizada por la importante extracción de productos de cantera, necesarios para el incremento y renovación del incipiente stock de capital tanto público como privado. Fueron precisamente en esos años cuando se acometió la construcción de infraestructuras y la ampliación de numerosas urbes, con la edificación de viviendas para acoger a una población creciente procedente de la migración interior y que alimentó —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 de ambas variables (flujos directos y PIB c.f.). En este escenario, sin embargo, la evolución de los yacimientos energéticos domésticos siguió una senda diferente a la de etapas anteriores. Habida cuenta 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 en los gran-

des 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 contribución 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. El nuevo escenario presentaba unas tasas de crecimiento medias del PIB c.f. y de los inputs abióticos directos del 4,0 y del 5,9 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 1,0 por 100— y una ralentización del crecimiento en el caso de los no metálicos (0,2 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 3.5., 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.

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 posiciones⁷⁵. 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)⁷⁶ que deparó tasas de

crecimiento que, como en el caso de los productos de cantera (8,3 por 100), doblaron al incremento del PIB c.f. (4,0 por 100). Tal fue la estrecha relación entre crecimiento económico y consumo de recursos que, en apenas siete años, la extracción de productos de cantera aumentó un 62 por 100 pasando de los 146 millones de toneladas en 1985 a los 237 millones de 1991, con unas consecuencias ambientales en las que profundizaremos más adelante.

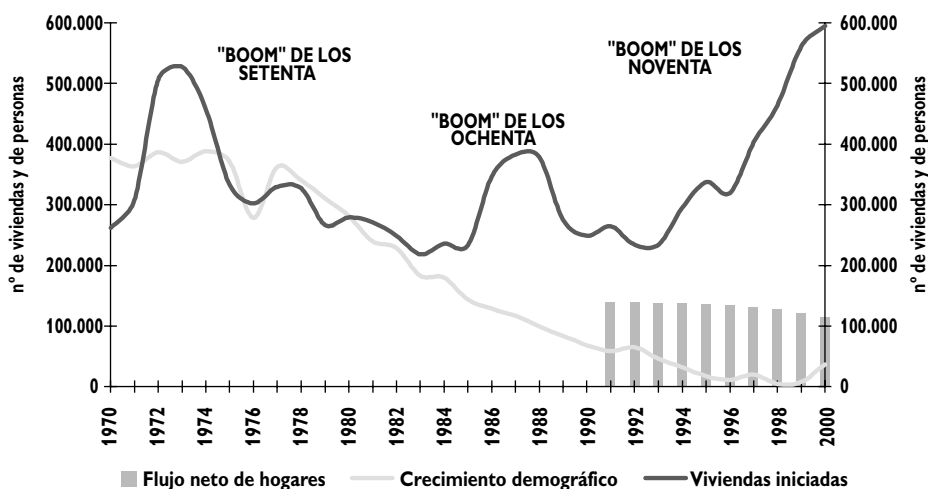
Pero, dado que el agente principal de la recuperación fue el sector de la construcción conviene adelantar algunas cuestiones sobre las que se volverá en el último capítulo de este trabajo, pues los datos permiten analizar algunas consecuencias de un *boom* que dio lugar a importantes transformaciones patrimoniales fruto de la generación de plusvalías inmobiliarias y bursátiles. Transformaciones que tendrán una continuación más acentuada si cabe en los años finales de la década de los noventa⁷⁷. Así, en lo que concierne a la utilización de inputs no renovables, 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 antiguas⁷⁸. Y los datos que avalan esa hipótesis son bastante concluyentes. Tal y como se subraya en un documentado y 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»⁷⁹. 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 tm/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 casi al 100 por 100 cuando se trata de las infraestructuras de carretera⁸⁰.

Esta estrategia de demolición de viviendas preexistentes y de nueva construcción de inmuebles más caros, haciendo caso omiso a la rehabilitación y el acondicionamiento de viviendas antiguas ha llevado a España a ser el país europeo más destructor de su propio patrimonio inmobiliario urbano⁸¹. 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: España aparece

como el lugar cuyo parque inmobiliario conserva una menor proporción de viviendas anteriores a 1940-1945 sobre el total (20 por 100). Este hecho, que podría ser explicado por razones de la contienda civil de 1936-1939, 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)⁸².

Pero a partir de la *segunda mitad de los ochenta*, el avance de esta estrategia llevó consigo un doble divorcio. Por un lado, las dos últimas escaladas de precios inmobiliarios y construcción de viviendas han evolucionado de espaldas al declive demográfico iniciado a partir de mediados de los setenta y que aparece reflejado en el Gráfico 3.7. A diferencia del *boom* de comienzos de los setenta —prolongación de la fase de los «años de desarrollo» anteriores— cuando se iniciaban 555 mil viviendas como media entre 1971-1974, con crecimientos poblacionales de casi 400 mil personas/año; desde mediados de los ochenta se ha producido una divergencia importante entre viviendas nuevas y aumento de la población, alcanzando cotas desproporcionadas a finales de los noventa: con un crecimiento demográfico prácticamente nulo se han iniciado casi 600 mil viviendas, un número incluso superior al de comienzos de los setenta, pero con 400 mil nacimientos menos cada año. Un panorama, en fin, que tampoco mejora cuando se tiene en cuenta la evolución del número de hogares que anualmente se incorporan al mercado como demandantes potenciales de vivienda. El mismo Gráfico 3.7. revela un desfase similar entre, por ejemplo, los 120 mil nuevos hogares de 1999 y las 561 mil viviendas registradas para ese año o,

Gráfico 3.7
Boom inmobiliario y declive demográfico, 1970-2000



Fuente: Naredo, J.M., O. Carpintero, (2002), *op. cit.*, p. 73, con datos de INE, Ministerio de Fomento, J. Rodríguez (2001).

globalmente, entre un stock estimado de viviendas en 2000 de 20 millones y un número de hogares total que en ese año ascendía a 13,1 millones, esto es, un 35 por 100 menos⁸³. Lo que avala el hecho de que, desde hace tiempo, nuestro país ostente también el récord europeo de viviendas desocupadas y secundarias en una muestra más del sesgo especulativo —que no atiende a razones de uso— alcanzado por el mercado en nuestro territorio. No en vano, el Padrón Municipal de Madrid en 1996 registraba que el 85 por 100 del aumento de las viviendas ocurrido entre 1991 y 1996 engrosaba el colectivo de viviendas secundarias y desocupadas⁸⁴.

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* fruto tanto de los fastos de 1992 como de las consecuencias de una política económica que exacerbó los comportamientos especulativos y las consabidas «burbujas» inmobiliario-financieras⁸⁵ que desembocaron en una caída sin paliativos del PIB. Un declive además confirmado por tasas de crecimiento negativas para todos los inputs de recursos naturales. Como es sabido, el momento más agudo de la crisis coincidió con una oleada de especulación contra el Sistema Monetario Europeo (SME) y de escepticismo político respecto al futuro de la Unión Económica y Monetaria (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 c.f. comenzó a experimentar tasas positivas de crecimiento (2,5 por 100) alimentadas por un incremento importante de los inputs de recursos naturales no renovables (5,4 por 100) muy por encima del PIB c.f. y de los VAB de los diferentes sectores (industria, construcción y servicios), llevándose la palma los minerales no metálicos (12,3 por 100), los productos de cantera (6,3 por 100) que triplicaron al PIB c.f.; seguidos por las sustancias metálicas (4, por 100) y los productos energéticos (0,7 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 mengua la producción— quedando al margen del proceso de recuperación general.

Una recuperación que, en términos de crecimiento del PIB, comienza en el segundo quinquenio de la década de los noventa pero que, en lo extractivo, se caracteriza por una caída sin paliativos en la actividad de las explotaciones internas de carbón y de minerales metálicos como el hierro o el cobre. Las tasas negativas del 4 y del 23,5 por 100 respectivamente para los productos energéticos y los minerales metálicos dan una idea del impacto que el abandono de los yacimientos y el cierre de unas empresas que apenas pueden competir con los minerales y combustibles de otros países, ha producido en el sector minero nacional. Como el grueso de las manufacturas se venía abasteciendo desde hacía años con cargo a los minerales importados, el choque sobre el consumo no fue tan grave. Y a la vez que asistimos al declive de la minería metálica

y energética doméstica, en ese quinquenio final de los noventa se produce un crecimiento notable de los productos de cantera, doblando ampliamente la tasa de crecimiento del PIB c.f. y alimentando un «boom inmobiliario» en precios y cantidades cuyas consecuencias patrimoniales analizaremos con más detalle en el último capítulo.

En fin, si en este punto echamos la vista atrás para hacer balance físico de la ya larga historia de extracción acumulada de recursos no renovables, veremos que ésta, con todas las consideraciones expuestas, se ha saldado con el agotamiento irreversible de varios yacimientos de sustancias tradicionales como hierro, plomo y otros minerales. Sin embargo, a la vez, se observa que otros minerales (arcillas especiales y varios minerales industriales) han tomado el relevo a los «tradicionales» domésticos, impidiendo así que las «rotopalas» y los «minadores» propios de las explotaciones vie-ran interrumpida su actividad definitivamente. Aunque tal vez, «...ha llegado ya la hora de aceptar que no necesariamente es la mejor política minera aquella que propugna y consigue maximizar la extracción de recursos»⁸⁶. Entre tanto, veamos si la economía española ha utilizado eficientemente estos recursos o cada vez exige más cantidad de los mismos para producir los bienes y servicios.

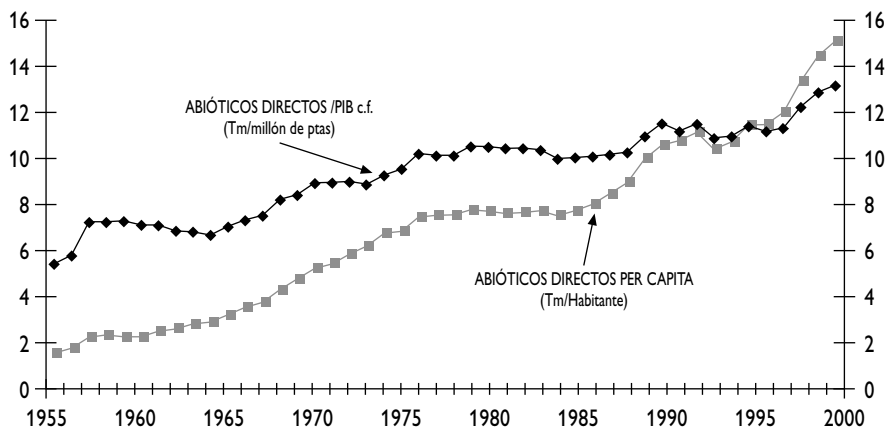
4. UNA DESMATERIALIZACIÓN ECONÓMICA QUE NO ACABA DE LLEGAR

Habiendo aportado información sobre el volumen de flujos abióticos *directos* extraídos dentro y fuera de nuestras fronteras, 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, como ya hemos analizado en otro capítulo, la polémica desmaterializadora se presentó comparando la evolución del consumo de energía con el incremento del PIB, hablándose de 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.

Dado que la extracción de recursos no renovables *directos* —incluidas ahora las semimanufacturas— se multiplicó por 13 entre 1955 y 2000, doblando al crecimiento del PIB c.f. para ese mismo período, la economía española pasó de requerir 45 millones de toneladas de recursos no renovables *directos* en 1955 para generar una renta de 8,3 billones (en pesetas de 1986);

Gráfico 3.8

Rematerialización relativa de la economía española según los inputs abióticos directos, 1955-2000



Fuente: *Ibid.*

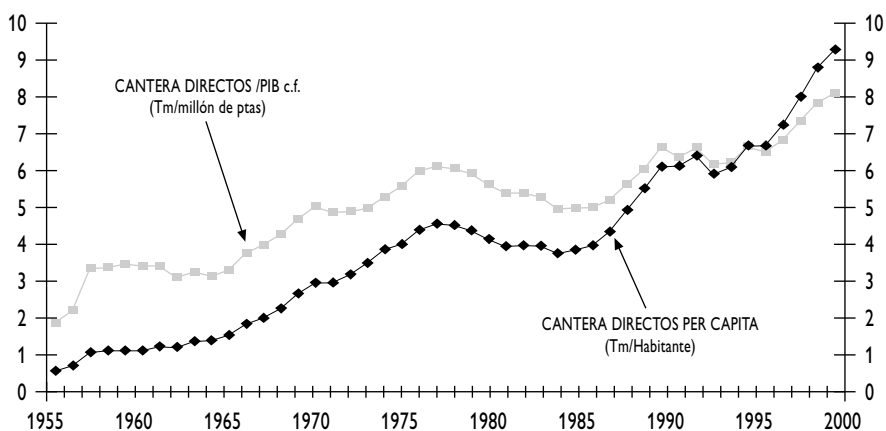
a necesitar, cuarenta y cinco años después, 611 millones de toneladas para conseguir una renta de 46,3 billones de pesetas. Esto quiere decir que entraban en 2000 más del doble de flujos físicos no renovables por millón de pesetas constantes de PIB c.f. que en 1955: exactamente, hemos pasado de las 5,4 toneladas/millón de PIB c.f. a mediados de siglo, a las 13,1 toneladas de energía y materiales no renovables por millón de pesetas en 2000.

Cabe preguntarse además si desde el punto de vista relativo de la utilización «per capita», las conclusiones avanzan por la misma senda. Lamentablemente esta última perspectiva deja lugar a pocas dudas tal y como se deduce a nivel agregado del Gráfico 3.8: mientras el PIB c.f. por habitante se ha multiplicado por 5,5 entre 1955 y 2000, la entrada de recursos naturales abióticos (no renovables) en forma de *inputs per capita* casi ha doblado aquella tasa aumentando en casi 10 veces en el mismo período, pasando de 1,56 toneladas por habitante a mediados de siglo, a las 15 toneladas de 2000. La tendencia creciente sin paliativos para el conjunto de este tipo de *inputs* se ratifica cuando observamos que el ritmo de crecimiento *per capita* en la extracción e importación de recursos abióticos directos ha sido en cada fase del ciclo siempre superior o, como mucho igual, al incremento del PIB c.f. por habitante. Parece, pues, razonable pensar que, en las épocas de auge, los incrementos en el PIB c.f. *per capita* se obtienen siempre gracias a sacrificios *más que proporcionales* en términos de utilización de inputs naturales; corroborándose la tendencia, pero a la inversa, en algunas fases de recesión como la acontecida en 1991-1993. Todo lo cual pone de manifiesto que el modo de producción y consumo de una fracción de población en estancamiento y declive requiere cada vez más recursos para la fabricación de unos bienes y servicios que sin embargo son crecientes.

Así pues, tal y como refleja el Gráfico 3.8, y en lo referente a la relación con el PIB c.f., más que de un proceso generalizado de «desmaterialización relativa», parece más razonable hablar de sucesivos episodios de estabilidad en los requerimientos de recursos no renovables directos, seguidos de procesos intensos de «rematerialización» al hilo de los diferentes ciclos de auge, aunque en una clara tendencia a largo plazo intensiva en el uso de recursos. 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 las fracciones involucradas. 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 creciente entre 1955 y 2000 o, en el peor de los casos, estable con leves oscilaciones a la baja desde comienzos de los ochenta⁸⁷.

Comenzando por la evolución de la fracción más importante, los productos de cantera, a excepción de los peores años de la crisis de los setenta y comienzos de los ochenta, la expansión de los *requerimientos por unidad de PIB c.f.* muestran una sincronía importante con las fases de crecimiento sobre todo la comenzada en 1985 hasta 1991, en que se pasa de las 4,9 toneladas por millón hasta las 6,3, es decir, una tasa de crecimiento anual del 4,1 por 100. No es casual que por esas fechas el sector de la construcción experimentara un crecimiento medio de su VAB del 8,4 por 100, poniéndose de manifiesto que la economía española fió su recuperación a la expansión de una actividad muy exigente en términos de recursos naturales, y que se postuló como el «motor» del auge económico de finales de los ochenta (Gráfico 3.9).

Gráfico 3.9
Inputs relativos de productos de cantera de la economía española, 1955-2000



Fuente: *Ibid.*

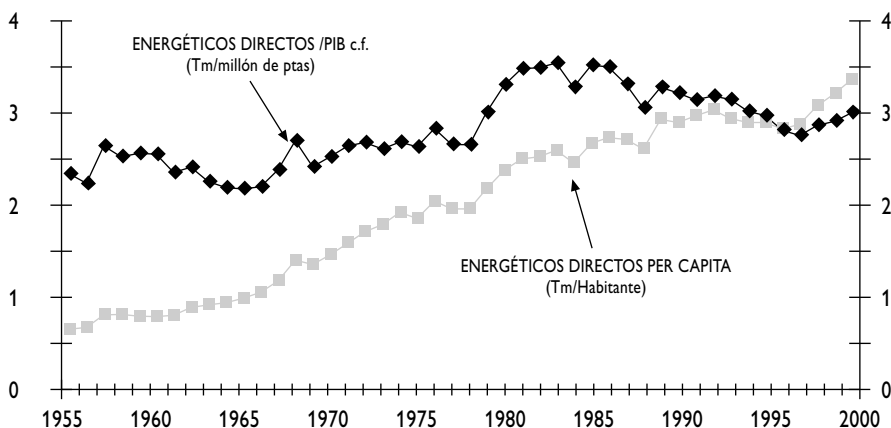
Lo que se compadece bien con la expansión de los requerimientos relativos que, en términos de productos de cantera, ha experimentado la economía española en los cuarenta y cinco años objeto de estudio, dado que también las exigencias *per capita* crecieron a buen ritmo desde 1955 y sólo experimentan un estancamiento en los años más agudos de la crisis (1977-1985) para recuperarse al calor del *boom* inmobiliario de la segunda parte de los ochenta, con un leve descenso en 1991-1993.

Pero si dejamos de momento al margen la evolución en tonelaje mostrada por esta fracción —que arrastra en cierta medida al resto— la rigidez a la baja y a largo plazo ofrecida por los requerimientos relativos de otros flujos como, por ejemplo, los productos energéticos, ha escondido un proceso significativo de sustitución de fuentes domésticas por flujos importados de modo que los descensos de los primeros fueron compensados por los aumentos de los segundos.

En el Gráfico 3.10, se observa que las pérdidas de eficiencia se ven compensadas, desde mediados de la década de los ochenta, con períodos de mejora en el uso de la energía por unidad de PIB c.f.; por lo que, lejos de adoptar una pauta clara de desmaterialización relativa, la economía española parece seguir un comportamiento que combina las fases de «desmaterialización» con las de «rematerialización» energética. Hecho éste que corroboraría la tesis de Sander De Bruyn y Johannes Opschoor comentada páginas atrás, dando lugar a una senda de crecimiento en forma de «N», más que a la famosa «U» invertida de Kuznets⁸⁸.

Así las cosas, mientras que en 1955 el *input* energético primario de combustibles fósiles por unidad de producto⁸⁹ ascendía a 1,31 toneladas equivalente de petróleo (tep)/millón de pese-

Gráfico 3.10
Inputs relativos energéticos primarios de la economía española, 1955-2000



Fuente: *Ibid.* Incluye las semimanufacturas energéticas importadas.

tas (0,65 de origen doméstico y 0,66 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 3,0 tep/millón (0,49 nacionales y 2,51 del resto del mundo)⁹⁰. 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 Unido⁹¹. 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 (doméstico e importado) en España por unidad de PIB (excluida la hidroelectricidad), lejos de descender, aumentó a una tasa del 2,5 por 100. Si dejamos al margen las equivalencias en tep y nos fijamos en el tonelaje extraído, el incremento fue aún más espectacular llegando a una tasa del 4,6 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]»⁹².

Un comportamiento éste avalado por la peculiar política económica adoptada por los últimos gobiernos franquistas, y perpetuada por la UCD hasta finales de los setenta. Pues mientras en casi todos los países el incremento de precios del crudo se trasladó en gran medida a los consumidores, en nuestro país se llevó a cabo una estrategia de subvención pública a los combustibles para que siguieran manteniendo los mismos niveles anteriores a la crisis de 1973, lo que eliminaba el estímulo que pudiera haber para lograr una mayor eficiencia en el uso o un ahorro sustancial en el volumen total utilizado. Una estrategia, sin embargo, que se vio truncada con el segundo *shock* petrolífero en 1979 y la adopción de una serie de políticas de reestructuración del capitalismo en España que conllevaron el cierre y declive de numerosas industrias que, como en el caso de la siderurgia y la construcción naval, se mostraban especialmente intensivas en el uso de combustibles fósiles. Lo cual explica que sea precisamente a comienzos de los ochenta cuando la eficiencia energética global mejore en términos relativos.

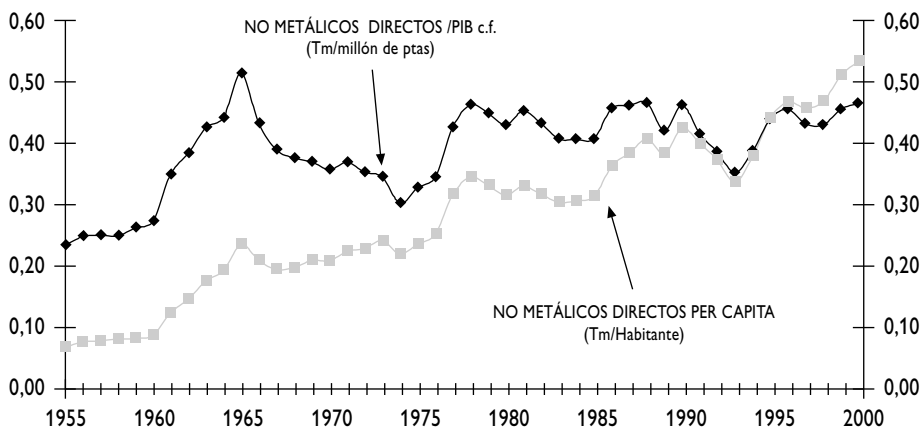
A estas alturas se puede afirmar que en el período de crisis, a pesar de ser una coyuntura «favorable» para reestructurar la política energética y de abastecimiento de nuestro país, los sucesivos Planes Energéticos Nacionales (PEN) que pretendían racionalizar el consumo resultaron estériles a la hora de incidir en los aspectos relativos al ahorro y la diversificación del suministro. Ese fue el caso del PEN-75 que, por suerte, nunca se aplicó, y que lejos de introducir crite-

rios de eficiencia y renovabilidad energética apostaba fuertemente por la energía nuclear como solución a la dependencia del exterior; o el PEN-77 que tampoco entró en vigor, y aunque reducía el peso de esta última, intentaba paliar la dependencia del crudo externo haciendo hincapié en el carbón nacional sin mencionar otras fuentes de energía alternativas a las convencionales. Por último, los dos únicos planes que estuvieron vigentes en aquellos años de crisis fueron el PEN-78 y el PEN-83 y ninguno de ellos apostó decididamente por modificar los parámetros energéticos en su relación con el medio ambiente y el largo plazo⁹³.

Por lo que hace a otras fracciones de recursos abióticos como los minerales no metálicos, del Gráfico 3.11 se desprende que, aunque globalmente pasaron de 0,24 toneladas por millón de PIB c.f. en 1955 a las 0,46 de 2000, con un fuerte componente doméstico en ambos casos, alcanzaron su máximo en 1965 con 0,51 toneladas a consecuencia de un incremento sustancial de las semimanufacturas, en concreto de los cementos hidráulicos, para oscilar lentamente hasta mediados de los noventa y situarse en las 0,46 toneladas de 2000. La preponderancia de los productos de cantera en el crecimiento de la segunda mitad de los ochenta, unido a la pérdida de peso de la agricultura como principal consumidor de la mayor sustancia de esta fracción (la extracción de potasas para fertilizantes) contribuyó al lento declive de este grupo de recursos en términos relativos, aunque los años finales de la década de los noventa viesen una cierta recuperación. A pesar de ello, en el período de estudio, los requerimientos *per capita* directos de estas sustancias se multiplicaron casi por ocho entre 1955 y 2000 pasando de 0,07 a 0,53 toneladas/habitante.

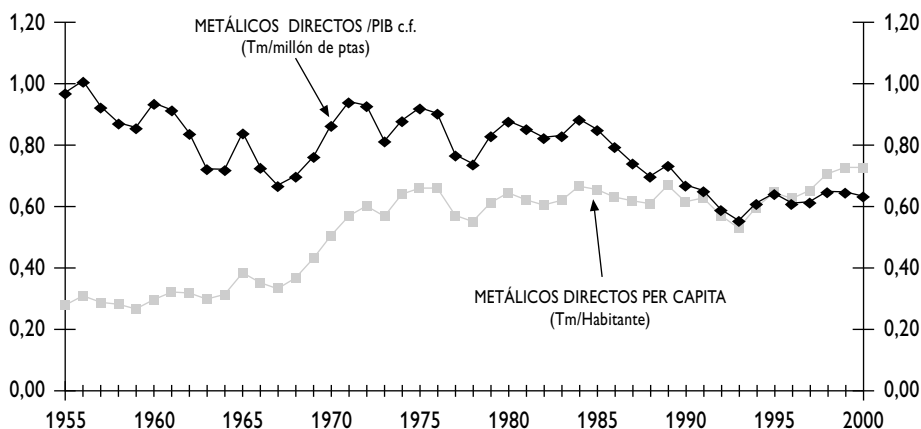
En cuanto a los minerales metálicos, tal y como se observa comparando el Gráfico 3.11 con el Gráfico 3.12, a largo plazo se produce una convergencia entre éstas sustancias y los mine-

Gráfico 3.11
Inputs relativos de minerales no metálicos de la economía española, 1955-2000



Fuente: *Ibid.* Incluye semimanufacturas de minerales.

Gráfico 3.12
Inputs relativos de minerales metálicos de la economía española, 1955-2000



Fuente: *Ibid.* Incluye semimanufacturas metálicas.

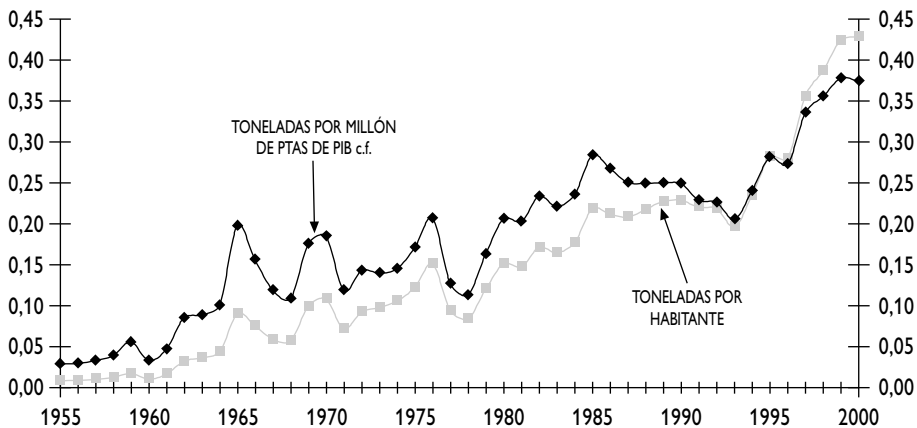
rales no metálicos en la utilización por unidad de PIB c.f. a partir de finales de los setenta. Acercamiento que se une a la tendencia manifestada por los minerales metálicos que son las únicas sustancias que experimentarán un descenso relativo en términos de PIB c.f. (aunque no *per capita*) considerando todo el período 1955-2000. La economía española pasó así de requerir en forma de inputs 0,97 toneladas por millón en 1955 (0,28 *per capita*) a las 0,64 de 2000 (0,73 *per capita*). También aquí aflora el efecto del resto del mundo, pues desde el práctico autoabastecimiento hasta comienzos de los setenta, la reducción en la utilización relativa de estos inputs convive con un desplazamiento hacia el exterior en el suministro de dichos flujos, a saber: de las 0,64 toneladas por millón de 2000, 0,61 (el 92 por 100) serán aportadas por otros territorios, dejando el 5 por ciento restante para la extracción doméstica. Esta caída tan drástica respecto al PIB c.f. se explica en parte, tanto por la progresiva complementariedad como por la «sustitución» de materias primas metálicas en los procesos productivos, en favor de materiales sintéticos y otros productos que encuentran su origen en la expansión de la industria química, y en la mayor participación de ésta en la configuración del PIB de las naciones industrializadas⁹⁴.

Ahora bien, conviene sin embargo matizar algo más estas últimas palabras dado que el comercio internacional no sólo permite la importación de minerales metálicos en forma bruta sino que se da la posibilidad de conseguir los propios metales de manera directa, limpios de polvo y paja, como consecuencia del proceso de refinado. En este caso se trataría de materiales semi-manufacturados por lo que no entrarían del todo dentro de la categoría de recursos naturales primarios, aunque sí es preciso tenerlos en cuenta, y así lo hacen los estudios reseñados en el capítulo segundo. Este mecanismo comercial cada vez más generalizado entre los países ricos permite obte-

ner los materiales deseados sin incurrir en el coste ambiental de extracción y concentración, ni en el posterior proceso industrial de refinado y elaboración de lingotes para el consumo o la exportación. Aparece así una fórmula que permite, poco a poco, eludir a los países pudientes las peores consecuencias ambientales de algunas actividades extractivas reservando para las naciones empobrecidas la contaminación cada vez mayor asociada a las explotaciones mineras. La economía española no parece ser una excepción a esta tendencia y así lo muestra el hecho de que al incluir las semimanufacturas, las tendencias descritas sobre los inputs de minerales metálicos se amortigüen bastante. La trayectoria ascendente del Gráfico 3.13 permite ver que el comportamiento seguido por nuestro país a partir de mediada la década los ochenta, cuando la intensidad de uso de los inputs metálicos comenzaba a descender, se endereza al aflorar las importaciones de hierro y acero fundidos, cobre y plomo ya tratados y listos para su uso por parte de la industria. Teniendo esto en cuenta, los inputs relativos de sustancias metálicas no se desplomaron tanto como cabría esperar resultando las cifras ya comentadas, y gracias a que, en 2000, de las 0,64 tm/millón, el 57 por 100 se correspondían con las semimanufacturas importadas cuya expansión espectacular en el último quinquenio de lo noventa aparece recogida en el Gráfico 3.13.

Después de este repaso por los diferentes grupos de sustancias y su evolución en términos de «desmaterialización relativa», valdrá la pena ahora volver un poco sobre nuestros pasos y recuperar la tesis de la «rematerialización» aportada por De Bruyn y Opschor. Un argumento que, como se recordará, daba lugar a una trayectoria de la CKA más bien en forma de «N», esto es, que a la aparición de períodos de cierta desconexión o estancamiento en la intensidad de uso de la energía y los materiales, le seguían épocas de fuerte aumento de los requerimien-

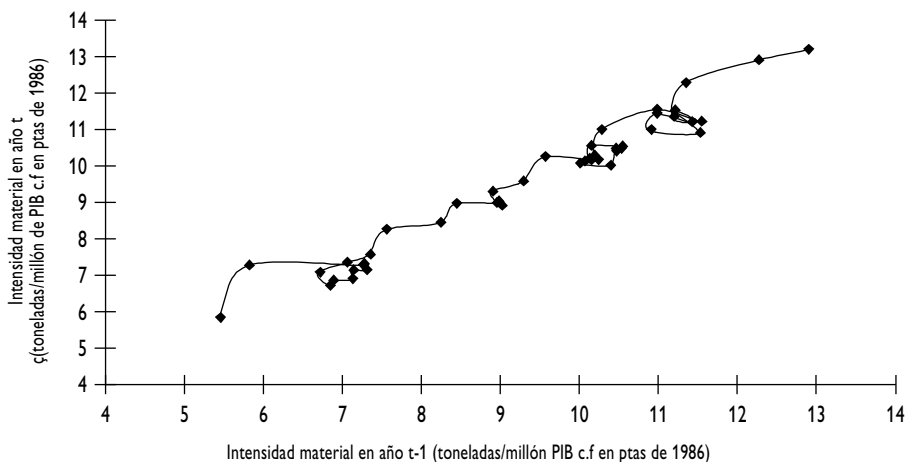
Gráfico 3.13
Inputs relativos de semimanufacturas metálicas importadas, 1955-2000



Fuente: *Ibidem*.

tos. Páginas atrás mencionamos que el caso energético parecía amoldarse correctamente a ese patrón, y lo que ahora trataremos de mostrar es hasta qué punto el conjunto de los recursos abióticos sigue o no esa senda. Para ello elaboraremos un diagrama de fases en el que una variable se representa en dos dimensiones: por un lado el valor que toma en el año actual «t» y el valor en el año anterior «t-1». Este esquema corrobora los anteriores argumentos sobre la inexistencia de un proceso desmaterializador importante en España a largo plazo. Como el proceso descrito, aunque presenta una tendencia general ascendente, intercala períodos de estancamiento o leves mejorías en cuanto a la intensidad de uso, conviene saber en qué momento del tiempo se produce la ruptura con esas épocas de intensidad relativa más o menos constante, para después avanzar «a saltos» por el camino de la rematerialización. Este dato nos lo proporciona el diagrama de fases. Por ejemplo, de existir desmaterialización, el Gráfico 3.14 mostraría una trayectoria descendente. Sin embargo, lo que se percibe es la existencia de algunos años —denominados «puntos atractores»— en los que la intensidad relativa permanece constante durante algún tiempo, antes de entrar en un nuevo período de aumento de los requerimientos de recursos por unidad de PIB fruto de cambios tecnológicos, institucionales o de tipo organizativo. En este caso, se observan dos puntos atractores: uno en la primera parte de la década de los sesenta, y un segundo a finales de la década de los ochenta, lo que estaría en consonancia con las reflexiones mantenidas en este epígrafe respecto a la evolución de los recursos energéticos y los productos de cantera fundamentalmente. Por otro lado, hay que tener presente que, al tratarse de un indicador agregado, en los puntos atractores se solapan y compensan las tendencias des-

Gráfico 3.14
Evolución «a saltos» de la intensidad material de los Inputs Abióticos Directos, 1955-2000



Fuente: *Ibid.*

materializadoras de algunas sustancias, con las trayectorias más intensivas presentadas por otros grupos de recursos; acompañando a ello tanto los procesos de sustitución y complementariedad entre materiales dentro de un mismo tipo de recursos (petróleo y carbón), como la progresiva sustitución de mercancías domésticas por importadas. Cuestiones, por otro lado, que sería interesante estudiar sector a sector.

5. LOS FLUJOS OCULTOS DE LAS ACTIVIDADES EXTRACTIVAS: UNA APROXIMACIÓN A LA MOCHILA DE DETERIORO ECOLÓGICO DE LA MINERÍA EN ESPAÑA

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 no renovables exige un coste adicional en recursos que son necesarios «destruir» para obtener en forma útil lo que más tarde se incorporará a la cadena del valor económico. No hay que olvidar que esta vertiente de la polémica es relativamente antigua pues ya en 1546 Georg Bauer, —de nombre latino Agrícola— aún siendo un ferviente defensor de la extracción minera, recogía en su célebre texto *De Re Metallica*, los argumentos de aquellos que, antiguamente, mostraban sus dudas sobre los beneficios sociales y ambientales de la minería:

«el argumento más fuerte de los detractores es que las operaciones mineras devastan los campos (...), los bosques y los sotos porque hay necesidad de una cantidad inacabable de madera para construcción, para la maquinaria y para la fundición de metales. Y cuando se han derribado los montes y los sotos, quedan exterminados los animales y los pájaros, muchos de los cuales constituyen un agradable manjar para el hombre. Además cuando se lavan los minerales, el agua que se ha utilizado contamina los arroyos y los ríos y o bien destruye los peces o los hace huir. Por consiguiente, los habitantes de esas regiones, debido a la devastación de sus campos, sus bosques, sus sotos, sus arroyos y sus ríos, encuentran dificultad para obtener lo necesario para la vida»⁹⁵.

Es cierto, sin embargo, que —tal y como nos cuenta Lewis Mumford— Bauer dedicó abundantes páginas a la defensa de la minería y a refutar los argumentos de sus detractores, lo que no impidió que siglos después se reprodujera —esta vez ampliado— el mismo debate⁹⁶. Una polémica que en un territorio como la península ibérica adquiere especial relevancia dada la larga trayectoria de las actividades extractivas en nuestro país. Desafortunadamente, a pesar de los

motines reivindicando la mejora de las condiciones de trabajo en las minas, 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 ahogaron durante largo tiempo la crítica ecológico-social de estas actividades económicas. Una postura ésta de contestación minoritaria que ha venido destacando hasta nuestros días las consecuencias que en términos de consumo de agua, energía, materiales y generación de residuos y deterioro ambiental 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. Esto ha dificultado especialmente unas relaciones entre minería y medio ambiente que, simplificando, se pueden resumir en tres elementos.

De un lado, estaría la *agresividad intrínseca* de una actividad donde «...los materiales deben extraerse, a modo de tumor, mediante operaciones quirúrgicas que dejan huecos o cicatrices más o menos espectaculares o visibles»⁹⁷; 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 mismo⁹⁸.

Como se especifica con más detalle en el anexo metodológico, los datos razonablemente solventes de extracciones globales contrastan con la escasez de información a nivel microeconómico, y la «carencia generalizada de datos precisos y fiables sobre el conocimiento de los tonelajes y leyes de nuestros yacimientos»⁹⁹. No en vano, como 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»¹⁰⁰. Circunstancia que, a la hora de calcular las mochilas de deterioro ecológico o flujos ocultos¹⁰¹, nos ha llevado a efectuar estimaciones que completen la información disponible con la ayuda de coeficientes que para casos análogos se han utilizado en la literatura. Aunque el detalle del procedimiento seguido para el cálculo se puede consultar en el anexo metodológico, cabe señalar que, siempre que se ha podido, se han tenido en cuenta las dos partes que componen los flujos ocultos (ganga, o flujos subordinados, y estériles o sobrecarga). Distinción que adquiere especial importancia en el caso de los minerales metálicos pues es sabida la relación inversa entre el contenido en metal de las menas y la ganga y los estériles asociados a su explotación¹⁰². 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 escala agregada, 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 cálculos futuros que mejoren las cifras aquí presentadas, este fenómeno haya 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 100¹⁰³, 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»¹⁰⁴, y por esta razón hubo que esperar hasta 1970 para que la puesta en funcionamiento de la nueva fundición de Huelva permitiera el 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)¹⁰⁵, a lo que habría que sumar que en las fases posteriores a la extracción, los yacimientos españoles necesitasen de unas molindas especialmente finas para liberar el metal, en comparación con las mismas necesidades de otros yacimientos extranjeros. Circunstancia que provoca 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 cobre 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 dificultado¹⁰⁶. 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 metal 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 sobrecarga¹⁰⁷. Cifras todas importantes si consideramos que, en el caso de Estados Unidos, «el sector de la 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»¹⁰⁸. Unas cifras, por cierto, muy similares a las que se pueden encontrar en el caso de la minería española.

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 acti-

vidad 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*. Se comprende entonces que la economía española sea crónicamente deficitaria en términos de metal de cobre llegando en esa fecha a una dependencia del 85,5 por 100¹⁰⁹. 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)¹¹⁰ como la mala calidad del mineral (con alto contenido en fósforo y, en ocasiones, azufre) han tenido repercusiones ambientales directas. Lo mismo cabe decir también del cinc, del plomo, del estaño o del wolframio con leyes generalmente entre el 1 y el 2 por 100¹¹¹.

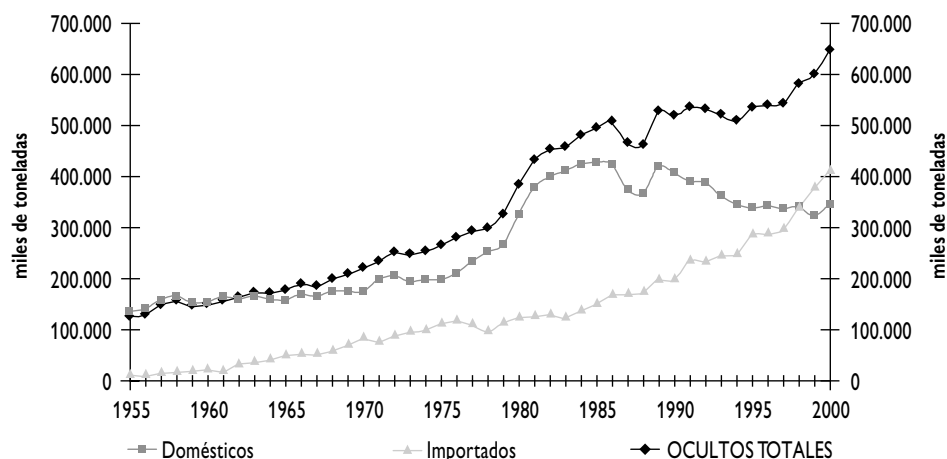
Ahora bien, el resultado final en términos de impacto ambiental *cuantitativo* sobre el territorio no sólo depende del esfuerzo que hay que hacer para extraer minerales con menores leyes, sino de la forma de laboreo empleada en esa tarea. De las dos maneras tradicionales de trabajar la mina —subterráneamente 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 metal que la minería subterránea¹¹², y que en el caso de nuestro país, numerosas explotaciones han adoptado esta forma de extraer el mineral como lo demuestran los casos del cobre, el estaño, o el wolframio donde la proporción entre el cielo abierto y la minería subterránea viene a ser de dos tercios y un tercio. A decir verdad, a medida que se reducen las leyes, la minería a cielo abierto surge como la opción más apreciada lo que se demuestra además por el espectacular incremento experimentado en el consumo de explosivos en los últimos años que ha pasado, por ejemplo, de las 17 mil toneladas en 1971 a las 62 mil de 2000, a lo que no fue ajeno una peculiar coyuntura minera en declive que buscaba rentabilidad al menor coste. La Tabla 3.6. pone de manifiesto la importancia adquirida por esta técnica en relación a las toneladas de mineral obtenidos, mostrándose cómo las sustancias metálicas hasta 1995 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 como lo demuestra el que en el último quinquenio del siglo estos requerimientos aumentaran en 9 veces en relación al mineral metálico extraído. Pero además de los explosivos, la agresividad de la minería a cielo abierto se ha visto complementada por la creciente adquisición de maquinaria pesada en las explotaciones, lo que ha posibilitado un mayor arranque del mineral de mane-

Tabla 3.6
Evolución del consumo de explosivos y la extracción de minerales domésticos
por grupos de sustancias, 1971-2000
(kilogramos por tonelada)

	1971	1980	1990	1995	2000
Energéticos	0,32	0,20	0,19	0,31	0,43
M. Metálicos	0,48	1,11	1,14	1,45	13,5
M. No metálicos	0,36	0,25	0,18	0,15	0,17
P. Cantera	0,04	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	0,14	0,19	0,13	0,13	0,15

Fuente: Elaboración propia con datos de Estadística Minera de España.

Gráfico 3.15
Inputs Ocultos Abióticos de la economía española, 1955-2000
(según origen)



Fuente: Elaboración propia sobre las fuentes citadas en el anexo metodológico. Aunque los flujos excavados se consideran ocultos abióticos los consideraremos en un epígrafe posterior. Aquí sólo tendremos en cuenta aquellos flujos ocultos que tienen un referente en los flujos directos.

ra continua a través de instrumentos como las rotopalas o excavadoras de rodete que permiten no sólo el arranque sino también la carga, sin menoscabo de la maquinaria utilizada tradicionalmente.¹¹³

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

ye, dada la naturaleza de nuestra investigación, otro tipo de impactos derivados de la extracción como podrían ser la ocupación de territorio, el vertido de 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.¹¹⁴

Tal y como se desprende del Gráfico 3.15. y la Tabla 3.7. los *inputs ocultos* (domésticos e importados) de todas las sustancias abióticas sumaban en 2000 los 645 millones de toneladas (hay que advertir que, aunque los flujos excavados se consideran ocultos en el total, los consideraremos en un epígrafe posterior ya que, de momento, nos interesan sólo aquellos flujos ocultos que tienen un referente en los flujos directos anteriores). El grueso de esta auténtica «mochila ecológica» se viene repartiendo durante casi todo el período entre los minerales metálicos y los productos energéticos, dominando ambos en su totalidad en los primeros años del período, para luego, desde la década de los ochenta, ir cediendo algo de terreno a favor de los metales importados y los productos de cantera.

Tabla 3.7
Evolución de los inputs abióticos ocultos por tipos de sustancias, 1955-2000
(excluidos flujos de excavación, miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	85.793	94.357	109.817	289.268	275.752	262.814	250.453	263.643
Domésticos	82.528	91.996	81.738	237.260	198.745	188.416	168.581	139.215
Importados	3.265	2.361	28.079	52.008	77.007	74.398	81.872	124.428
Minerales metálicos	27.760	37.915	65.051	100.273	98.944	94.861	83.213	115.080
Domésticos	27.288	35.076	41.997	78.376	59.599	48.853	37.894	42.632
Importados	472	2.839	23.054	21.897	39.345	46.008	45.319	72.448
Minerales no metálicos	3.513	5.079	8.746	25.137	16.474	14.150	17.706	30.520
Domésticos	1.321	2.132	5.179	15.615	9.643	9.117	10.259	9.535
Importados	2.192	2.947	3.567	9.522	6.831	5.033	7.447	20.985
Productos de cantera	4.619	11.190	40.695	41.979	66.368	64.089	72.741	104.827
Domésticos	4.619	11.149	40.637	41.885	65.893	63.638	72.259	103.769
Importados	0	41	58	94	475	451	482	1058
Semimanufacturas energéticas	487	777	1063	1467	2242	2706	3340	3.098
Semimanufacturas metálicas	1.461	5.591	37.062	43.080	68.970	75.760	98.498	118.093
Semimanufacturas minerales	87	108	867	68	5.579	4.699	7.041	10.526
TOTAL	123.720	155.017	263.301	501.272	534.329	519.079	532.992	645.787
Domésticos	115.756	140.353	169.551	373.136	333.880	310.024	288.993	295.151
Importados	7.964	14.664	93.750	128.136	200.449	209.055	243.999	350.636

Fuente: Elaboración propia sobre las fuentes citadas en el anexo metodológico. Aunque los flujos excavados se consideran ocultos abióticos los consideraremos en un epígrafe posterior. Aquí sólo tendremos en cuenta aquellos flujos ocultos que tienen un referente en los flujos directos.

Cabe subrayar que, 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 directamente importados en forma más o menos pura. 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 semimanufacturas metálicas, la suma de ambas asciende al 36 por 100 del total de flujos ocultos, lo que pone sobre el tapete el mayor impacto de una minería que es precisamente minoritaria en términos de contribución a las sustancias directas utilizadas por la economía. En este sentido hay que advertir que, tal y como muestra la Tabla 3.9., los minerales metálicos globalmente considerados han generado crecientes mochilas de deterioro ecológico, al pasar de las 3,54 toneladas como media por tonelada de sustancia directa extraída en 1955 a las 9,48 de 2000.

Esto supone también una intensificación y desplazamiento hacia la explotación de minerales con mayores costes ambientales tanto en términos domésticos como importados, habida cuen-

Tabla 3.8
Estructura porcentual de los inputs ocultos abióticos, 1955-2000

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	69,3	60,9	41,7	57,7	51,6	50,7	47,0	40,8
Domésticos	66,7	59,3	31,0	47,3	37,2	36,3	31,6	21,6
Importados	2,6	1,5	10,7	10,4	14,4	14,3	15,4	19,3
Minerales metálicos	22,4	24,5	24,7	20,0	18,5	18,3	15,6	17,8
Domésticos	22,1	22,6	16,0	15,6	11,2	9,4	7,1	6,6
Importados	0,4	1,8	8,8	4,4	7,4	8,9	8,5	11,2
Minerales no metálicos	2,8	3,3	3,3	5,0	3,1	2,7	3,3	4,7
Domésticos	1,1	1,4	2,0	3,1	1,8	1,8	1,9	1,5
Importados	1,8	1,9	1,4	1,9	1,3	1,0	1,4	3,2
Productos de cantera	3,7	7,2	15,5	8,4	12,4	12,3	13,6	16,2
Domésticos	3,7	7,2	15,4	8,4	12,3	12,3	13,6	16,1
Importados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Semimanufacturas energéticas	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5
Semimanufacturas metálicas	1,2	3,6	14,1	8,6	12,9	14,6	18,5	18,3
Semimanufacturas minerales	0,1	0,1	0,3	0,0	1,0	0,9	1,3	1,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	93,6	90,5	64,4	74,4	62,5	59,7	54,2	45,7
Importados	6,4	9,5	35,6	25,6	37,5	40,3	45,8	54,3

Fuente: Elaboración propia.

ta también del incremento de la ganga y los estériles por la progresiva extracción de yacimientos con menor ley que en este caso está considerado parcialmente. No en vano aquí se incluyen, por ejemplo, y dependiendo de los años, las casi 500 toneladas que en forma de ganga, estériles y sobrecarga se generan en la extracción de una tonelada de cobre, las 4 para el caso del hierro, las casi 80 del plomo, las 7 del cinc, las más de 400 del mercurio, o las 150.000 para el caso del oro. Así mismo, el comportamiento de los minerales no metálicos y los productos de cantera presentan unas cifras más estables situándose la mochila ecológica de esas sustancias por debajo de las otras dos fracciones. Mientras, en los productos energéticos, la reducción de su mochila ecológica se debe a un desplazamiento en su composición desde los carbones con una alta relación ocultos/directos (de 5,7 para la hulla y la antracita y de 6,05 para el lignito) hacia el petróleo que genera un menor tonelaje de residuos por tonelada extraída¹¹⁵. Lo que,

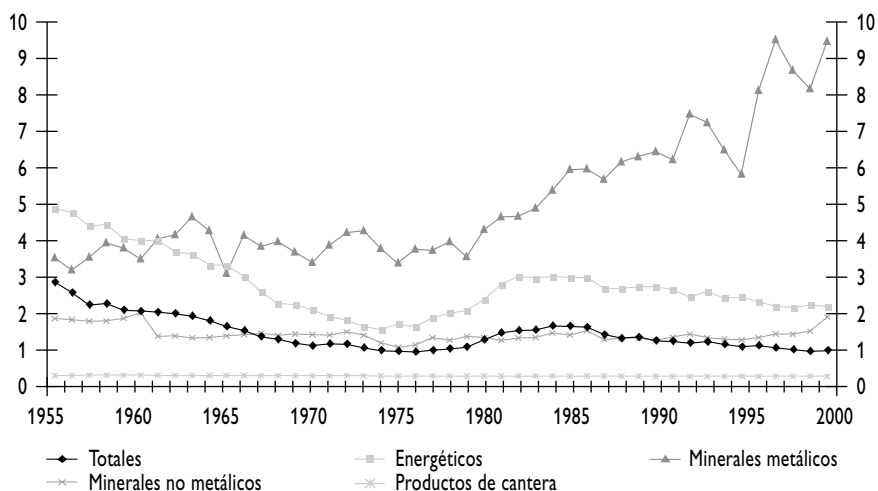
Tabla 3.9
Evolución de la «mochila ecológica» por grupos de sustancias abióticas, 1955-2000
(tm oculto/tm directo)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	4,88	4,01	1,71	3,00	2,65	2,61	2,45	2,20
Domésticos	5,79	5,79	5,10	5,60	5,58	5,69	5,72	5,84
Importados	0,98	0,31	0,58	0,96	1,13	1,10	1,13	1,30
Minerales metálicos	3,54	4,05	3,39	5,96	6,22	7,25	5,83	9,48
Domésticos	3,51	3,91	3,51	7,70	10,27	13,60	11,00	47,40
Importados (*)	6,10	7,24	3,19	3,29	3,89	4,84	4,19	6,44
Minerales no metálicos	1,86	1,31	1,08	1,41	1,36	1,34	1,28	1,91
Domésticos	1,20	0,81	0,80	0,94	1,03	1,09	0,97	0,84
Importados	2,78	2,84	2,23	2,73	2,45	2,29	2,26	4,54
Productos de cantera	0,30	0,31	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
Domésticos	0,30	0,31	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
Importados	0,23	0,49	0,33	0,33	0,42	0,44	0,38	0,45
Semimanufacturas energéticas	0,34	0,74	0,67	0,25	0,19	0,19	0,30	0,18
Semimanufacturas minerales	1,65	1,42	4,33	4,11	1,68	1,83	2,07	1,88
Semimanufacturas metálicas	5,96	11,03	8,88	5,14	8,05	9,86	8,91	6,81
TOTAL	2,79	2,08	1,11	1,72	1,36	1,37	1,28	1,15
Domésticos	3,02	2,20	0,97	1,76	1,16	1,13	0,96	0,72
Importados	1,35	1,36	1,49	1,62	1,90	2,01	2,14	2,28

(*) Las mochilas de los metales importados no incluyen, por falta de datos suficientes sobre los flujos involucrados, las de los diferentes metales preciosos. Eso explica, en parte, su reducido valor en comparación con las domésticas.

Fuente: Elaboración propia con datos de MINER (varios años); *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años); *Panorama Minero*. Dirección General de Aduanas, (varios años); *Estadísticas del Comercio Exterior de España*.

Gráfico 3.16
Evolución de las mochilas ecológicas abióticas por grupos de sustancias, 1955-2000
 (tm ocultos/tm directos)



Fuente: *Ibid.*

de paso, explica por qué las proporciones de flujos ocultos sobre el total que aparecían en la Tabla 3.8 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 invertido al anterior.* Cabe señalar además que, globalmente y sin más consideraciones, la relación total ocultos/directos ha descendido, informando así del peso cuantitativamente ganado por aquellos grupos de sustancias que presentan una menor «mochila ecológica», en detrimento de las extracciones con mayores flujos ocultos.

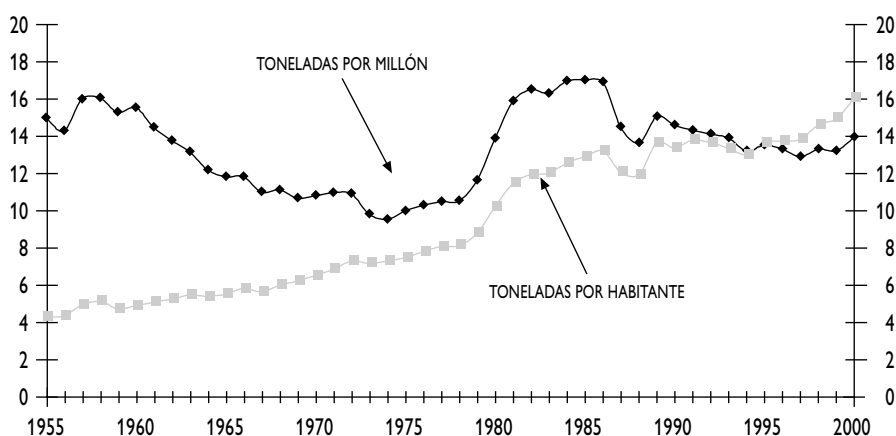
Del mismo modo que en el caso de los inputs directos, ahora merece también la pena prestar atención a la evolución comparada de los flujos ocultos y las principales variables macroeconómicas y poblacionales. Pues aquí también la variación absoluta experimentada por el total de estos *inputs* ocultos entre 1955 y 2000 (5 veces) es casi del mismo orden de magnitud que la del PIB c.f., triplicando al crecimiento de la población. Y no podía ser de otro modo ya que, en gran medida, la generación de estériles y subproductos no valorados en los procesos de extracción de recursos no renovables están íntimamente ligados a la evolución de sus correspondientes flujos directos. El Gráfico 3.17 ofrece la evolución experimentada por la relación entre la generación de estériles asociados a la extracción de recursos naturales abióticos (no renovables), la producción de bienes y servicios, y la población. Hemos pasado de las 14,8 toneladas por millón de mediados de siglo a las 14,0 de 2000. Entre medias la senda seguida ha sido dis-

par dependiendo del particular ciclo económico aunque la contribución de cada grupo de sustancias al resultado final ha sido diferente.

En la explicación de esta trayectoria influye no sólo la participación de cada grupo de flujos, sino también las variaciones internas que se han producido dentro de cada componente. Así, en los flujos ocultos de 1955, casi el 70 por 100 (10,3 toneladas por millón de las 14,8 totales) eran responsabilidad de la extracción de productos energéticos carboníferos —de origen básicamente doméstico—, suponiendo los minerales metálicos un 22 por 100 (3,3 toneladas), y el resto de sustancias una participación mucho menor. Esta situación cambiará con la fase expansiva de los años sesenta pues, como es sabido, la progresiva sustitución del carbón nacional por el crudo exterior consecuencia de la crisis carbonera iniciada en 1959 llevó a que, sin mermas en el consumo, la generación de estériles se redujera sensiblemente. A esta circunstancia hay que sumar la incorporación masiva de los productos de cantera para 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.

Es en los años 70 cuando se produce la pérdida de importancia de los flujos ocultos energéticos domésticos que alcanzan un mínimo en 1974 (con 4,03 toneladas por millón) para comenzar a remontar posiciones con el nuevo escenario de precios petrolíferos al alza. Lo que de paso explica el incremento espectacular del consumo de carbón de los años 1979 y 1980 en respuesta a la segunda alza de los precios del crudo, que será el responsable de invertir la tendencia a la

Gráfico 3.17
Inputs Abióticos Ocultos relativos, 1955-2000
 (toneladas por millón de PIB c.f. y por habitante)



Fuente: *Ibid.* Excluidos flujos excavados

baja de la «mochila ecológica por unidad de PIB c.f.». En efecto, debido al cambio en la composición del consumo energético, el período de crisis cambia las tornas y con ello también la contaminación en la actividad extractiva por unidad de producción¹¹⁶: en 1980 los flujos ocultos totales relativos recuperan los niveles de mediados de siglo y con 13,8 toneladas/millón inician una espiral ascendente llegando a las 16,6 toneladas a mediados de la década de los ochenta.

Aunque en este escenario los minerales metálicos sufrieron un declive similar, no por ello dejaron de tener la misma importancia. Al igual que ocurriera con los inputs directos, la contabilización de los flujos ocultos tras las importaciones de metales puros, compensaron la caída en las extracciones domésticas de dichas sustancias; *trasladando, de paso, los costes ambientales de la extracción a terceros países. La consecuencia de todo ello fue que las sustancias metálicas en conjunto (minerales y metales semimanufacturados importados) fueron ganando terreno hasta acaparar el 37 por 100 de las 14 toneladas de ocultos por millón generadas por la economía española en 2000.*

Si bien la evolución del indicador ocultos/PIB c.f. ha mostrado un comportamiento cíclico, pocas dudas existen respecto a la espectacular evolución de la «mochila de deterioro ecológico *per capita* (ocultos /habitante)»: casi se ha cuadruplicado en los cuarenta y cinco años considerados pasando de las 4,37 toneladas a mediados del siglo pasado a las 16,0 en 2000 (sin incluir los flujos excavados), con una tasa de variación absoluta casi idéntica al PIB por habitante. Se puede decir entonces que, en términos ambientales y desde una perspectiva de impacto *cuantitativo*, la producción de bienes y servicios *per capita* genera simultáneamente una destrucción de recursos por habitante muy similar.

6. LA CONTRIBUCIÓN DE LAS EDIFICACIONES Y LAS INFRAESTRUCTURAS A LOS FLUJOS OCULTOS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Al describir la metodología que íbamos a seguir en este trabajo, y que ya fue puesta en práctica en el estudio *Resource Flows...*, indicamos que, junto a los flujos (inputs) renovables y no renovables habitualmente considerados, también serían objeto de atención aquellos asociados a la excavación y mantenimiento de infraestructuras y edificios. Sin embargo, a la hora de llevar a cabo esta tarea aparece una cuestión conceptual algo espinosa relacionada con la propia naturaleza de estos flujos. En general, los *inputs* derivados de la excavación (movimiento de tierras y drenajes) sólo pueden obtenerse a partir de las estadísticas de residuos (*outputs*) de construcción y demolición. Esta circunstancia hace que el *input* correspondiente a este concepto deba tener el mismo valor que el *output* y por ello, la cuantificación del *stock* de infraestructuras se

Tabla 3.10
Flujos ocultos de excavación (movimiento de tierras) de infraestructuras y viviendas, 1955-2000
(miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1990	1995	1999	2000
Excavación								
Viviendas	14.112	18.651	47.173	24.121	35.377	27.937	40.468	46.214
Carreteras	—	8.288	4.055	31.817	62.496	28.439	46.415	11.594
TOTAL OCULTOS	14.112	26.936	51.228	55.938	97.873	56.376	86.784	57.808
Ocultos/VAB construcción (tm/millón)	21,5	28,3	21,5	28,1	31,1	18,0	23,6	14,7
Ocultos/PIB c.f (tm/millón)	1,6	2,5	1,4	1,4	2,7	1,4	1,9	1,2
Ocultos/Habitante	0,4	1,1	2,0	1,8	2,5	1,4	2,1	1,4
Promemoria								
Residuos de construcción y demolición(*) para 1999, entre 19 y 36 millones de tm								

Fuente: Elaboración propia. Véase el anexo metodológico. (*). Estimación del PNRCD.

mantiene intacto —sería la diferencia entre el *output* y el *input*— y resulta desconocido¹¹⁷. Además de esta dificultad «conceptual», en la redacción de *Resource Flows...* afloraron importantes diferencias entre países a la hora de estimar la cuantía de estos flujos, pues se solapaban tanto las aproximaciones directas en tonelaje, como las metodologías apoyadas en datos y costes económicos con la utilización de coeficientes constantes de movimiento de tierras por tipo de infraestructura o edificación¹¹⁸. Dadas las especiales dificultades que presenta nuestro país en materia de estadísticas ambientales —y más en lo referente a los residuos— ha parecido oportuno recurrir a la aplicación de unos coeficientes específicos para dos tipos de infraestructuras: viviendas y carreteras¹¹⁹. De esta manera, hemos estimado que la excavación y movimiento de tierras necesario para la construcción de una vivienda se sitúa en los 73 m³ mientras que para la construcción de carreteras adoptamos 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/km¹²⁰. Cabe subrayar así mismo que, al razonar en términos agregados, no tratamos de estimar los requerimientos de energía y materiales de un sector en concreto como el de la construcción, sino los flujos ocultos que, en términos de movimiento de tierras, llevan aparejadas la generación de inmuebles e infraestructuras a nivel nacional.

Tal y como atestigua la Tabla 3.10., el movimiento de tierras se ha incrementado considerablemente en los últimos cuarenta y cinco años, aunque ha experimentado fuertes oscilaciones

como consecuencia, principalmente, del comportamiento intermitente en la construcción de carreteras y autopistas. Por ejemplo, la cifra estimada de 86,7 millones de toneladas para 1999 supera ampliamente (entre 4,5 y 2,4 veces) los dos extremos del intervalo propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente para el total de residuos de construcción y demolición de la economía española¹²¹ —suponiendo ese mismo año 1999 como término de comparación—. Resultado que se encuentra en la línea apuntada para otros países donde, en caso de incluirse, la fracción procedente del movimiento de tierras es francamente mayoritaria. Las hipótesis de cálculo barajadas por el PNRCD en términos de Kgs/hab no acaban de tener en cuenta que, tal y como hemos señalado, el año 1999 se encuentra en el centro del auge inmobiliario de finales de esa década. En todo caso, nuestras estimaciones reflejan un incremento importante en los flujos excavados durante la segunda mitad del siglo XX, donde en términos *per capita* han casi cuadruplicado su valor, desde los 487 kg/hab de 1955 hasta la 1,4 toneladas/hab de 2000. En algunos años de especial actividad constructora, este cociente ha superado las 2 toneladas por habitante, como ocurrió en 1992 o 1999¹²².

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. 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 han 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 residuos¹²³ (excluido el movimiento de tierras), de los cuales más del 95 por 100 tenían como destino el vertedero y menos del 5 por 100 eran reutilizados o reciclados. 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, acarreando: «...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...»¹²⁴.

7. EL COSTE FÍSICO DE «CERRAR LOS CICLOS» EN LA ESFERA DE LOS MATERIALES: UN EJERCICIO PARA ESTIMAR EL COSTE EXERGÉTICO DE ALGUNOS METALES SELECCIONADOS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Habernos detenido en explorar los flujos ocultos de *materiales* que conllevan las tareas de extracción de recursos minerales y energéticos no debe eclipsar que, en muchos casos, la energía absoluta y relativa puesta en juego para tales operaciones ha ido en aumento con el paso de los años. Este dato adquiere, si cabe, mayor importancia al constatar que la propia explotación de yacimientos no renovables se ha realizado con cargo a recursos energéticos también finitos, acentuando aún más la previsible escasez del conjunto. En el caso de la economía española, nos ha parecido oportuno efectuar una primera aproximación a la magnitud de este fenómeno, siempre con la intención de realizar un mero ejercicio indicativo sin otro valor que el meramente ilustrativo. De paso recordamos algunos conceptos y herramientas aplicándolas a algunos recursos previamente seleccionados.

Efectivamente, las herramientas analíticas desarrolladas por la economía ecológica en su afán por estudiar con el mayor rigor posible las relaciones entre economía y naturaleza, han puesto especial énfasis en los aspectos relacionados con la escasez energética. Indicadores como el «EROI» (la inversa del coste físico energético directo e indirecto de extracción de recursos naturales) ponen en cuarentena la secular desconfianza ante la escasez de recursos y la visión generalizada sobre la abundancia de energía y materiales, demostrando que, lejos aún de ésta, las sociedades cada vez invierten mayores recursos energéticos para obtener una tonelada de metal, de carbón o de recursos forestales. Y si esto es así, entonces el excedente energético derivado de dichas operaciones se reduce paulatinamente, aumentando, por consiguiente, una escasez que previamente se estaba cuestionando. Tal y como recordaba Earl Cook a mediados de los años setenta:

«Cuando la energía necesaria para descubrir, recuperar, procesar y transportar los combustibles fósiles sea mayor que la que éstos proporcionan, ya no habrá recursos de petróleo, gas o carbón. Cuando la energía o el trabajo requeridos para producir un material no energético son de tal magnitud que debemos sacrificar otros bienes y servicios más necesarios para pagarlo, no habrá más recursos de ese material»¹²⁵.

Lo cierto es que, dependiendo de los límites del sistema que sirve de referencia para el cálculo, la aseveración del geólogo norteamericano ha palidecido con los años habida cuenta que las estimaciones disponibles sobre el coste energético de «producción» y distribución *final* de

varias formas de energía *primaria* han superado ya esa cifra. Una ventaja de estos cálculos, en el caso de los productos energéticos, descansa en que el valor obtenido posee un carácter adimensional dado que el producto extraído y distribuido, y el coste en que se incurre, se pueden expresar en las mismas unidades energéticas. A finales de los setenta, Boustead y Hancock propusieron unos valores de costes para la obtención de diferentes combustibles fósiles y electricidad que, tal y como se esperaba, superaban la energía incorporada en ellos. Así, para la obtención y distribución de una tonelada de carbón se necesitaban 1,05 toneladas de energía equivalente; 1,14 para el gas natural; 1,2 para los derivados del petróleo; 1,18 para los gases licuados del petróleo y 3,17 en el caso de la electricidad.¹²⁶ Hay que añadir, no obstante, que estas cifras incluyen aquellos gastos energéticos indirectos asociados a la fabricación de la maquinaria necesaria para la extracción, las infraestructuras de distribución, etc.

La Tabla 3.11 muestra que, desde el punto de vista energético, la extracción de combustibles fósiles domésticos se ha encarecido en términos físicos en las dos décadas finales del período que estamos analizando. Mientras que en 1975, la extracción de una tonelada de antracita exigía 10,9 kilogramos equivalente de petróleo (kep), en 1995 esta cantidad ascendía a 14,4. Lo que —tal y como atestiguan las cifras de EROI directo— quiere decir que en 1975 obteníamos 91,3 kep por cada kep que se invertía en la extracción, y a mediados de la década de los noventa esa cifra era un 30 por 100 menor. Un panorama similar en cuanto a esta tendencia general es el ofrecido por el lignito, mientras que la hulla se mantiene en unos costes físicos energéticos de extracción similares, a pesar de las fuertes oscilaciones intermedias. Esto se corrobora con las cifras globales para todo el sector al observarse que la eficiencia energética en la propia extracción en el sector energético doméstico ha descendido considerablemente a medida que los costes energéticos pasaban de los 8,4 kep/tep en 1975 a los 9,4 de 1995, con cifras intermedias de 10,2 y 15,7 en 1985 y 1990 respectivamente. Pero si esto ocurría en el caso del sector extractivo energético, la evolución de los costes físicos derivados de la explotación de las principales sustancias *metálicas* no son tampoco especialmente halagüeñas. El consumo de energía por tonelada de metal se incrementó en tres de las cuatro sustancias reseñadas en la tabla, alcanzándose cifras que superaban la tonelada equivalente de petróleo para los casos del cobre y el estaño. Todo parece apuntar a que la crisis carbonera y de la minería metálica en nuestro país se vio acompañada de un progresivo deterioro de las instalaciones y explotaciones desde el punto de vista tecnológico, impidiéndose mejoras en los consumos energéticos por tonelada de material extraído y disminuyéndose los «excedentes energéticos» disponibles socialmente para otros usos. Esta ineficiencia en el consumo industrial se compadece bien con el escenario que ha rodeado las prácticas extractivas de la mayoría de las economías industriales desde finales de la segunda guerra mundial. Y no podía ser de otro modo cuando asistimos a una genera-

Tabla 3.11
Costes energéticos asociados a la extracción doméstica de combustibles fósiles y minerales
metálicos seleccionados en España, 1975-1995

	1975	1980	1985	1990	1995
Combustibles fósiles					
Antracita					
Extracción (tep)	1.678.133	2.167.390	3.091.129	3.083.825	3.338.281
Coste energético de extracción (tep)	18.383	25.788	51.548	46.174	48.349
Coste energético unitario (kep/tep)	10,9	11,8	16,5	14,9	14,4
EROI directo (kep/kep)	91,3	84,0	60,3	66,8	69,0
Hulla					
Extracción (tep)	4.526.489	5.496.378	6.230.228	5.521.694	4.476.606
Coste energético de extracción (tep)	108.780	117.749	131.579	18.020	112.026
Coste energético unitario (kep/tep)	24,0	21,4	21,1	31,5	25,0
EROI directo (kep/kep)	41,6	46,6	47,3	30,6	39,9
Lignito					
Extracción (tep)	1.084.893	4.940.253	7.662.899	6.736.118	4.757.980
Coste energético de extracción (tep)	13.553	36.010	92.632	90.046	77.379
Coste energético unitario (kep/tep)	12,4	7,2	12,0	13,3	16,2
EROI directo (kep/kep)	80,0	137,1	82,7	74,8	61,4
Minerales metálicos					
Hierro					
Extracción (tm metal contenido)	3.692.418	3.867.473	2.754.615	1.327.873	965.924
Coste energético de extracción (tep)	28.002	21.582	22.284	10.850	9.005
Coste energético unitario (kep/tm)	7,8	5,6	8,1	8,2	9,3
EROI directo (kep/kg)	128,1	179,1	123,6	122,3	107,2
Cobre					
Extracción (tm metal concentrado)	131.723	191.360	291.426	50.336	22.186
Coste energético de extracción (tep)	16.191	44.150	61.475	26.425	26.826
Coste energético unitario (kep/tm)	122,9	230,7	210,9	524,9	1.209,1
EROI directo (kep/kg)					
Plomo					
Extracción (tm metal contenido)	23.685	20.661	17.278	10.498	—
Coste energético de extracción (tep)	5.864	3.764	1.104	766	—
Coste energético unitario (kep/tm)	222,1	182,1	63,9	73,0	—
EROI directo (kep/kg)	4,5	5,4	15,6	13,6	—
Estaño (*)					
Extracción (tm metal contenido)	597	362	444	12	4
Coste energético de extracción (tep)	7.450	2.375	2.004	50	49
Coste energético unitario (kep/tm)	12.487	6.559	4.516	4.182	11.019
EROI directo (kep/kg)	0,08	0,15	0,22	0,23	0,091

Tabla 3.11 (cont.)
Costes energéticos asociados a la extracción doméstica de combustibles fósiles y minerales metálicos seleccionados en España, 1975-1995

	1975	1980	1985	1990	1995
PROMEMORIA					
Coste energético unitario del total combustibles fósiles (kep/tm)	8,4	9,5	10,2	15,7	9,2
Coste energético unitario del total de minerales metálicos (kep/tm)	8,2	9,6	10,3	13,1	8,2

Fuente: Elaboración propia con datos procedentes de *Estadística minera de España* (Varios años). La selección de metales incluye sólo los costes energéticos de aquellos yacimientos donde se extrae singularmente cada mineral y no las explotaciones que benefician minerales complejos o en asociación con otros. (*) En el caso del estaño la cifra es para 1994.

Nota: El declive generalizado de la extracción minera metálica a partir de 1996 hace que, a este respecto, las cifras manejadas para los cálculos de costes energéticos lleguen solo hasta 1995.

lización del coste monetario de extracción como brújula para la explotación, gestión y valoración de los recursos naturales, lo que unido a la persistencia de décadas de energía barata y abundante ha avalado una espectacular expansión del consumo, estando en el origen de la actual ceguera ante la creciente escasez.

Sin embargo esta tendencia, que se asienta en un comportamiento equivocado de los precios como indicadores de la escasez, ha alimentado una conducta que da la espalda a los principios de gestión más elementales. Pues otra sería la situación si, en vez de pensar en términos de costes de extracción (monetarios o físicos), cuantificásemos los flujos de energía y materiales que habría que poner en juego si quisiéramos *reponer* los recursos que la naturaleza pone a nuestra disposición y que «desaparecen» con nuestra utilización de los mismos. Trasladaríamos así a la esfera de la extracción de recursos la lógica de «ciclos cerrados» propia del funcionamiento de los ecosistemas y que ya comentamos en otros apartados de este trabajo. En todo caso, esta forma de actuar no debiera ser demasiado ajena a los economistas cuando desde el punto de vista de la contabilidad empresarial se tiene en cuenta el coste de reposición de los bienes de equipo para, llegado el momento, suplantarlos sin quebranto patrimonial de la sociedad.

Así pues, no es necesario justificar de nuevo la utilización de un concepto como el coste exergético de reposición de los recursos naturales remitiendo para ello a lo dicho en el segundo capítulo. No obstante puede interesar realizar una estimación para una selección de metales extraídos de los yacimientos pertenecientes a la economía española y compararlos con los costes energéticos en que ha incurrido el propio sector minero en las labores de extracción y concentración del mineral a partir de los datos de la *Estadística Minera*.

Tabla 3.12
Costes exergéticos de concentración frente a costes energéticos de extracción
y concentración del mineral en España, 1995
(sustancias seleccionadas)

	Hierro	Cobre	Plomo (a)	Estaño (b)	Total
Coste energético de extracción y concentración (tep)	9.005	26.826	766	49	38.646
Coste extracción y concentración unitario (kep/tm)	9,3	1.209,1	73,0	11.019	—
Exergía mínima de concentración (kep/tm)	1,1	5,9	1,5	7,5	—
Coste extracción y concentración/Exergía mínima	7,7	201,8	48,0	1.469,2	—
Coste exergético real de concentración (tep)	54.092	37.206	13.511	83	104.847
Coste exergético unitario real de concentración (kep/tm)	56,0	1.677,0	1.287,0	20.750	—
Aportado por la naturaleza (kep/tm)	37,5	665,5	604,9	13.072	—
En porcentaje	67	40	47	63	—
Aportado por la industria (kep/tm)	18,5	1011	682,1	7.678	—
En porcentaje	33	60	53	37	—
PROMEMORIA					
Recursos totales estimados de cada metal (millones tm)	305,2	2,28	2,245	0,169	—
Coste exergético de concentración (tep)	17.091.200	3.823.560	2.889.315	3.163.871	26.957.946
Energía producida en España (tep)					27.372.211

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: Valero, A. y L. Ranz, (1999): «El coste exergético de reposición de los recursos minerales», en: Naredo, J.M. y A. Valero, (dirs.), (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, op. cit., p. 253. Las cifras de los recursos estimados se han obtenido de los Inventarios de Recursos correspondientes y aparecen recogidas en ITGME, (1996): *Panorama minero*, Madrid. (a) Año 1990 ya que no hay datos disponibles para 1995. (b) Año 1994 debido a la singularidad y poca representatividad que, en términos de costes energéticos, presenta 1995.

Como se recordará, el coste exergético de reposición equivalía a la suma de dos conceptos: el coste exergético de *concentración* y el coste exergético de *reacción*. En el cuadro adjunto sólo hemos recogido los cálculos para el primero de estos costes de tal modo que nos centraremos en compararlos con los obtenidos para los procesos de extracción y concentración en la industria. Las cifras presentadas en la Tabla 3.12 sólo tienen un valor indicativo pues no incorporan el gasto energético de la fase metalúrgica española, de modo que estaríamos comparando sólo una parte del coste energético en relación al coste exergético. Pero aún de esta manera, lo primero que llama la atención es que la energía gastada realmente en el proceso minero, sólo en la fase de extracción y concentración del mineral, ya es muy superior a la mínima exergía que, termodinámicamente, habría que utilizar para concentrar las sustancias desde las leyes presentes en el yacimiento hasta las leyes comerciales y la obtención final del metal puro¹²⁷. *Esta cota inferior nos da idea de lo alejados que estamos del proceso más eficiente, siendo dicha distancia de 7,7 veces para el caso del hierro, de 201,8 en el caso del cobre, de 48 en el del plomo y de 7,5 para el estaño*. Más importancia tiene el hecho de constatar que el coste físico de extracción normalmente utilizado apenas nos informa

del grado de dilapidación que se produce cada vez que arrancamos y utilizamos una tonelada de hierro, cobre o estaño, pues no revela el gasto exergético que habría que realizar para devolver a la corteza terrestre esa cantidad de recurso en los mismos niveles de concentración originales. Pero eso es precisamente lo que viene cuantificado por el coste exergético real de concentración.

A partir del ambiente de referencia de máxima dispersión, la concentración del metal requiere de dos etapas: una primera realizada por la naturaleza que se encarga de concentrar los metales desde las escasas leyes del ambiente de referencia hasta las leyes presentes en los propios yacimientos; y una segunda fase en la cual es la industria minera la que se encarga de continuar los procesos de concentración y refinamiento hasta alcanzar las leyes comerciales y el metal con la máxima pureza. Por ejemplo, con la actual tecnología, mientras que extraer una tonelada de hierro nos cuesta 9,3 kep, su concentración una vez disipada en el ambiente de referencia nos requeriría el uso de 56 kep (seis veces más); la misma operación en el caso del cobre nos llevaría a unos costes de 1.209 kep/tm requiriendo para su concentración de 1.677 kep (más de 1,5 toneladas equivalente de petróleo), o finalmente el plomo que con 73 kep/tm de extracción frente a las 1.287 kep/tm de concentración (17 veces más) ofrece el ejemplo más costoso. Pero mientras para el hierro el 67 por 100 del coste exergético de concentración nos lo ahorramos gracias al trabajo espontáneo realizado por la propia naturaleza en forma de yacimientos—dejando para la industria minera el 33 por 100 restante—; en el caso del cobre y el plomo los porcentajes se invierten: la naturaleza es responsable del 40 y 47 por 100 respectivamente sufragando la industria minera el 60 y 53 por 100 restante. Como cabe imaginarse, el que esto sea así tiene también que ver con la propia dinámica extractiva, pues no hay que olvidar que a medida que se explotan yacimientos con menores leyes el trabajo de concentración que recae sobre la minería es progresivamente mayor frente a lo aportado por la propia naturaleza.

Concluamos realizando un comentario sobre el coste en que incurriría la economía española si se llegasen a utilizar y dispersar totalmente la *base de recursos* que, de las cuatro sustancias minerales comentadas, posee nuestro territorio. *Con los datos procedentes de los Inventarios realizados por el IGME se observa que, con la tecnología actual, si dispersáramos los recursos totales de hierro, cobre, plomo, y estaño nos harían falta para recuperarlos, con procesos termodinámicamente reversibles, la cantidad de 26,9 millones de tep, que era prácticamente el 100 por 100 de la extracción de energía primaria doméstica para el año 1995*¹²⁸. Así pues, la naturaleza, al ofrecernos esas rarezas de la corteza terrestre que son los yacimientos minerales nos ahorra un esfuerzo considerable en términos exergéticos. Valga recordar, finalmente, que si a estos resultados se añaden los derivados de los costes exergéticos de reacción, obtendríamos el coste total de reposición, pero esta es una tarea que escapa al objetivo fundamental de este apartado que era de simple ilustración de la metodología.

NOTAS

- ¹ DALY, H. E., «Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz», *Ecological Economics*, 22, 1997, pp. 263.
- ² GIL DE BIEDMA, J., «Asturias 1962», *Moralidades*, 1966, incluido en: *Las personas del verbo*, Barcelona, Seix-Barral, 1992, p. 113.
- ³ Desde una perspectiva más convencional, la interpretación más difundida ha sido la representada por las aportaciones recogidas en los libros editados por GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), (Varias ediciones): *España, economía*, Madrid, Espasa-Calpe (especialmente el artículo de FUENTES QUINTANA, E., «Tres decenios largos de la economía española en perspectiva»); y *Lecciones de economía española*, Madrid, Civitas, 1993 (varias ediciones). La interpretaciones más heterodoxas han logrado una menor difusión como conjunto, aunque una buena aproximación puede hallarse en: ETXEZARRETA, M. (coord.), *La reestructuración del capitalismo en España, (1970-1990)*, Barcelona, Icaria, 1993.
- ⁴ CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria. Economía y naturaleza en la reflexión de los economistas españoles desde mediados del siglo XX*, (en preparación), 2004.
- ⁵ Una mordaz crítica de las servidumbres ideológicas manifestadas por cierta izquierda ante el objetivo del crecimiento material ilimitado y la idea acritica de «progreso» —sin caer en la cuenta de los costes ambientales y sociales aparejados con su desarrollo— puede verse en el texto de AULO CASAMAYOR, «Por una oposición que se oponga», *Cuadernos de Ruedo Ibérico*, 54, 1976, (reedición: NAREDO, J. M., y CASAMAYOR, A., Anagrama, 2001). Cabe advertir, no obstante, que gentes como Manuel Sacristán y el grupo constituido alrededor de las revistas *Materiales* y *mientras tanto* fueron, desde aquellos años, sensibles a incorporar la crítica ecológica que ponía límites a la expansión desenfrenada y al «progreso lineal», tendiendo puentes entre diversas corrientes emancipatorias en consonancia con buena parte de las reflexiones incorporadas en textos como el de Aulo Casamayor/J.M. Naredo.
- ⁶ Véase, por ejemplo: VÁZQUEZ, J. A., y PAÑEDA, C., «Territorio y recursos naturales», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Lecciones de economía española*, op. cit., pp. 66-80; ALCÁNTARA, V., y RUEDA, S., «La dimensión ecológica», en: ETXEZARRETA, M. (coord.), *La reestructuración...op.cit.*, pp. 549-592.
- ⁷ CARPINTERO, O., *Entre la economía y la naturaleza*, op.cit., cap. I.
- ⁸ SOLOW, R., «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, 39, 1957, pp. 312-320.
- ⁹ Conviene resaltar este aspecto habida cuenta las constantes simplificaciones de que es objeto dicho residuo, pues por definición incluye muchas más cosas además de la tecnología: todas las variables no consideradas (entre las que estaría el progreso técnico), los errores de medición de las que sí lo han sido, sus diferentes calidades,...
- ¹⁰ No es este el momento de detallar los avances en esta dirección que van desde los trabajos de Arrow, Phelps, o Denison, en los sesenta, hasta los artículos de Romer en los ochenta y noventa. Un interesante recorrido histórico por la «historia del residuo de Solow» aunque sólo hasta comienzos de los noventa puede encontrarse en: DE LA FUENTE, A., «Histoire d'«A»: Crecimiento y Progreso Técnico», *Investigaciones Económicas*, (Segunda Época), Vol. XVI, n.º 3, 1992, pp. 331-391.
- ¹¹ PULIDO, A., «La función de producción Cobb-Douglas: una importante aplicación econométrica al conocimiento de la riqueza nacional»; Universidad de Deusto: *Riqueza Nacional de España*, Vol. I, 1968, pp. 328-383.
- ¹² *Ibid.*, p. 354.
- ¹³ *Ibid.*, p. 380.
- ¹⁴ SEGURA, J., *Función de producción, macrodistribución y desarrollo*, Madrid, Tecnos, 1969.
- ¹⁵ *Ibid.*, pp. 109-119.
- ¹⁶ SEGURA, J., «¿Se puede hacer algo con la función de producción neoclásica en España?», *Anales de Economía*, n.º 17, Enero-Marzo, 1973, p. 44. En este caso, y a diferencia del trabajo de la tesis doctoral, los sectores considerados son once.
- ¹⁷ *Ibidem*.
- ¹⁸ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ-ACOSTA, J., «Funciones de producción y economías de escala», *Anales de Economía*, n.º 16, Octubre-Diciembre, 1972, pp. 83-117. Las mismas pretensiones tendrá —veinte años después, con un instrumental más refinado econométricamente y recayendo sobre otros aspectos adicionales— SUÁREZ BERNALDO DE QUIRÓS, F., en su artículo de 1992: «Economías de escala, poder de mercado y externalidades: medición de las fuentes del crecimiento español», *Investigaciones Económicas* (segunda época), Vol. XVI (3), pp. 411-441.
- ¹⁹ PAZOS, D., «Funciones de producción en judías blancas y tablas de óptimos económicos», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 99, 1977, pp. 189-231; ALONSO SEBASTIÁN, R., y RODRÍGUEZ BARRIO, J. E., «Análisis económico de las funciones de producción agrícola: una aplicación al cultivo del trigo», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 113, 1980, pp. 77-109. Para el caso de la ganadería véase: MARTÍNEZ VICENTE, J. S., «Un ensayo de estimación completa de una función de producción CES», *Cuadernos de Economía*, 7, 1975, pp. 299-342.
- ²⁰ MARTÍNEZ VICENTE, J. S., «Un ensayo...», op. cit., p. 300. Sobre las cuestiones metodológicas que suscitan el uso de las funciones de producción en el ámbito agrario pueden consultarse los clarificadores artículos de Pere Mir de 1991 y 1992 respectivamente: «Aspectos metodológicos y teóricos de la función de producción agraria», *Agricultura y Sociedad*, 61, pp. 9-37; «Las bases ingenieriles de la función de producción», *Cuadernos de Economía*, 20, pp. 221-236.

- ²¹ MARTÍNEZ VICENTE, J. S., «Un ensayo...», *op. cit.*, p. 328.
- ²² GUIÁN SEIJAS, M. C. «Un nuevo modelo econométrico de crecimiento económico y su aplicación a la economía española (1964-1974)», *Cuadernos de Economía*, vol. 20, 1979, pp. 481-500.
- ²³ Vid. RAYMOND, J. L., «Función de producción y nivel de empleo en la economía española», *Investigaciones Económicas*, 12, 1980, pp. 187-203; MIGUEL ANASAGASTI, I., y GARCÍA-ATANCE, S., «Reflexiones sobre la función de producción macroeconómica y el argumento de la reducción de la jornada laboral», *Investigaciones Económicas*, 14, 1981, pp. 109-116; MIGUEL ANASAGASTI, I., y GARCÍA-ATANCE, S., «Una nota sobre la función de producción macroeconómica en España», *Investigaciones Económicas*, 17, 1982, pp. 171-172.
- ²⁴ Nos referimos a los siguientes trabajos que, con desigual amplitud, abarcan desde 1961 hasta 1995: MYRO, R., «La evolución de la productividad global de la economía española en el período 1965-1981», *Información Comercial Española*, 1983, 594; SUÁREZ BERNALDO DE QUIRÓS, F., «Economías de escala, poder de mercado y externalidades: medición de las fuentes del crecimiento español», *Investigaciones Económicas (segunda época)*, vol. XVI, 3, 1992, pp. 411-441; CARRASCO, N., «Productividad del trabajo y cambio tecnológico: diferencias sectoriales», *Revista de Economía y Sociología del Trabajo*, n.º 19-20, 1993, pp. 35-46; MYRO, R., «Crecimiento y cambio estructural, 1960-1992», 1993, en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Lecciones de economía española*, Madrid, Civitas, 1993, pp. 41-61; RAYMOND, J. L., «Crecimiento económico, factor residual y convergencia en los países de la Europa comunitaria», *Papeles de Economía Española*, 63, 1995, pp. 93-111; NICOLINI, J. P., y ZILIBOTTI, F., «Fuentes de crecimiento de la economía española», 1996, en: MARIMÓN, R. (ed.), *La economía española: una visión diferente*, Barcelona, A. Bosch, 1996 pp. 91-118. PÉREZ, F.; GOERLICH, F. J., y MAS, M., *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-1995*, Bilbao, Fundación BBVA, 1996. MAS, M., y PÉREZ, F. (dirs.), *Capitalización y crecimiento de la economía española (1970-1997)*, Bilbao, Fundación BBVA, 2000.
- ²⁵ MYRO, R., «Crecimiento...», *op. cit.*, p. 49. Llama la atención esta ausencia del componente ambiental en la interpretación de los factores del crecimiento por parte de este trabajo, sobre todo porque en el mismo libro colectivo en que se inserta el texto de Myro aparece un capítulo de VÁZQUEZ, J. A., y PAÑEDA, C. titulado «Territorio y recursos naturales» (pp. 65-80) que precisamente encabeza la Part II del libro, titulada significativamente: «Factores de Crecimiento».
- ²⁶ CARRASCO, N., «Productividad del trabajo...», *op. cit.*, p. 49. Énfasis nuestro.
- ²⁷ SUÁREZ BERNALDO DE QUIRÓS, F., «Economías de escala...», *op. cit.*, p. 422.
- ²⁸ RAYMOND, J. L., «Crecimiento económico...», *op. cit.*, p. 99.
- ²⁹ PÉREZ, F., GOERLICH, F. J., y MAS, M., *Capitalización...op. cit.*, pp. 468-469. Énfasis nuestro.
- ³⁰ Véase el demoledor artículo de SHAIK, A., «Leyes de producción y leyes algebraicas», *Cuadernos de Economía*, Vol. 7, 1975, pp. 343-354 (original de 1972).
- ³¹ *Ibid.*, pp. 348-349.
- ³² *Ibid.*, p. 347.
- ³³ Vid. ROBINSON, J., «The Production Function and the Capital Theory», *Review of Economic Studies*, Vol. XXI (2), 1953-54, pp. 81 y ss. También, de 1956: *La acumulación de capital*, Fondo de Cultura Económica, 1960. Durante los años sesenta, Joan Robinson participó activamente en el debate teórico, fruto del cual son sus artículos aparecidos por esos años. Vid. ROBINSON, J., *Relevancia de la teoría económica*, Barcelona, Martínez Roca, 1976, 1973, pp. 174-223.
- ³⁴ Efectivamente cuesta decir que, habiendo transcurrido ya más de cuarenta años de discusión en los cuales se han sucedido aportaciones como *Producción de mercancías por medio de mercancías* o que autores como Samuelson reconocieran públicamente la debilidad teórica e inconsistencia lógica de las funciones de producción agregadas neoclásicas, estas construcciones teóricas sigan plenamente vigentes en el mundo académico. Un resumen bien documentado, y nada aséptico, de la polémica entre los dos Cambridge sobre este asunto puede encontrarse en el libro de HARCOURT, G. C., *La teoría del capital. Una controversia entre los dos Cambridge*, Barcelona, Oikos-Tau, 1972.
- ³⁵ SEGURA, J., «¿Se puede hacer algo con la función de producción neoclásica en España?», *op. cit.*, p. 31.
- ³⁶ SEGURA, J., *Función de producción, macrodistribución y desarrollo*, Madrid, Tecnos, 1969, pp. 18-19. Énfasis nuestro.
- ³⁷ STIGLITZ, J., «A Neoclassical Analysis of the Economics of Natural Resources», 1979, en: KERRY SMITH, V. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, London and Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1979, pp. 36-66.
- ³⁸ Vid. GEORGESCU-ROEEN, N., «Comments on the papers by Daly and Stiglitz», en: KERRY SMITH, V. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, *op. cit.*, 1979, pp. 95-105.
- ³⁹ GEORGESCU-ROEEN, N., «Comments...», *op. cit.*, pp. 97-98.
- ⁴⁰ DALY, H. E., y COBB, J., *Por el bien común*, México, FCE, 1989, p. 108. También en: DALY, H. E., «Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz», *op. cit.*, 1997, pp. 264-265.
- ⁴¹ En 1997 la revista *Ecological Economics*, Vol. 22, n.º 3, dedicó un número especial a analizar la contribución de Georgescu-Roegen y aprovechó la ocasión para pasar un cuestionario a Robert Solow y Joseph Stiglitz en relación al papel de los recursos naturales en el proceso económico de producción y de la economía en su conjunto. Como se puede comprobar acudiendo al volumen citado, las respuestas fueron bastante parcas y sintomáticamente no incluyeron ninguna mención al economista rumano. Vid. pp. 267-270.

⁴² Un texto reciente, que presenta la evolución de las diferentes teorías del crecimiento haciendo especial énfasis en el modelo de Solow y la interpretación del residuo, es el de: JONES, CH.I., *Introducción al crecimiento económico*, Prentice-Hall, 2000.

⁴³ STIGLER, G., *Teoría de los precios*, 1963, p. 183. Citado por SEGURA, J., *Función de producción...*, op.cit., p. 24. A lo que habría que añadir lo dicho por este último: «... [la función Cobb-Douglas] permite demostrar cómo el producto final se reparte íntegramente entre los factores productivos según el valor de sus productividades marginales, y los economistas difícilmente saben hacer frente a una situación en que esto no se verifique.» (*Ibid.*, p. 30).

⁴⁴ Estos antecedentes se estudian con más detalle en CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración...*, op. cit.

⁴⁵ Dejaremos para más adelante la reseña de las aportaciones realizadas en nuestro país respecto a la aplicación de la denominada «huella ecológica».

⁴⁶ PARÉS, M., POU, G., TERRADAS, J., *Ecología d'una ciutat: Barcelona*, Centre del Medi Urbà-Programa MAB, UNESCO. La aportación de Naredo y Frías estaba inserta en un trabajo más amplio del que formaba parte un equipo interdisciplinar integrado, alfabéticamente, 1985, por: FRIAS, J.; GARRIDO, S.; GASCÓ, J. M.; HIDALGO, R., y NAREDO, J. M., *Los flujos de agua, materiales y energía en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía y Hacienda, 1986. Este trabajo constaba de 6 capítulos: I. Medio Físico, II. Panorama general de los flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid y de sus contrapartidas monetarias, III. Los flujos de agua, IV. Los flujos de materiales, V. Los flujos de energía y VI: Los residuos. Salvo los capítulos I y III, el resto fueron elaborados por NAREDO, J. M., y FRIAS, J. Resúmenes detallados se pueden encontrar en NAREDO, J. M., y FRIAS, J., «Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid», *Pensamiento Iberoamericano*, 12, 1987. NAREDO, J. M., y FRIAS, J., *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Madrid, Consejería de Economía, 1988.

⁴⁷ NAREDO, J. M., y FRIAS, J., «Recursos naturales: Información y planificación», *Boletín de ICE*, n.º 2085, 1987, pp. 1.813-1.816, hacen una presentación de su cometido y objetivos. En CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria...*, op. cit., se puede encontrar un análisis más detallado del recorrido histórico de esta Comisión y de sus principales resultados.

⁴⁸ Véase: LÓPEZ-GÁLVEZ, J., y NAREDO, J. M., *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor, 1996 y GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica* Fundación Argentaria Visor-Distribuciones, 1996; GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica*, todos publicados por la Fundación Argentaria Visor-Distribuciones, 1999. Cabe subrayar que, independientemente de los resultados de este Programa, a finales de los noventa Xavier Simón actualizará los resultados de Naredo y Campos sobre los balances energéticos de la agricultura española para 1993-1994. Véase SIMÓN FERNÁNDEZ, X., «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», *Historia Agraria*, 19, 1999, pp. 115-136.

⁴⁹ NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico...*, op. cit. Resultados preliminares de algunas de estas investigaciones se pueden encontrar en varias publicaciones de comienzos y mediados de los noventa, sobre todo en el número monográfico que la revista *Economía Industrial* dedicó a estos aspectos en mayo-junio de ese año.

⁵⁰ NAREDO, J. M., y GASCÓ, J. M., *Las Cuentas del agua en España*, Madrid, MOPU, 1992.

⁵¹ ESTEVAN, A., y SANZ, A., *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1994.

⁵² Así se deduce cuando se incorporan los gastos energéticos asociados a la construcción de los vehículos, infraestructuras...

⁵³ *Ibid.*, p. 89.

⁵⁴ ALMENAR, R.; BONO, E., y GARCÍA, E. (dirs.), *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*, Valencia, Fundació Bancaixa, 1998.

⁵⁵ IHOBE, *Necesidad Total de Materiales del País Vasco*, Bilbao, 2002.

⁵⁶ BARRACÓ, H.; PARÉS, M.; PRAT, A., y TERRADA, J., *Barcelona 1985-1999. Ecología d'una ciutat*, Ajuntament de Barcelona, 1999. Naredo, J.M. y J. Frías: «El metabolismo económico de la conurbación madrileña, 1984-2001», *Economía Industrial*, 351, 2003, pp.87-114.

⁵⁷ CARPINTERO, O., «La economía española: el "dragón europeo" en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995», *Ecología Política*, 23, 2002, pp. 85-125.

⁵⁸ DOLDÁN GARCÍA, X., *Problemas metodológicos referidos ao cómputo económico dos fluxos de materiais, enerxia e auga na industria*, Santiago de Compostela, 1999.

⁵⁹ 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 caso del 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.

⁶⁰ 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 habían 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.

⁶¹ MALLADA, L., *Los males de la patria*, Madrid, Biblioteca Regeneracionista, Fundación Banco Exterior, 1890, pp. 141-154.

- ⁶² Un reflejo de esta tendencia se puede ver a través del declive que experimentan las acciones cotizadas en Bolsa de las compañías mineras desde 1962. Para su evolución hasta mediados de los ochenta, véase: CERROLAZA, A., y FERNÁNDEZ DE LIS, S., «Los sectores de la minería y el petróleo en Bolsa: su evolución y situación actual», *Papeles de Economía Española*, 29, 1986, pp. 49-76.
- ⁶³ ORTIZ, A., «Recursos no renovables (reservas, extracción, sustitución y recuperación de minerales), 1993, en: NAREDO, J. M., y PARRA, F. (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XI, 1993, p. 121.
- ⁶⁴ Estas proporciones son, en muchos casos, mayores cuando consideramos el consumo aparente.
- ⁶⁵ Véase, ITGME, *Panorama Minero*, Madrid, 1996, pp. 18-20.
- ⁶⁶ 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.
- ⁶⁷ Desde 1996 el antiguo Ministerio de Industria y Energía y el ITGME consideran estas dos fracciones dentro de la rúbrica «Rocas y Minerales Industriales».
- ⁶⁸ Un primer período abarcaría desde 1955 hasta 1961 que daría cuenta de los años finales de la denominada «década bisagra», con la adopción del Plan de Estabilización a finales de los cincuenta y comienzos de los sesenta. En segundo lugar, vendrían el período comprendido entre 1961-1975 que incluiría la etapa del crecimiento o la «década del desarrollo» de los sesenta y el primer quinquenio de los setenta, habida cuenta el retraso con el que España enfrentó una crisis económica que en el resto de los países había hecho su aparición a comienzos de esa década. La tercera etapa (1975-1985) coincidiría plenamente con la crisis económica y la ralentización del crecimiento en nuestro país, seguida de un período de recuperación (1985-1991) al calor del empuje de la economía internacional y la incorporación de España a la CEE. Entre 1992 y 1993 asistiremos a una breve pero intensa crisis a la que no fueron ajenos los dispendios anteriores a 1992 ni la difícil tesitura de la UEM. Entre finales de 1993 y 1995 podríamos hablar de una etapa donde el crecimiento del PIB comienza a dar signos de recuperación, manifestándose plenamente en el último período a partir de esa fecha y hasta 2000.
- ⁶⁹ 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.
- ⁷⁰ SUDRIÁ, C., «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de economía española*, 73, 1997, p. 179. También, y de modo complementario: SUDRIÁ, C., «Un factor determinante: la energía», 1987, en: NADAL, J., CARRERAS, A., y SUDRIÁ, C. (comps.), *La economía española en el siglo XX*, Barcelona, Ariel, 1987, pp. 340-341.
- ⁷¹ *Ibidem*.
- ⁷² 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., «La minería del carbón», *Papeles de economía española*, 29, 1986, 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 en 1995. Vid. IDAE, *Consumos de energía de los hogares, 1995*, Madrid, MINER., 1998, 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, *Energy consumption in Households*, Bruselas, 1993.
- ⁷³ Cifras similares de reducción se pueden ofrecer también para el caso del estaño, el plomo o el cinc. 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 n.º 29 de la revista *Papeles de economía española*.
- ⁷⁴ 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.
- ⁷⁵ Véase para el caso del hierro: KOERTING WIESE, G., «La minería del hierro», *Papeles de Economía Española*, 29, 1986, 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.
- ⁷⁶ NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995)*, Madrid, Siglo XXI, 1996, pp. 1-70.
- ⁷⁷ 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 CARPINTERO, O., *El Balance Nacional de la Economía Española: (1984-2000)*, Madrid, FUNCAS, 2002.
- ⁷⁸ Vid. INE, *Censo de viviendas*, Madrid; INE, (varios años): *Censo de edificios*, Madrid, varios años. 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.
- ⁷⁹ Ministerio de Fomento, *Composición y valor del patrimonio inmobiliario...*, op. cit., p. 17.
- ⁸⁰ 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. BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Flow Accounts Part II: construction materials, packaging, indicators*, Wuppertal, Wuppertal Institut, 1998, pp. 37-38.

- ⁸¹ Ministerio de Fomento, *Composición y valor del patrimonio inmobiliario...*, op. cit., p. 17.
- ⁸² *Ibid.*, p. 23. Esto no quiere decir, sin embargo, que la demolición de viviendas y edificios en Alemania no 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. BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Flow Accounts...*, op. cit., p. 24.
- ⁸³ RODRÍGUEZ, J., «La vivienda en España...», op. cit.
- ⁸⁴ NAREDO, J. M., y CARPINTERO, O., *El Balance Nacional...*, op. cit., p. 73.
- ⁸⁵ NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliaria-financiera...*, op. cit., pp. 73-150.
- ⁸⁶ ORTIZ, A., «Recursos no renovables...», op. cit., p. 121.
- ⁸⁷ El caso de los minerales metálicos, que sería la excepción, verá atemperada su tendencia a la baja con las importaciones de semimanufacturas metálicas, tal y como explicaremos más adelante.
- ⁸⁸ Más adelante volveremos sobre ello. Un resultado similar con datos relativos al consumo de energía aparece recogido en: RAMOS-MARTÍN, J., «Breve comentario sobre la desmaterialización en el estado español», *Ecología Política*, 18, 1999, pp. 61-64. Del mismo autor pero con mayor detenimiento y comparando los resultados del análisis convencional con los desarrollados por un enfoque evolutivo, también resulta de 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.
- ⁸⁹ Excluida por razones metodológicas la hidroelectricidad.
- ⁹⁰ 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 que presenta el gráfico para los años 1976-1979 esconde un incremento sustancial del input energético interno en forma de hidroelectricidad. En todo caso, esta singularidad española, que también afectó a otros países de la OCDE como Grecia o Suiza, ha sido destacada en diversos trabajos. Véase, por ejemplo, la revisión panorámica, aunque matizable en algún aspecto, de SUDRIÁ, C., «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de Economía Española*, 1997, 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 ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «Tendencias en el uso de la energía en España», *Economía Industrial*, 1996, pp. 161-166.
- ⁹¹ Véase. OECD, *Energy Balances of OECD Countries*, París, varios años. 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.
- ⁹² Vid. ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «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., y SANZ, A., *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1996.
- ⁹³ Para un resumen de la Planificación Energética en España demasiado complaciente con la energía nuclear puede verse: GARCÍA ALONSO, J. M., y IRANZO MARTÍN, J., *La energía en la economía mundial y en España*, Madrid, AC, 1988, pp. 241-246.
- ⁹⁴ Lo que, aplicando el ciclo de vida de los productos, avalaría en cierto modo el fenómeno de «transmaterialización» analizado para Estados Unidos por LABYS, W. C., y WANDELL, L. M., «Commodity lifecycles in US materials demand», op. cit. Aunque esto, como ya analizamos en el capítulo primero no derivase en una menor exigencia de materiales para la fabricación de las nuevas sustancias.
- ⁹⁵ BAUER, G. (Agrícola), *De Re Metallica*, 1546. Cfr. MUMFORD, L., *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza, 1962, p. 89.
- ⁹⁶ Para hacer frente a este desafío, desde hace una década aproximadamente se han sucedido en la literatura económica una serie de aportaciones que han intentado con mejor o peor fortuna profundizar en estas tensiones y avanzar en propuestas que posibiliten la compatibilidad de la actividad minera con la protección del medio ambiente. Véase, a modo de ejemplo: WAHRHUST, A., *Environmental degradation from mining and mineral processing in developing countries: corporate responses and national policies*, París, OCDE, 1994. KESLER, S. E., *Mineral resources, economics and environment*, London, Macmillan; o varios de los artículos contenidos en el número especial de la revista *Industry and Environment* del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) del año 2000 titulado: «Mining and Sustainable Development», 1994.
- ⁹⁷ ORTIZ, A., «Recursos no renovables...», op. cit., 1993, p. 145.
- ⁹⁸ Vid. ITGME, *Inventario Nacional de Balsas y Escombreras*, Madrid.
- ⁹⁹ ORTIZ, A., «Recursos no renovables...», op. cit., 1993, p. 148. Para hacer frente a estas deficiencias, Ortiz encabezó el Grupo de Trabajo sobre «Rocas y Minerales» promovido por la Comisión Interministerial de Cuentas del Patrimonio Natural. En este sentido el trabajo 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.
- ¹⁰⁰ VELARDE, J., «Ante la nueva minería española», *Papeles de economía española*, 29, 1986, p. 5
- ¹⁰¹ Recordemos que, tal y como se especifica en el anexo metodológico, para que los resultados obtenidos sean comparables con las cifras relativas a otros países, sólo se han seleccionado seis categorías de recursos sobre las que se calcularán los flujos ocultos: combustibles fósiles

les, minerales metálicos y no metálicos, productos de cantera, recursos renovables, infraestructuras y erosión de suelo. En este epígrafe nos ocuparemos de los relacionados con los recursos no renovables.

¹⁰² Como recordaba Earl Cook a mediados de los setenta: «Los antiguos buscadores de minerales tienen muy arraigado el mito de que los yacimientos minerales se ensanchan y se enriquecen hacia abajo, pero en realidad ocurre casi siempre lo contrario». Cfr. COOK, E., «Límites de la explotación de los recursos no renovables», en: DALY, H. E. (comp.), *Economía, ecología ética*, op. cit., p. 94.

¹⁰³ MORERA, J. E., «La minería del cobre», *Papeles de economía española*, 29, 1986, p. 304.

¹⁰⁴ *Ibid.*, p. 306.

¹⁰⁵ *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., «Thermodynamic constraints on optimal depletion of copper and aluminium in the United States: a dynamic model of substitution and technical change», *Ecological Economics*, 15, 1995, pp. 203-204.

¹⁰⁶ MORERA, J. E., «La minería del cobre», op. cit., 1986, p. 320.

¹⁰⁷ Cifras similares de flujos ocultos relacionados con el cobre se ofrecen en varios trabajos. Así, Mathias Ruth informa de una ratio media total para Estados Unidos de 420 kg, donde dominan leyes del 0,57 por 100. Véase: RUTH, M., «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., *Geografía económica*, México, Limusa, 1986, 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., y LAWSON, N., «Problems associated with establishing reliable estimates of material flows linked to extractive industries», en: KLEJN, R., et al. (eds.), *Ecologizing Societal Metabolism*, Third ConAccount Meeting, Amsterdam, 1998, p. 130. 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., *Mineral resources, economics and environment*, op. cit., p. 68.

¹⁰⁸ U.S. Environmental Protection Agency, *Wastes from the extraction and beneficiation of metallic ores*, Washington, DC. 1985, Citado, en: RUTH, M., «Thermodynamic constraints...», op. cit., p. 204.

¹⁰⁹ ITGME, *Panorama Minero*, Madrid.

¹¹⁰ KOERTING, G., «La minería del hierro», op. cit., 1986, pp. 339-340.

¹¹¹ Véase para el caso del zinc: GEA JAVALOY, R., «El sector del zinc», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 321-331; para el estaño y el wolframio: ORTIZ, A., «Recursos...», op. cit., y para el plomo GEA JAVALOY, R., «El sector del plomo», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 271-281.

¹¹² WAHRHUST, A., *Environmental degradation from mining...*, op. cit., 1994, p. 20.

¹¹³ Un recomendable repaso por los diferentes sistemas y maquinaria de explotación a cielo abierto puede encontrarse en: BUSTILLO REVUELTA, M., y LÓPEZ JIMENO, C., *Recursos minerales*, ETSI Minas, Madrid, 2000, 2.ª edición, pp. 216-230.

¹¹⁴ Estas u otras cuestiones relacionadas pueden seguirse a través de: KESLER, S., *Mineral resources, economics...*, op. cit., pp. 73-81; o también en: WAHRHUST, A., *Environmental degradations...*, op. cit., pp. 20-32.

¹¹⁵ 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.

¹¹⁶ Lo que de ningún modo significó un descenso en el consumo de crudo, sino un complemento importante de la hulla, antracita y lignito nacionales.

¹¹⁷ BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Flow Accounts...*, op. cit., p. 4.

¹¹⁸ ADRIAANSE, A., et al., *Resource Flows*, op. cit., p. 34.

¹¹⁹ De hecho —aunque excluyendo precisamente el movimiento de tierras— en la estimación de los residuos de construcción y demolición efectuada por el Ministerio de Medio Ambiente español a través del *Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006*, se acude también, bajo diferentes hipótesis, a la utilización de coeficientes aunque esta vez en términos *per capita*: 450 kg/hab/año, o 1.000 kg/hab/año, dando lugar a cifras de 19 ó 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. BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Flow...*, op. cit., p. 25.

¹²⁰ 1 m³ equivale a 1,75 toneladas. En la parte metodológica se explican los detalles de la estimación. No obstante, estos parámetros fueron los utilizados por el *Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment* para la estimación de estos flujos en Holanda. Véase. ADRIAANSE, A., et al., *Resource Flows*, op. cit., p. 52. Una estimación alternativa sobre el movimiento de tierras generado por la construcción de

carreteras es la aportada por Bringezu y Schütz: 23 tm/m de carretera (13.142 m³/km): Vid. BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material flow accounts...*, op. cit., p. 37.

¹²¹ Véase supra. Excluido el movimiento de tierras, pero entre los que se encuentran la madera, los ladrillos, el vidrio, plástico, metales, hormigón, etc. Hay que advertir, además, que si bien 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.

¹²² En este dato influye el método de cálculo seguido que imputa al año de finalización de la infraestructura o vivienda el total de los flujos.

¹²³ 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: Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, 2001-2006, BOE, n.º 166, 12 de Julio de 2001, p. 25311. Alfonso del Val ofrece para las mismas fechas una estimación de 20 millones de toneladas de escombros que, como vimos antes, se corresponde básicamente con la ofrecida en el propio Plan bajo la hipótesis de 450 kg/hab/día. Vid. VAL, A., «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, 2001, p. 2. Sin embargo, estas se alejan bastante de los 13 millones planteados en el estudio comparativo citado anteriormente.

¹²⁴ Ministerio de Fomento, *Composición y valor del patrimonio...*, op. cit., pp. 22-23.

¹²⁵ COOK, E., «Límites de la explotación de los recursos no renovables», en: DALY, H. E. (comp.), *Economía, ecología ética*, op. cit., 1989, p. 93.

¹²⁶ BOUSTEAD, I., y HANCOCK, F., *Handbook of industrial energy analysis*, Chichester, Ellis Harwood, 1979.

¹²⁷ Aunque en los costes de extracción y concentración en los yacimientos no hayamos podido depurar el consumo debido a cada subproceso, hemos decidido mantener los datos sabiendo que en los casos particulares las distancias son de un orden de magnitud muy similar. Los supuestos elegidos, basándose en ejemplos de explotaciones concretas aportados por Valero y Ranz han sido los siguientes: a) leyes a bocamina del 30 por 100 para el hierro, del 3 por 100 para el plomo, del 0,05 por 100 para el estaño y del 0,5 por 100 para el cobre; b) las leyes comerciales han sido, respectivamente: 55 por 100, 65 por 100, 60 por 100 y 20 por 100. Vid. VALERO, A., y RANZ, L., «El coste exérgico...», op. cit., p. 251.

¹²⁸ Curiosamente, la estimación de VALERO, A., y RANZ, L., para las mismas sustancias (añadiendo el cinc) para el conjunto del planeta, arrojaba unas cifras que en esta ocasión se correspondían con el total de petróleo extraído a escala mundial en 1995. *Ibid.* p. 252.

4 La presión sobre los frutos derivados de la fotosíntesis: flujos *bióticos* (renovables) de recursos naturales: 1955-2000

«Las plantas acumularon; nosotros no acumulamos, nosotros gastamos».

FREDERICK SODDY, 1921¹.

«La inocencia de la fotosíntesis frente al trabajo del carnicero».

JORGE RIECHMANN, 1995².

1. EL LARGO CAMINO HACIA UNA MIRADA DIFERENTE SOBRE LA «MODERNIZACIÓN» DE LA AGRICULTURA EN ESPAÑA

Después de pasar revista a los flujos de recursos abióticos que han recorrido la economía española en las últimas décadas, llega la hora de prestar atención a aquellos inputs que, sobre todo, son consecuencia de la acción fotosintética de la naturaleza. Excluyendo por motivos metodológicos el agua y el aire, centraremos nuestra preocupación contable en la biomasa agrícola, ganadera (vía alimentación del ganado), forestal y pesquera. Como veremos, el peso principal de este grupo de flujos recae sobre la extracción de productos agrícolas, de tal suerte que merece la pena detenerse unos momentos en contextualizar teóricamente muchas de las afirmaciones que verteremos en las siguientes páginas.

Cabe comenzar constatando que, en la reflexión sobre el agro peninsular, una buena parte de la literatura se ha centrado en la cuestión del supuesto «atraso» de nuestra agricultura, resolviéndose las más de las veces la discusión desde ángulos excesivamente reduccionistas, donde sólo entraban en liza comparaciones en términos de rendimientos por hectárea, uso de fertilizantes, maquinaria, o agrotóxicos. Ni que decir tiene que la «modernización» implicaba siempre amplias dosis de los rasgos citados, dejando el calificativo de “atrasadas” para todas aquellas agriculturas que no alcanzaban unos estándares comparables. Como veremos, poco a poco, y a la

vista de los acontecimientos ambientales, esta visión tan unilateral de la modernidad agraria se ha ido resquebrajando³, aunque todavía no haya penetrado suficientemente en el discurso de la mayoría de economistas e historiadores. Pues muchos de ellos, después de treinta años, siguen:

«...hablando de “modernizar” la agricultura como si existiera un patrón claro e inapelable de modernidad. Sin embargo, a raíz de la crisis energética, ecológica y de recursos se desarrolló un conjunto de trabajos que evidenciaron la imposibilidad de generalizar a escala planetaria actitudes, tecnologías y patrones de consumo que hasta hace poco se tomaban como paradigmas de la modernidad y que ahora aparecían presumiblemente obsoletos al ser incapaces de asegurar a largo plazo y para el conjunto de la especie humana, una alimentación sana y saludable. Constituye, pues, un flaco servicio a la causa de la modernidad ignorar la crisis que está atravesando lo que se venía considerando como “moderno” y continuar utilizando este término sin subsanar las amplias dosis de ambigüedad que hoy comporta»⁴.

En efecto: pocas cosas han cambiado en la forma y el método con que la mayoría de los *economistas* se han venido enfrentando al análisis de la agricultura. Seguían y continúan proliferando cálculos sobre rendimientos de cultivos que hacen abstracción de la influencia que poseen los condicionantes técnicos, las vocaciones agrícolas de los distintos territorios, las características edafoclimáticas de las diferentes zonas, o los rasgos biológicos de los cultivos⁵. En general, esta visión ha venido asumiendo acríticamente que los beneficios derivados de las transformaciones agrícolas habidas en nuestro territorio desde la década de los cincuenta, han sido mayores que los costes soportados con este proceso. Fruto de esta actitud, las descripciones sobre las principales características y evolución de la agricultura han ensalzado —como un signo de «modernidad»— la pérdida de participación del sector agrario en el PIB, o el incremento espectacular de los rendimientos de los cultivos y de la productividad del trabajo, silenciando, las más de las veces, los desequilibrios ambientales, sociales y territoriales que esta estrategia ha conllevado y aún continúa provocando.

Hasta cierto punto, se puede comprender que las reflexiones de los años sesenta, contemporáneas de la mayoría de las fuertes transformaciones del campo español, pecasen de un cierto productivismo ingenuo. Lo que ya resulta más difícil de asimilar es que muchos análisis de la década de los ochenta y noventa mantuvieran una ceguera impropia respecto a los resultados de los balances energéticos de la agricultura y del estudio de las bases naturales de los cultivos intensivos. Pues era sólo una cuestión de tiempo vincular el ascenso de la moderna agricultura con el deterioro ambiental de los ecosistemas agrarios, y la consiguiente puesta en cuarentena de una noción de «modernidad» que veinte años después ve confirmados los peo-

res augurios ambientales. Aunque existía una sólida base analítica para ello⁶, a medida que se fueron superando los peores momentos de la crisis energética apenas tuvo eco posterior. De estos y otros trabajos obtenemos la conclusión de que la principal diferencia de la agricultura tradicional respecto de las modernas explotaciones descansa en el siguiente hecho: mientras aquella era capaz de generar un excedente físico reponiendo, en «ciclo cerrado», tanto los nutrientes como la energía aportada en forma de trabajo humano y animal —apoyándose para ello en el aprovechamiento del estiércol del ganado y los productos ofrecidos por el monte—; ésta, la moderna agricultura, tuvo que suplir la escasez de mano de obra provocada por la demanda del proceso *industrializador* en las ciudades⁷, incurriendo en inversión de maquinaria e *inputs* procedentes de fuera del propio sector, lo que incrementó su dependencia de la industria en un doble sentido: como sector al que se le colocaba la producción vendible, y como suministrador de *inputs* (fertilizantes químicos, maquinaria, etc.), necesarios para la propia actividad agrícola. Así las cosas, la mayoría de los economistas vio en este proceso la expresión de un productivismo largamente esperado y una muestra de «integración económica» entre dos sectores que, a la postre, beneficiaría a ambos.

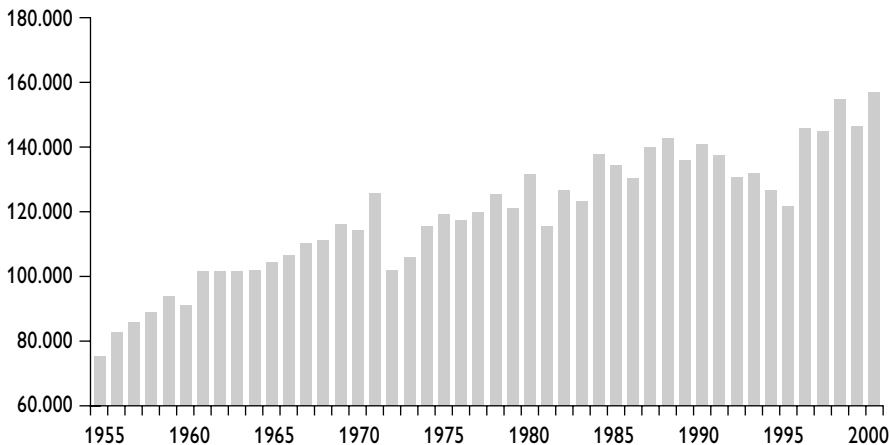
Si bien la economía agraria convencional no ha incorporado seriamente el desafío planteado por la crisis ecológica y las consecuencias ambientales de los modos de producción intensivos, también es cierto que las reflexiones pioneras de autores como J. Martínez Alier o J.M. Naredo encontraron eco en una parte de la incipiente economía ecológica española y, saltando felizmente las barreras académicas, ayudaron a fundamentar un punto de vista novedoso respecto de las relaciones entre economía y naturaleza *también entre los historiadores*. No es casual, por tanto, que haya sido bajo esa impronta desde la que, hace aproximadamente una década, comenzara a tomar cuerpo en nuestro país una corriente historiográfica (la Historia Ambiental⁸) que —gracias también a la labor de otros autores como Manuel González de Molina, Ramón Garrabou, Enric Tello, etc.— se ha encargado de impugnar muchas de las interpretaciones usualmente sostenidas respecto a los fenómenos económicos del pasado. Para esa labor ha sido bienvenido tanto el instrumental proporcionado por la economía ecológica, como el de diversas ciencias de la naturaleza como la biología, la edafología, u otras; abriéndose así paso los esfuerzos por mirar con nuevos ojos las viejas problemáticas históricas, ya sea complementando hallazgos realizados por la propia historia económica o, incluso, revisando algunos de sus resultados más asentados. En la última década, por ejemplo, se han relativizado varias verdades comúnmente aceptadas, ya sean estas las bondades intrínsecas del crecimiento de la producción en el pasado, la interpretación respecto a la «tragedia de los comunales» en el caso de los montes españoles, o el papel de «rémora» que parecía tener la agricultura tradicional en el desarrollo económico peninsular⁹. La convivencia de economistas e historiadores en el mismo «nicho ecológico», lejos

de ser casual, constituye una respuesta a las visiones convencionales sobre la escasa importancia de la reflexión ecológica tanto en Economía como en Historia, aunque su consolidación académica esté resultando más lenta de lo que cabría desear. Con estos mimbres, pues, parece más fácil acometer las reflexiones sobre las consecuencias ecológicas de la modernización agraria y la evolución de los flujos bióticos que ofrece.

2. PANORÁMICA GENERAL DE LOS PRINCIPALES FLUJOS BIÓTICOS DIRECTOS INVOLUCRADOS EN LA EXPANSIÓN AGRARIA

Como es obvio, no es nuestra intención realizar un análisis exhaustivo de la evolución de la agricultura, la ganadería, el sector forestal o la pesca en España en los años que van de 1955 hasta 2000. Una tarea, por otro lado, que ya cuenta con una abundante bibliografía en nuestro país y que no es cuestión de traer aquí de nuevo a colación¹⁰. Si interesa, no obstante, recaer sobre algunos aspectos que, aunque cada vez más importantes, siguen siendo marginales en el análisis del sector agrario en sentido amplio. Y lo seguirán siendo en la medida en que no cambie el enfoque metodológico excesivamente reduccionista con que se enfrentan los problemas económicos del campo y que da la espalda a las aportaciones de otras disciplinas científicas más vinculadas «al terreno». Pues, tal y como pretendemos demostrar, han existido y existen impor-

Gráfico 4.1
Inputs Bióticos Directos de la economía española, 1955-2000



Fuente: Elaboración propia con datos del MAPA, *Anuario de Estadística Agraria*, *Estadísticas de la producción ganadera*, *Estadísticas de producción forestal*.

tantes signos de irracionalidad colectiva en una estrategia productivista que, desde el punto de vista ecológico, hace caso omiso de los condicionantes ambientales y compromete la viabilidad a largo plazo de la agricultura, la ganadería y los bosques peninsulares, así como la propia seguridad alimentaria de la población. Y esto, al fin y a la postre, pone en entredicho también la propia pervivencia económica del negocio agrario como tal.

Para esta tarea, y en la misma línea del capítulo anterior, lo mejor será comenzar por recordar los flujos de biomasa vegetal que han entrado en nuestra economía fruto de un proceso bioquímico (la fotosíntesis) que, asociado a la radiación solar renovable, aparece sin embargo cada vez más subsidiado por los combustibles fósiles no renovables. Del mismo modo que en el caso de los flujos abióticos, intentaremos aportar información sobre los flujos directos (comercializables) y los no directos u ocultos, aunque el tratamiento se hará de un modo distinto al caso de los recursos abióticos.

Como recoge el Gráfico 4.1, los inputs (extracción doméstica más importaciones) bióticos directos (producción agrícola, pastos, productos forestales y pescado) se han multiplicado por dos en el período de referencia, pasando de los más de 75 millones de toneladas a mediados de la década de los cincuenta, para llegar a los casi 157 millones de 2000. Un crecimiento

Tabla 4.1
Inputs (recursos) bióticos directos por grupos, 1955-2000 (miles de toneladas)

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

Fuente: Ibid. El gran aumento de la producción forestal desde 1955 hasta 1961 se debe a la inclusión en 1956 de leñas de tojo que sin embargo tienen poco valor. Además, desde 1958 se computa también la leña obtenida fuera del monte.

Tabla 4.2
Composición porcentual de los inputs bióticos directos, 1955-2000
(años seleccionados)

	1955	1961	1965	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Agrícolas (% sobre el total)	54,1	54,8	57,3	71,9	73,6	74,5	76,7	74,0	75,5
Domésticos	53,8	53,0	54,2	65,7	68,8	68,7	69,7	62,6	67,7
Importados	0,3	1,8	3,1	6,2	4,9	5,8	7,0	11,4	7,8
Biomasa de pasto (% sobre el total)	32,9	24,2	23,0	15,8	15,3	12,7	11,3	10,3	12,2
Domésticos	32,9	24,2	22,9	15,7	15,2	12,5	11,0	10,0	12,0
Importados carne	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Forestales (% sobre el total)	12,1	20,0	18,6	11,0	10,0	11,6	10,6	13,9	11,0
Domésticos	11,6	19,7	18,0	9,8	8,9	9,5	9,1	11,8	7,8
Importados	0,5	0,3	0,6	1,1	1,1	2,1	1,5	2,2	3,2
Pesqueros (% sobre el total)	0,9	0,9	1,1	1,3	1,1	1,1	1,4	1,8	1,3
Domésticos	0,9	0,9	1,1	1,2	0,9	0,6	0,9	1,0	0,6
Importados	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8
TOTALES	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	99,2	97,9	96,2	92,4	93,7	91,3	90,7	85,4	88,0
Importados	0,8	2,1	3,8	7,6	6,3	8,7	9,3	14,6	12,0

Fuente: *Ibid.*

que se encuentra claramente por debajo del incremento del PIB c.f. 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, según se desprende de las Tablas 4.1 y 4.2, pasa de representar casi dos tercios de los inputs bióticos a mediados de la década de los cincuenta, a más de las tres cuartas partes al finalizar el siglo. Le sigue, en orden de importancia, los recursos forestales (madera y leña) que, a pesar de casi doblar su extracción en términos absolutos, se han mantenido, con oscilaciones, en torno al 15 por 100. En la misma línea general, los flujos bióticos marinos experimentan un notable incremento triplicando su tonelaje y doblando su participación en el total.

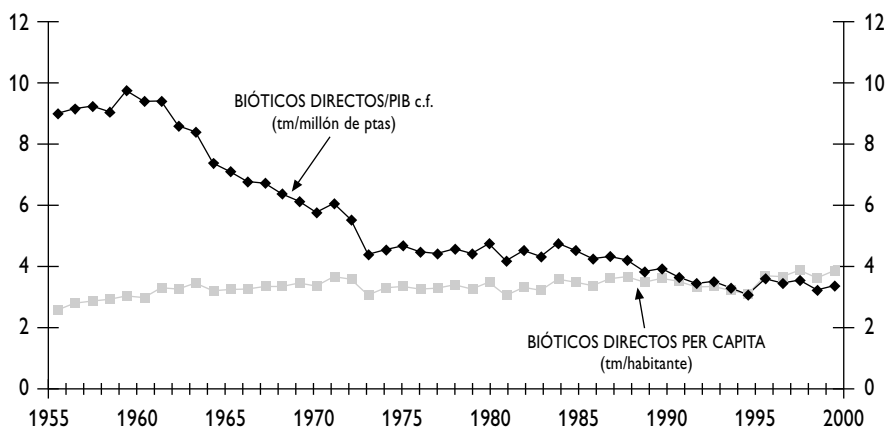
Como se refleja en la Tabla 4.2 la pérdida de importancia de los pastos naturales en los flujos bióticos extraídos y las pajas, se ha venido compensando, precisamente, con la expansión de los cultivos forrajeros y de cereales grano, así como por los piensos compuestos destinados a la alimentación ganadera. Por estas razones, y para no incurrir en dobles contabilizaciones, se deja aquí al margen la biomasa animal doméstica (aunque sí se contabiliza la importada) puesto que el grueso de la alimentación procede de los cultivos mencionados, ya incluidos dentro de los propios flujos agrícolas. En cambio, sí se incorpora el heno cosechado en las prade-

ras naturales y una estimación de los pastos aprovechados a diente por el ganado en los pastizales y dehesas.

Una de las características que llama la atención —también en esta ocasión— es 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 de biomasa por más treinta en el periodo considerado*. Aunque a continuación nos referiremos con más detalle a esta cuestión, cabe adelantar la particular relevancia de las importaciones de cereales grano y leguminosas, así como la importación creciente de flujos forestales de madera y leña, o las importaciones de pescado que ya representan casi el 60 por 100 del total de inputs marinos.

A pesar de los incrementos en términos absolutos de los flujos bióticos importados, la expansión del PIB c.f. ha superado con creces el aumento global, por lo que el resultado en términos relativos se salda con un descenso de estos flujos por millón de pesetas. Pasamos de las diez toneladas en 1955 a las 4 en 2000. El Gráfico 4.2 muestra esta circunstancia que, como era de esperar, no se ve refrendada por una conclusión similar en términos *per capita*: aquí, con ligeras oscilaciones, se pasa de 2,3 tm/habitante a las 2,5 al final del periodo. Un resultado razonable habida cuenta que los recursos bióticos tienen como objetivo fundamental servir de apoyo al consumo endosomático de energía (exceptuando la madera y la leña) por lo que el aumento de los mismos pone de manifiesto cambios en la dieta y un desplazamiento hacia alimentos que requieren mayor aporte energético en su formación (carnes) a partir de la propia biomasa vegetal.

Gráfico 4.2
Inputs Bióticos relativos, 1955-2000



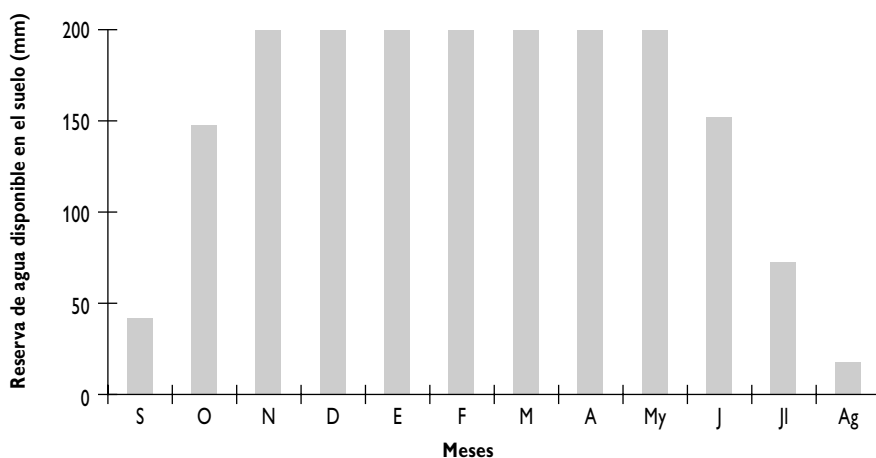
Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA, INE y FBBVA: Serie enlazada de la contabilidad nacional (1954-1997).

3. «LA GRAN INTENSIFICACIÓN»: EXIGENCIAS ECOLÓGICAS Y DESCONEJÓN CRECIENTE ENTRE LA ACTIVIDAD AGRARIA Y SUS CIMIENTOS AMBIENTALES

Cuando se echa la vista un poco más allá de la «productividad agrícola», conviene saber si el éxito económico manifestado en la expansión de los rendimientos en las últimas décadas se ha producido en consonancia con las características y vocaciones productivas del territorio en que se insertaban las explotaciones o, por el contrario, se ha realizado a costa de ellas. Dependiendo, pues, del particular acoplamiento de cada labor agraria a estas condiciones ambientales, así podremos hablar de la mayor o menor viabilidad en el tiempo de este tipo de prácticas, o de la necesidad de reconducir la situación hacia procesos más sostenibles.

Para evaluar esta circunstancia, y aunque sea conocido, es preciso rescatar brevemente algunas lecciones que, ya desde tiempo atrás, los geógrafos y expertos en edafología vienen recordando en relación con las características peninsulares. Pues atendiendo a la variedad de suelos, climas, temperaturas y regímenes de humedad, se hace necesario incluir ciertas cautelas al hablar de «agricultura española» o «paisaje agrario peninsular» en singular, sobre todo a la vista de la pluralidad de factores limitantes (el agua, la temperatura, los nutrientes,...) de la propia actividad agraria en cada zona de la península¹¹. Así, por ejemplo, según sea el régimen de humedad, nuestro territorio puede dividirse en tres zonas: údica, xérica y arídica¹². La primera cubre principalmente el norte y noroeste de España (7,8 millones de hectáreas) y en ella las precipitaciones

Gráfico 4.3
Régimen de humedad údico (Santiago de Compostela)



Fuente: Gascó, J.M., Gascó, A.M. (1999): «Adaptaciones...», *op. cit.*, p. 92

superan la evapotranspiración potencial durante casi todo el año, por lo que abundan las lluvias en invierno y primavera de tal suerte que el agua, lejos de ser un factor limitante, es preciso eliminar su exceso por medio de drenajes y, en todo caso, aumenta permanentemente las reservas disponibles en el suelo. Pero, precisamente por esta razón, la acción de la lluvia lleva aparejada como contrapartida el lavado de suelos y con ello la escasez de nutrientes que dificulta las labores agrícolas. En cuanto al factor térmico, esta zona de la península se caracteriza por soportar un período breve o casi inexistente de heladas en todo caso de baja intensidad, al que se suma la escasez de calor acumulado en el suelo por la suavidad de la estación veraniega.

La zona *xérica* (mayoritaria con 36,7 millones de hectáreas), ocupa básicamente la submeseta norte y centro, y parte de la submeseta sur y periferia, y es lo que tradicionalmente se ha considerado clima mediterráneo. Aquí se empiezan a notar la falta de precipitaciones y su irregular distribución a medida que nos acercamos al sur, siendo el final de la primavera, el verano y el comienzo del otoño, las estaciones donde esta restricción se hace más palpable. Dada su amplitud territorial, podemos decir que el grueso del territorio está sometido al edafoclima *xérico* y a sus factores limitantes, dentro de los cuales se pueden diferenciar, además del agua, la escasez de materia orgánica y la abundancia de sales en los suelos, acentuándose los problemas de erosión. Aproximadamente la mitad oeste de la zona *xérica* presenta una parte ácida (con Galicia, León, Zamora y Salamanca soportando suelos muy ácidos con Ph menor a 4,5 o medianamente ácidos, entre 4,5 y 5,5) que redundan en un mayor aprovechamiento pecuario del terreno, dejando la parte caliza del este y sur para aprovechamientos y cultivos agrícolas. En cuanto al factor térmico, las heladas tienen una prolongación temporal media-larga (dependiendo de las zonas entre cuatro y ocho meses), pero debido a las altas temperaturas del verano, el volumen de calor acumulado en el suelo también es importante, permitiendo el desarrollo de cultivos particularmente exigentes en temperatura.

Por último, en la zona *áridica*, los rasgos *xéricos* se agudizan dadas las altas temperaturas y la falta endémica de precipitaciones durante casi todo el año, agravando la salinidad del terreno, consecuencia lógica, a su vez, de la falta de lluvias y agua necesaria para acometer el lavado de suelos. Por lo que hace a las temperaturas, se conjugan un período de heladas prácticamente nulo con el gran calor acumulado en el suelo consecuencia del largo verano.

Al relacionar los regímenes de humedad con los factores térmicos se observa una paradoja que tendrá influencia en la configuración espacial de los cultivos:

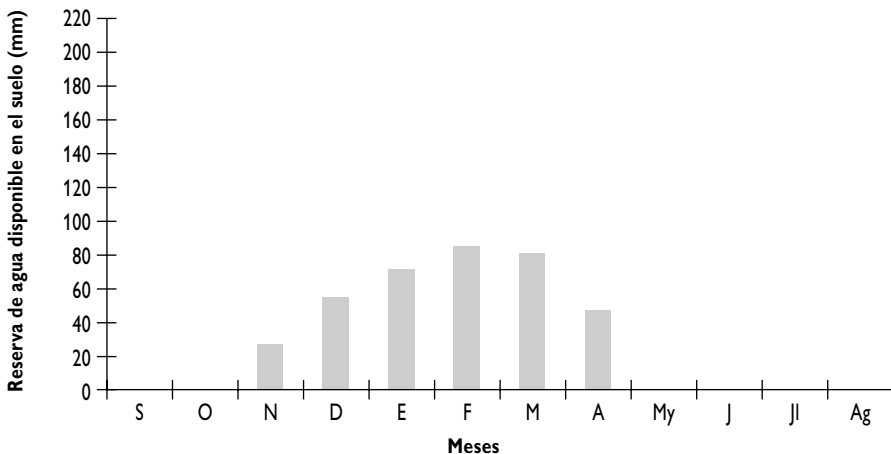
«De la superposición de los mapas de humedad y de calor disponible se advierte una especie de *desencuentro* entre los ámbitos mejor dotados en uno y en otro concepto. Allí donde el potencial térmico es más favorable (...) los déficit de humedad anual y mensuales resultan muy elevados; y, al contrario, el volumen de calor disponible no permite el desarrollo de cultivos bastante o muy

exigentes en calor. La diferencia en cuanto al manejo de ciertos recursos radica en que los déficit de agua pueden paliarse en mayor medida dependiendo de técnicas, capitales y rentabilidad de las operaciones, en tanto que las limitaciones térmicas resultan más difíciles y, en general, más costosas de solventar, al menos a escala de grandes espacios»¹³.

Los costes de paliar, por ejemplo, las dificultades hídricas serán objeto de nuestra atención más adelante y han corrido parejos con *el afán por romper las limitaciones y forzar progresivamente los aprovechamientos propios de los diferentes territorios*. Y esas ligaduras aparecen en los Gráficos 4.3., 4.4. y 4.5. que muestran claramente las disponibilidades naturales de agua presentes en cada zona, donde se comprueba que la evapotranspiración potencial supera casi siempre la aportación de agua en forma de precipitaciones. Precisamente a estas restricciones se fueron adaptando las labores tradicionales del campo en nuestro país. Esta correspondencia entre vocación productiva del territorio y práctica agraria se ha dado, por ejemplo, tradicionalmente en la zona de clima údico, donde el régimen de humedad permite el aprovechamiento ganadero extensivo con cargo a los pastos o la explotación forestal del bosque de frondosas. Del mismo modo, en la zona xérica, ha primado el cereal de invierno —en sincronía casi perfecta con la evolución edafoclimática— donde el trigo...

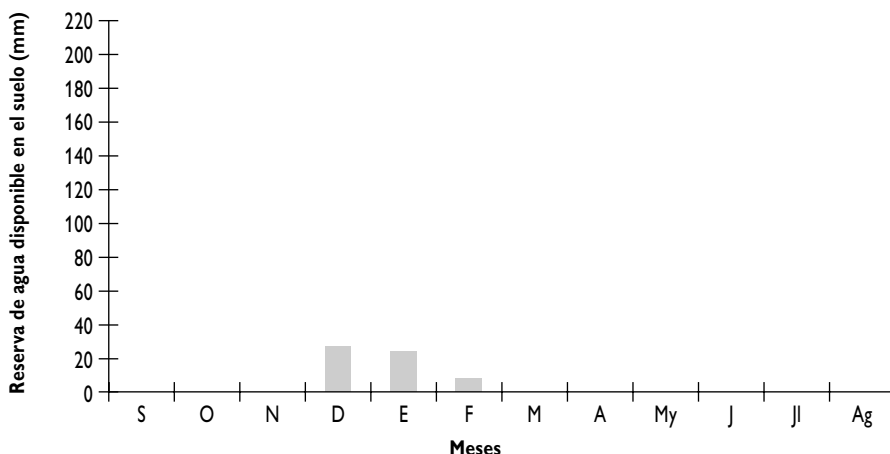
« Se siembra al comenzar el año agrícola con las primeras lluvias otoñales; germina y nace al tiempo que los días se acortan y la temperatura del aire disminuye; desarrolla sus raíces en la oscuridad y con el calor que el suelo conserva desde el verano; ahija cuando los días se alargan duran-

Gráfico 4.4
Régimen de humedad xérico (Ciudad Real)



Fuente: *Ibid.*, p. 93.

Gráfico 4.5
Régimen de humedad arídico (Almería)



Fuente: *Ibid.*, p. 94.

te el invierno; encaña cuando aumenta la temperatura ambiente en la transición del invierno a la primavera; espiga con las aguas de abril, y madura al final de la primavera, cuando la humedad del suelo disminuye en sincronía con el drástico aumento de la evapotranspiración potencial»¹⁴.

Descendiendo aún más hacia el sur y a medida que se reduce el agua disponible en el suelo aparecen cultivos menos necesitados de este elemento para su desarrollo, como aquellos leñosos (olivar, viñedo, etc.), compaginándose con el bosque adhesado en zonas donde el arado se hace difícil de practicar y desarrollando espacios de aprovechamiento silvo-pastoril con razas de ganado autóctonas adaptadas al terreno.

Pero, lamentablemente, el afán «modernizador» del sector agrario en nuestro país vino a modificar progresivamente esta vinculación de la actividad agrícola con la vocación productiva del territorio, rompiendo las prácticas que habían permitido una razonable estabilidad y convivencia de la intervención humana sobre los ecosistemas¹⁵. Trataremos ahora de ver cómo se produjo esa ruptura y las consecuencias ambientales que acarreó en cada una de las actividades (agrícolas, ganaderas y forestales) que configuran el sector.

3.1. Una agricultura cada vez más hipotecada energética e hídricamente

En las faenas agrícolas, las principales modificaciones introducidas por la «modernización» afectaron a la gestión de tres tipos de recursos naturales principalmente: *la energía, el agua y el*

suelo¹⁶. En todos ellos ha tenido especial relevancia el proceso de mecanización experimentado por el campo español desde 1940, más intenso entre 1960 y 1980¹⁷ que, si bien ayudado por la escasez de mano de obra rural, no debe entenderse simplemente como una respuesta «mecánica» al fuerte éxodo protagonizado en aquellos años¹⁸. Con todo, en lo que atañe a la energía, sabemos por los diferentes balances energéticos publicados¹⁹, que el paso de una agricultura tradicional, basada en el trabajo humano y la tracción animal, a una agricultura que funciona con cargo a los combustibles fósiles, no sólo significó una simple sustitución de fuentes de energía diferentes, sino el incremento espectacular del gasto energético por hectárea cultivada y por producto obtenido. Esta circunstancia se ha observado al comparar los datos elaborados por Naredo y Campos para los años 1950-51 y 1977-78 —y complementados por Xavier Simón para 1993-94— que transformaban la utilización de los diferentes inputs agrarios (maquinaria, fertilizantes, electricidad, etc.) en kilocalorías. El resultado reveló la manifiesta *ineficiencia energética* de una agricultura moderna que casi exigía más energía en forma de inputs de la que aportaba en forma de alimentos y cultivos; siempre muy alejada de las cifras ofrecidas por la agricultura tradicional. Mientras que en los años 50 por cada kilocaloría invertida en la agricultura y la ganadería en forma de inputs externos (sin considerar los reempleos), se obtenían 6,1 kilocalorías como alimento; a finales de los setenta y mediados de los noventa apenas se llegaba a la unidad.

Cabe señalar que la Tabla 4.3 rectifica alguna infravaloración detectada en los datos de 1977-78, y matiza las posteriores consideraciones efectuadas por X. Simón al comparar sus resultados con los de esos años. En efecto, en un primer momento, parecía desprenderse de las cifras una mejora en la eficiencia energética desde finales de los setenta, pasando de las 0,74 kilocalorías de output agrícola y ganadero a las 1,39 de mediados de los noventa. Sin embargo, el incremento aparecido no era tan espectacular pues las cifras de 1977-78 se asentaban, básicamente,

Tabla 4.3
Eficiencia de la agricultura española en términos energéticos, 1950-1994
(millones de Kcal)

	1950-1951	1977-1978	1993-1994
Output final (agrícola y ganadero)	30.308.437	101.473.583	124.428.479
Inputs total	87.457.567	201.728.507	150.794.490
Inputs (externos)	4.961.946	82.549.104	89.271.231
Eficiencia (Output/input fuera)	6,10	1,22(+)	1,39

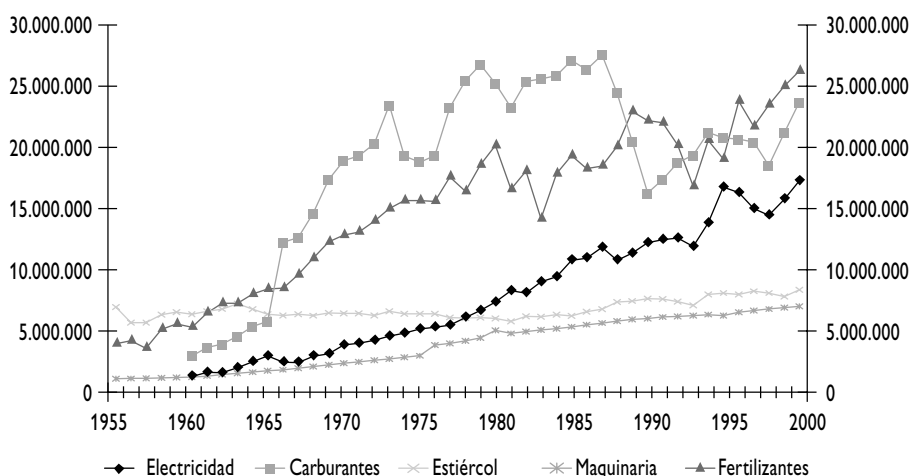
(*) Para los años 1977-78 se ha corregido el error apreciado en el tonelaje de algunos cultivos y que daba lugar a una cifra de eficiencia de 0,74, siendo la correcta la que aparece en la tabla.

Fuente: Años 1950-51: Naredo, J. M., Campos, P. (1980): «Los balances energéticos...», *op. cit.* Años 1993-1994: Simón Fernández, X. (1999): «El análisis de los sistemas agrarios...», *op. cit.*

en una producción final de cereales y cultivos industriales menor que la generada realmente, lo que derivó en aquella cifra de eficiencia inferior a la unidad²⁰. Una vez corregida esta circunstancia los datos arrojan una eficiencia para 1977-78 de 1,22 recortando ampliamente las expectativas de mejora aducidas por X. Simón en su artículo ya citado. Cabe en todo caso advertir que el ligero ascenso experimentado (de 1,22 a 1,39) no se ha apoyado en una menor utilización de inputs externos al propio sector agrario—muchos de los cuales se han incrementado notablemente entre ambas fechas— sino por el incremento de los rendimientos con cargo a la expansión del regadío. El Gráfico 4.6 muestra la situación descrita haciendo un seguimiento — año tras año y en términos energéticos— de los principales inputs introducidos en las explotaciones agrarias desde mediados del siglo pasado.

El reflejo monetario del efecto «dependencia» de los inputs externos al propio sector agrario que acompañó a la crisis de la agricultura tradicional y al ascenso de las explotaciones intensivas, tuvo como consecuencia lógica el recorte de los valores añadidos generados en el propio sector, habida cuenta el crecimiento espectacular de los consumos intermedios protagonizado por los combustibles, la maquinaria o los fertilizantes. No debe extrañar, pues, que esta circunstancia explique un hecho por lo demás bien conocido: la pérdida registrada en la participación del VAB agrario en el PIB desde los años cincuenta del siglo pasado, pasando de representar casi el 12 por 100 en 1960 para descender por debajo del 4 por 100 en 2000. Una ten-

Gráfico 4.6
Evolución de los principales factores productivos agrarios en términos energéticos, 1955-2000
(millones de kilocalorías)

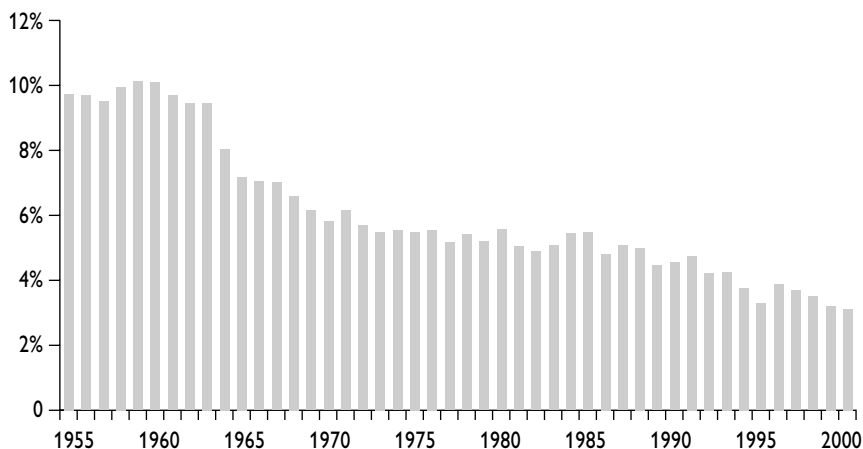


Fuente: Elaboración propia con datos del *Anuario de Estadística Agraria*, OECD, *Energy Balances*, y las hipótesis contenidas en J.M. Naredo y P. Campos, *Los balances energéticos*, op. cit.

dencia que pone a las claras el mayor ritmo de crecimiento de la economía en su conjunto y del resto de sectores que no sufrieron una transformación semejante a la del sector agrario en un período de tiempo tan corto. De forma paradójica, la estrategia individual de «modernización» recurriendo a los consumos intermedios fuera del sector; y que ha redundado en un fuerte incremento de la producción total agraria, se ha saldado, *colectivamente*, en una disminución de la importancia del propio sector en el conjunto de la economía medido en términos de valor añadido.

Y no podía ser de otra manera. Ahora bien, el Gráfico 4.7 puede dar lugar a confusión. A partir de él cabe la tentación de concluir, por un lado, que el sector agrario se ha convertido en un sector marginal desde el punto de vista económico —y en términos de VAB puede que así sea—, sin embargo, este resultado era previsible desde el momento en que una parte importante de las actividades desempeñadas tradicionalmente dentro del mismo se han ido desplazando a un sector externo (la industria alimentaria) a la vez ajeno, pero relacionado con éste. No obstante, «...si lo que se pretende es comparar la importancia macroeconómica de las actividades de generación de alimentos en España en las últimas décadas, no es adecuado hacerlo a partir de la consideración individual del sector agrario, sino que es necesario considerar globalmente el complejo de producción agroalimentaria. Cuando se procede de ese modo, la imagen de la tendencia descendente de dicha actividad se modifica sustancialmente»²¹. Por otra parte, el descenso en la participación en términos de valor añadido encubre la diferente naturaleza en la generación del mismo a lo largo de los años, lo que tiene una especial relevancia ambiental.

Gráfico 4.7
Participación del sector agrario y pesquero en el PIB, 1955-2000
 (VAB agrario/PIB) a p.m. en pesetas de 1986



Fuente: INE, Contabilidad Nacional. FBBV: Serie enlazada de la contabilidad nacional (1954-1997).

Pues, mientras en los años cincuenta, ese «excedente» se obtenía con un importante volumen de recursos reemplazados por las propias explotaciones, la llegada de la «modernización» agraria supuso generar una misma unidad de valor añadido con unos costes ambientales crecientes, a la vez que se engordaban las cuentas de valor añadido del sector industrial en una situación que daría lugar al final ya conocido²². De lo que cabe concluir que, a pesar de este retroceso, tampoco han ido a menos los flujos materiales generados por el sector agrario, o los efectos ambientales de dicha actividad consecuencia de la exigencia de recursos naturales en forma de energía y materiales. Más bien todo lo contrario.

Dada la dependencia generalizada del petróleo que acusa la economía española, esta estrategia agraria «modernizadora» de expansión de los factores productivos captados fuera del sector no hizo sino incrementar la extracción de recursos procedentes del resto del mundo que además poseen un carácter agotable. Sin embargo, las condiciones favorables respecto a los precios de la energía y los fertilizantes hasta los años setenta y después de la crisis —a la par que unos costes moderados en el resto de factores productivos— favorecieron el aumento espectacular de la maquinaria que, como veremos, influyó decisivamente, y no sólo a través de la conocida proliferación de tractores para labrar la tierra con mayor comodidad y profundidad. Pero, tal y como mencionamos anteriormente, lo importante es explicar cómo la eficiencia energética entre 1977-78 y 1993-94 mejoró ligeramente en paralelo al crecimiento en la utilización de energía incorporada a la maquinaria, los fertilizantes, o la electricidad. Y esto fue así porque, simultáneamente, la producción final experimentó una expansión apoyada en el incremento de los rendimientos por hectárea. Pues si los tractores y cosechadoras consideradas permitían reducir el esfuerzo en las tareas agrícolas, la explotación de aguas subterráneas con el incremento de los motores de riego (eléctricos y de explosión) para su captación incentivaron la puesta en marcha de las numerosas hectáreas de regadío, explicando en gran medida la mejora sustancial en los rendimientos agrícolas y el ligero crecimiento en la eficiencia energética ya aludido. Recordemos además que en los cálculos realizados por los balances energéticos no se recogen las máquinas para la captación de agua de riego, por lo que si quisiéramos ampliar el espectro a los requerimientos energéticos incorporados a éstas²³, las cifras de eficiencia empeorarían considerablemente. Aspecto que se puede demostrar con los datos de la Tabla 4.4, habida cuenta el crecimiento de los motores tanto en número como en potencia media que permitió, por ejemplo, multiplicar su capacidad de perforación por tres entre 1940 y 1990²⁴.

Una capacidad, por tanto, en la que fueron ganando progresivamente terreno las máquinas alimentadas eléctricamente —sobre todo a partir de la década de los ochenta al calor de la electrificación total de las zonas rurales— en detrimento de los motores de combustión de mayor coste comparativo y que habían sido hegemónicos hasta entonces²⁵. En efecto, la mejora de los

Tabla 4.4
Evolución de los motores de riego, 1955-1995

	1955	1965	1975	1990	1995
De explosión	63.210	118.427	173.584	154.722	154.800
% sobre el total	79	85	88	61	58
Eléctricos	16.752	21.460	22.731	99.823	109.397
% sobre el total	21	15	12	39	42
TOTAL	79.962	139.887	196.315	254.545	264.197

Fuente: MAPA, Anuario de estadística agraria.

motores permitió tanto la apertura de nuevos pozos como la explotación de aquellos que, por motivos de elevada profundidad, se mostraban como inalcanzables anteriormente.

«Desde el punto de vista técnico, las perforaciones alcanzaron mayor profundidad debido a la mejora de la maquinaria y, sobre todo, a la instalación de grupos motobombas sumergibles en pozos de pequeño diámetro, denominados comúnmente *bombas-buzo*, bombas de impulsión y tuberías de precisión. Las nuevas máquinas taladradoras a rotación y percusión, con diámetros que pasaban de los 140 mm a los 300 mm y posteriormente a los 400 y 600 mm, permitieron extender las captaciones de aguas a zonas del interior incluso en áreas montañosas (...) La fabricación de grupos elevadores sumergibles de diámetro reducido, cuyo motor eléctrico podía incluso colocarse debajo del nivel del acuífero, supuso un fuerte impulso a la perforación de pozos. La explotación de los acuíferos llegó a alcanzar con mayor frecuencia profundidades de más de 200 metros»²⁶.

Fruto de esta labor se pusieron en marcha 1,3 millones de hectáreas de nuevos regadíos de origen privado entre la década de los sesenta y mediados de los noventa, lo que sumado a los 1,2 millones de regadíos «históricos» y a los 1,1 millones realizados a través del IRYDA y la Dirección General de Obras Públicas, arrojan la cifra señalada de algo más de tres millones y medio de hectáreas regadas en la actualidad²⁷. Pero el reverso de la política de transformación a regadío en un territorio como el peninsular, con unos problemas de desfase entre precipitaciones y evapotranspiración tan marcados, hizo que el cambio en la forma de explotación agraria agudizase los problemas de escasez de recursos hídricos. Tal y como se ha puesto de relieve con la elaboración de las *Cuentas del Agua*, el desequilibrio apuntado significa, para un año hidrológico medio, que si todo el territorio se cubriera de vegetación en forma de cultivos o cualquier otro uso, *la disponibilidad de agua sería negativa*, haciendo falta, aproximadamente un 20 por 100 más de precipitación para compensar ese déficit²⁸. O en términos más concretos:

«En España cada hectárea cuenta como media con una precipitación anual de 6.721 metros cúbicos, en tanto que cubrirla con un manto vegetal requeriría como media una ETP (Evapotranspiración Potencial) de 7.986 metros cúbicos. Por lo tanto, cada hectárea que se cubre de vegetación con los fines que sea, productivos, ecológicos, recreativos, contrae una deuda de 1.265 metros cúbicos que resta a cualquier otro fin»²⁹.

Y esta «deuda hídrica», que tiene un valor medio por hectárea como el mencionado, se hace de hecho más elevada a medida que vamos modificando y forzando las vocaciones productivas de los territorios. Sólo así cabe entender las consecuencias que en zonas como Castilla La Mancha, Castilla y León, Andalucía o Extremadura, está teniendo la proliferación de cultivos especialmente exigentes en agua como el maíz (que necesita entre 1.000 y 1.400 litros por kilo) o algunos forrajes como la alfalfa (900 litros/kg), muy alejados de las precipitaciones medias de esos territorios. Máxime cuando, al mismo tiempo, se reducen a la mitad las hectáreas de maíz en terrenos más propicios como Galicia. Resultados, en fin, que incluso revelan una mayor incoherencia si los comparamos con las circunstancias de humedad y precipitación más favorables en que se realiza este cultivo por el principal productor a nivel mundial, Estados Unidos, que incluso a veces no impiden las dificultades³⁰. Con todo, recordemos que las limitaciones hídricas por transpiración afectan también al cultivo de otro importante grupo de especies como son las hortalizas del sur y el levante; sobre todo teniendo en cuenta que algunas de ellas como el melón, el pepino o la calabaza llegan a transpirar 10 veces su peso fresco en agua cada día³¹. Así, lejos de ser sólo una cuestión de exigencia hídrica de los cultivos, el problema se agrava a medida que nos acercamos al sureste español, pues la elevada concentración de sales hace necesario el uso del riego con la simple finalidad de «lavado de suelos», a fin de evitar una excesiva salinización de los mismos que haga impracticables los cultivos. Lo que, en vez de ser una parte pequeña del agua utilizada, se convierte en un porcentaje de hasta el 50 por 100 en cuencas como el Segura o el Júcar. (Tabla 4.5).

Ahora bien, como se sabe, es precisamente en esas zonas donde el agua es más escasa, por lo que el sacrificio se hace más pronunciado y la proliferación de cultivos exigentes en este recurso natural más irracional. Pues al problema de las reducidas precipitaciones en el sureste español se añade que «...además de que llueve menos, de lo que llueve escurre un porcentaje mucho menor» y «la combinación de dichos factores minusvalorantes da lugar a que mientras en la Galicia costera la escorrentía se aproxima al metro, en el Segura quede reducida a 53 mm»³². En estas circunstancias, el recurso a la explotación de las aguas subterráneas parece obvio, como también lo es la facilidad con que se sobreexplotan los acuíferos por la debilidad en la recarga y la potencia de las extracciones apoyadas en las modernas bombas de riego. Ya a finales de los

Tabla 4.5
Incremento del riego para drenar y evitar la salinización del suelo

Cuenca	Media de sales (mg/litro)	Incremento del riego (%)
Norte	120	3
Duero	150	4
Tajo	180	5
Guadiana	1.400	35
Guadalquivir	890	22
Sur	970	25
Segura	2.070	50
Júcar	2.200	50
Ebro	790	20
Pirineo Oriental	1.000	25

Fuente: Gascó, J.M., (1996): «Problemas y prácticas...», *op. cit.*, p. 44.

ochenta, los 142.700 pozos declarados generaban problemas de sobreexplotación en ocho de las cuencas (Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar, Pirineo Oriental, Baleares y Canarias) por valor de 848 hm³/año. Sin embargo, las estimaciones más razonables efectuadas por diferentes especialistas cifraban el número verdadero de pozos en torno al medio millón, con el consiguiente incremento en la sobreexplotación real³³.

Las necesidades en la *cantidad* de agua que provoca la intensificación agrícola de aquellos territorios que no presentan especiales aptitudes para ello, se agravan cuando nos enfrentamos al deterioro en la *calidad* de este recurso. Así, no debe extrañar que, dadas las anteriores consideraciones, el 63 por 100 del agua en nuestro país tenga un carácter *prepotable* mientras que el 37 por 100 se revele como *salobre*³⁴. Tampoco es casualidad que a medida que avanzan las labores se entre en una dinámica en la cual la sobreexplotación en cantidad de los acuíferos genera en un corto lapso de tiempo problemas importantes de calidad de las aguas para el riego y el consumo en general. Por un lado, generalizándose los fenómenos de intrusión salina en zonas con terrenos ya de por sí bastante salinizados por la escasez de precipitaciones, y que mediante el recurso a las aguas subterráneas para el riego, en vez de favorecer el lavado de suelos, acaban agravando el problema. «En el Mediterráneo oriental —recordaba recientemente el MIMAM— la intrusión marina se presenta de forma generalizada, y en algunos de sus acuíferos costeros (Plana de Vinaroz-Peñíscola y Plana de Oropesa-Torreblanca) los contenidos de cloruros superan los 500 mg/l permanentemente (...) En el litoral Atlántico-Sur ocurren procesos de intensa intrusión que entre los años 1990 y 1994 alcanzaron el punto de mayor intensidad»³⁵.

Y aquí, el uso y abuso de los fertilizantes y productos agrotóxicos que surgieron al amparo de la expansión de la industria petroquímica y de la llamada «revolución verde», empeoran no sólo la calidad del suelo agrícola, sino que contaminan por lixiviación gran parte de las aguas subterráneas y superficiales. La detección de compuestos tóxicos como los nitratos está afectando de manera grave a amplias zonas del litoral mediterráneo donde, por ejemplo, se llegan a superar los 500 mg/l cuando la normativa obliga a que las aguas potables no superen los 50 mg/l. Además, se generan a menudo fenómenos de contaminación de acuíferos como se ha puesto de manifiesto en el caso del acuífero 23 manchego, consecuencia del vertido de las vinazas residuales de las alcoholeras que ha fomentado la eutrofización de las aguas con los aportes de materia orgánica. Cabría añadir, en el mismo sentido, los fenómenos de eutrofización consecuencia del nitrógeno y el fósforo asimilados por la vegetación de lagos y embalses, que afectan en nuestro territorio al 48 por 100 del volumen total de éstos últimos, llegando a alcanzar en algunas cuencas cifras como el 68 por 100 (Tajo), el 67 (Internas de Cataluña), o el 57 por 100 de la cuenca del Duero³⁶.

3.2. «De la hierba a la sangre»: sobre la insostenibilidad de las actuales prácticas ganaderas y pesqueras

La pérdida de referente territorial que hemos descrito en el caso de la actividad agrícola tiene también su continuación en lo concerniente al negocio ganadero. Si allí veíamos cómo se producía un progresivo desacoplamiento entre los cultivos y las características edafoclimáticas de los territorios con el consiguiente deterioro ambiental, ahora nos enfrentamos a un doble cambio: la ruptura de la natural simbiosis entre cultivos y ganadería dentro de las propias explotaciones tradicionales, y el desaprovechamiento generalizado de los recursos que se pueden pastar y que gratuitamente ofrece la naturaleza cada año. Se trata de un fenómeno razonablemente documentado tanto a nivel local, a través de monografías ofrecidas por numerosos economistas y geógrafos, como a escala nacional, donde también se encuentran ejemplos válidos de aproximación³⁷.

Y es que las desavenencias entre territorio y actividad ganadera se han venido manifestando en varios frentes, a saber: en el cambio de orientación del ganado utilizado en las explotaciones, en las variaciones de las especies utilizadas, en la dependencia exterior respecto de la alimentación del ganado, y en el consiguiente abandono de la ganadería extensiva. El proceso de mecanización agraria espoleó la sustitución del ganado de trabajo por el ganado de renta y, en este sentido, la orientación hacia la carne y la leche provocó la sustitución de especies autóct-

tonas por otras exóticas más «eficientes» en la producción, fenómeno que afectó fundamentalmente a todos los tipos ganaderos (vacuno, ovino, caprino y porcino) en mayor o menor medida. Para lograr tanto el incremento en el número de cabezas como en su peso, comenzaron a destinarse desde los años sesenta y setenta ayudas públicas importantes para la puesta en práctica de cebaderos complementadas con ayudas e incentivos a la producción (Acción Concertada), intentando poner en práctica algunas recomendaciones que años atrás había vertido la delegación de la FAO y el Banco Mundial en su célebre *Informe* de mediados de los sesenta. Todo lo cual derivó en una progresiva reducción de las prácticas extensivas de aprovechamiento de pastos naturales y dehesas, relativamente abundantes en algunas zonas de la península, pero escasamente relevantes en una estrategia como la diseñada. Que estas iniciativas tuvieron un «éxito» considerable en poco tiempo lo prueba el hecho de que a mediados de los sesenta, sólo el 11 por 100 de la carne consumida procedía de terneros primados, mientras que a comienzos de los setenta, en 1973, esa cifra alcanzaba ya al 43 por 100 de la cabaña³⁸. En definitiva, se trataba de «...una política más dispuesta a producir la mayor cantidad de carne en menor tiempo posible, que a pensar en el equilibrio del modelo y en el coste social de otro tipo de alternativas para el desarrollo de la producción ganadera»³⁹. La descripción de estos rasgos hizo que desde los años ochenta, y en menor medida en la actualidad, se hablase de un modelo ganadero «desequilibrado»⁴⁰.

Al reflexionar sobre estas transformaciones parece obvio pensar que la evolución de la ganadería ha modificado sustancialmente el sentido de su relación con la producción agrícola: de servir como factor productivo de las labores del campo, ya fuera como fuerza de tiro o a través de la aportación de abono por medio del estiércol, la actual ganadería ha puesto buena parte de la superficie y producción agrícola a su servicio, para su alimentación y desarrollo. Y aquí lo normal ha sido siempre acordarse de la predicción que en su día hiciera Flores de Lemus sobre el particular:

«Era, pues, pronóstico fácil que apenas la producción se fuera acercando al límite del consumo interior quedaría refrenada por el precio, y la explotación de nuestros campos habría de orientarse hacia la transformación de la producción vegetal en carne y sangre, en cantidades cada vez mayores absoluta y relativamente»⁴¹.

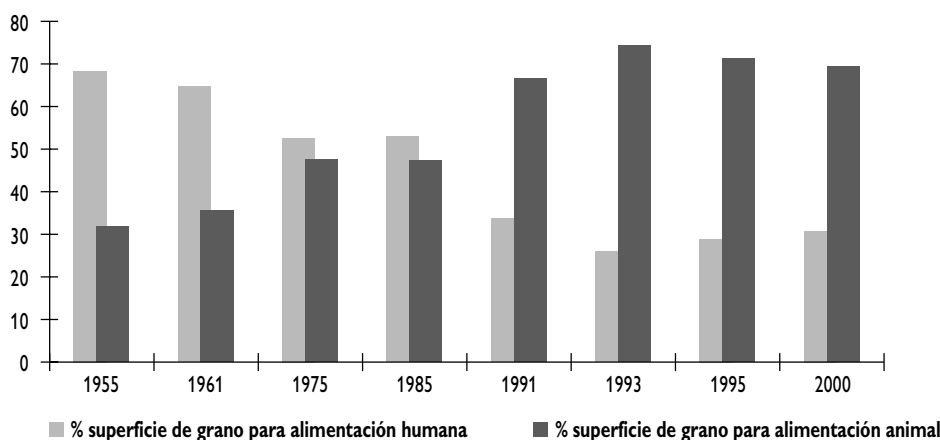
Merece la pena traer de nuevo a colación un texto que, después de tantos años, sigue ofreciendo una independencia de criterio apreciable, además de la suficiente sensibilidad y falta de papatismo para no ver —en las simples roturaciones practicadas para incrementar las tierras de cultivo con destino a la alimentación de ganado— aumentos inequívocos en la senda del progreso:

«Se ha roturado lo que se ha podido —escribía Flores— no lo que se ha debido roturar; y el gran avance de la superficie cultivada no representa, en su parte principal, un progreso efectivo de nuestra economía. En unos cuantos años se *ha convertido alegremente en dinero el patrimonio que en forma de materia orgánica había acumulado el tiempo en esos suelos*»⁴².

No es de extrañar que, mientras a comienzos de siglo, en 1905, la proporción entre la superficie dedicada a alimento y la destinada a pienso para el ganado era de algo más de dos tercios frente a un tercio favorable a la primera; en 2000 las proporciones se hubieran invertido completamente: ahora la superficie de grano destinada a la alimentación animal ocupaba el 69,3 por 100, dejando el 30,7 para el consumo humano directo (Gráfico 4.8.).

El reflejo en la producción tampoco se hizo esperar, llegando a destinarse en 2000 el 86 por 100 del grano a la alimentación animal, lo que refleja tanto el sesgo en la orientación cárnica del aparato productivo, como de la dieta ingerida por la población. Tal es así que, si nos centramos en el período de estudio de este trabajo y comparamos los datos anteriores con la superficie y producción de todos los cultivos, se observa que entre 1955 y 2000 la superficie para alimentación animal se incrementó un 32 por 100⁴³ lo que se tradujo en un aumento en la participación de este tipo de superficie pasando del 21,5 al 31,3 por 100 de la superficie total cultivada en Espa-

Gráfico 4.8
Actualización de la predicción de Flores de Lemus
 (Comparación de la superficie ocupada por cultivos de grano dedicados a la alimentación humana y animal, 1905-2000)



Fuente: Para 1905 y 1925, Flores de Lemus, (1926): «Sobre una dirección...», op.cit, p. 148. Para el resto de años, elaboración propia con datos de MAPA, *Anuario estadístico de la producción agraria* (Varios años). Se han considerado como grano para alimentación animal los cereales (salvo el trigo y el arroz), las leguminosas grano (excepto las judías, las lentejas y los garbanzos), y los cultivos forrajeros.

ña, mientras que desde el punto de vista de la producción en tonelaje, el grano para ganado pasó de acumular el 41 por 100 en 1955 a representar dos tercios de la producción total (el 67 por 100) en 2000. Y esto sin contar que, a la vez, los incrementos registrados no fueron suficientes para alimentar la cabaña ganadera intensiva por lo que se hacía necesaria la importación masiva de pienso externo (maíz, y soja fundamentalmente), a la vez que se abandonaban los pastos autóctonos propios de las prácticas extensivas.

Por lo que aún hoy sigue siendo recomendable aquello que se argumentaba hace dos décadas:

«...la ganadería española debe reducir su dependencia de la energía fósil mediante la sustitución de parte de la dieta de piensos concentrados por pastos y forrajes. Esto sería aun más deseable si consideramos la importante dotación de recursos pascícolas, hoy claramente infrautilizados, resultando de ello una mala gestión de los recursos naturales renovables y una importante pérdida de divisas vía importación de cereales y leguminosas pienso».⁴⁴

Pero apenas se hizo caso de esta recomendación llegando el desorden a tal punto que, a veces, desde la iniciativa estatal se arrendaron parcelas de regadío a multinacionales estadounidenses que destinaron el terreno a la producción de semillas de maíz selectas que, exportadas más tarde a EE.UU donde eran empaquetadas y etiquetadas, se volvían a importar a España a precios muy superiores⁴⁵.

Subrayemos de paso que el abandono del aprovechamiento a diente del forraje proporcionado por pastos, pastizales, dehesas, etc., debido a la estabulación del ganado en granjas y cebaderos, ha quitado al campo un aporte de abundante materia orgánica en forma de estiércol espontáneo, convirtiéndolo ahora en una fuente de problemas junto al resto de residuos líquidos e inorgánicos de las granjas, debido a sus altas concentraciones de sustancias peligrosas. Así, en vez de en un recurso a utilizar, el bajo precio de los fertilizantes químicos logrado artificialmente⁴⁶ ha hecho que en muchas zonas el abono orgánico se haya convertido en un *residuo* a eliminar, o verter más o menos incontroladamente.

Así las cosas, los efectos de este cambio se vieron acompañados por modificaciones en las pautas de alimentación de la población que, como cabía esperar, incrementó su ración diaria de energía endosomática, variando a su vez la composición de la misma. En efecto, la dieta española pasó de aportar 2.631 kcal/hab/día en 1961 a 3.352 kcal/hab/día de 2000 (Gráfico 4.9). Una variación a la que se sumaron en mayor proporción las calorías de origen animal que casi doblaron su participación en la energía endosomática total, saltando del 14 al 27 por 100 entre ambas fechas. Señalemos, de paso, que las consecuencias de estas variaciones en la energía endosomá-

tica y en la calidad de la dieta serán objeto de análisis en el capítulo dedicado al cálculo de la huella ecológica de la economía española.

En contra de lo que se pudiera pensar, el incremento en la ración de carne no se realizó con cargo a las razas autóctonas disponibles en la península, sino que bajo la creencia de una mayor productividad de las razas importadas se llevó a cabo un proceso de sustitución que ha dejado el censo de especies autóctonas en porcentajes, según especies, del 20 y 30 por 100 de la cabaña. Lo más grave es que este proceso se ha culminado sin estar clara del todo la mayor eficiencia de las razas importadas, tal y como ya demostró a finales de los setenta el propio Ministerio de Agricultura, y han recordado reiteradamente algunos investigadores como García Dory⁴⁷. En todo caso, el afán productivista que prescinde del pasto y acude al grano, además de arrastrar los costes energéticos asociados a esos cultivos, entra en competencia con el aprovechamiento humano directo de esa producción vegetal reduciéndose la eficiencia energética del proceso de alimentación humana a cotas bastante bajas⁴⁸. Al mirarlo con mayor detenimiento, observamos que los mayores rendimientos en proteínas y energía procedentes de las especies ganaderas no se obtienen en la producción de carne sino en el consumo de huevos y leche (Tabla 4.6). Y esto, sabido desde hace al menos tres décadas, nos permite afirmar que «...la producción de carne de vacuno y ovino sobre la base del engorde con piensos compuestos y concentrados supone el modo más antieconómico y despilfarrador de utilizar estos recursos»⁴⁹.

El problema es que estos aspectos suelen pasar desapercibidos por el incremento de la energía endosomática ingerida por la población que, a través de los alimentos con cargo a esta expansión cárnica, ha más que duplicado su participación en la ingesta total entre 1961 y 2000. Pero a pesar de este incremento, las diferencias entre el consumo de energía exosomática y endosomática siguen creciendo en una tónica que pone sobre el tapete un desacoplamiento y divergencia entre la utilización de energía destinada a fines alimenticios, el incremento de la población y el resto de usos, a lo que hay que añadir que la exigencia ejercida por la dieta no sólo se restringe a los cultivos destinados a la alimentación animal. Los requerimientos hídricos de

Tabla 4.6
Eficiencia del ganado en la conversión de proteína bruta y la energía contenida en la dieta
(porcentaje de la dieta convertida en productos comestibles por la especie humana)

	Aves de corral (huevos)	Vacuno (Leche)	Carne de pollo	Carne de cerdo	Carne de vacuno	Carne de ovino
Proteína bruta	26	25	23	14	4	4
Energía	18	16	11	14	3	2

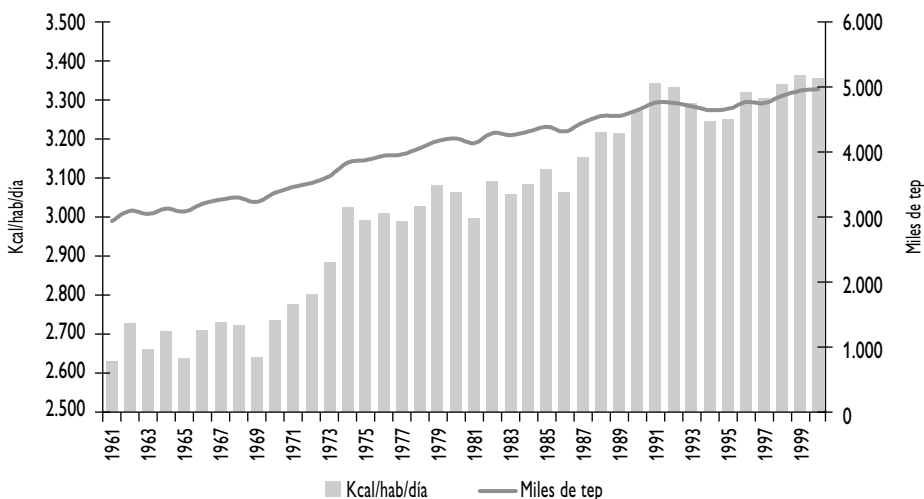
Fuente: Janick, et al., (1976): «Los ciclos de nutrición vegetal y animal», *Investigación y ciencia*, 2, pp. 51-63. Citado por: García Dory, M.A., (1980): *op.cit.*, p. 210.

los productos cárnicos —tanto a través del consumo directo como del cultivo de los forrajes— alcanzan cifras que van desde los 3.500 litros de agua por kilogramo de pollo a los 100.000 litros para el caso de la carne de vacuno⁵⁰.

De hecho, con independencia de que seleccionemos el consumo exosomático de energía final o el de energía primaria, el ratio entre la utilización exosomática y endosomática ha aumentado más de un 300 por 100, denotando de paso el menor peso representado por esta última respecto del total energético movilizado socialmente (del 13 por 100 en 1955 al 4 en 2000)⁵¹. De ahí que el mantenimiento de una dieta con apoyo en la ganadería intensiva también esté contribuyendo a ensanchar esa brecha generando nuevos problemas allí donde antes se encontraban soluciones. Pues, paralelamente a este proceso, ha disminuido de forma vertiginosa el recurso al pasto por parte del ganado⁵², lo que se constata no sólo con la baja carga ganadera por hectárea pastada, sino también con la producción en verde (heno) recogida para la alimentación del ganado y que al proceder fundamentalmente de prados y pastizales tiene la ventaja de no competir con la tierra cultivada para grano. Se entiende entonces que hayamos pasado de las 14.334 toneladas cosechadas en 1955 a las apenas 2.956 recogidas por el mismo motivo en 2000.

Pero el incremento de energía endosomática de origen animal no sólo se ha producido gracias al aumento en el consumo de carne procedente del ganado. No estaríamos realizando una descripción apropiada si dejásemos de comentar la importancia de la *utilización de pescado* desde

Gráfico 4.9
Evolución de la energía endosomática, 1961-2000
 (total y per capita)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los *Balances Alimentarios* publicados por la FAO. FAO, Statistics.

Tabla 4.7
Comparación entre la utilización de energía endosomática y exosomática en España, 1961-2000
(Miles de tep)

	1961	1965	1975	1985	1995	2000
E. Endosomática total (A)	2.934	3.077	3.863	4.374	4.647	4.955
Kep/hab/año	96,0	96,3	109,1	113,9	118,6	122,3
E. Exosomática Primaria total (B)	21.525	27.421	57.660	70.771	97.670	124.880
Kep/hab/año	704,5	858,1	1.628,8	1.842,6	2.492,3	3.083,5
Ratio: B/A	7,3	8,9	14,9	16,2	21,0	25,2
(A/B) x 100	13,6	11,2	6,7	6,2	4,8	4,0
<i>Promemoria</i>						
E. Endosomática diaria Kcal/hab/día)	2.631	2.638	2.990	3.120	3.249	3.352
Origen vegetal	2.226	2.228	2.359	2.361	2.389	2.435
(% sobre endosomática)	84,6	84,4	78,8	75,6	73,5	72,6
Origen animal	355	410	631	759	860	917
(% sobre endosomática)	15,4	15,6	17,2	24,4	26,5	27,4

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos procedentes de *FAO Statistics*, y *MINER*.

mediados de los años cincuenta en este proceso, y el impacto ecológico que ha conllevado esa expansión. Ahora bien, se trata de un crecimiento que en la posguerra, tal y como nos recuerda Miguel Peña, supuso:

«la posibilidad de solucionar, o al menos paliar, uno de los mayores problemas: el hambre. El pescado —cualquiera que fuese— estaba ahí con un período medio productivo de unos días solamente, como máximo dos semanas cuando se iba a pescar a Irlanda, muy diferente de los meses que se necesitaban para una cosecha, o para producir carne, cualquiera que sea el animal»⁵³.

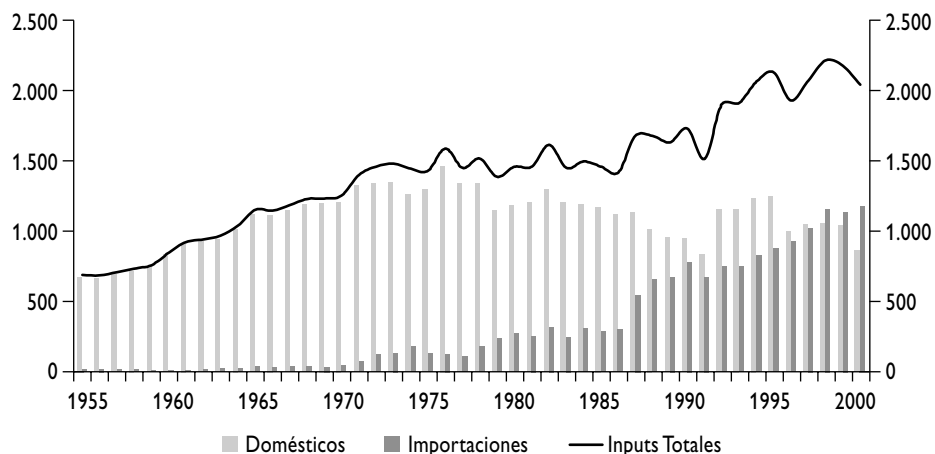
Sin ánimo de exhaustividad, en la extracción de estos recursos marinos se pueden distinguir una serie de etapas que han corrido parejas con la evolución de la economía española, a la vez que se han visto afectadas por cambios institucionales importantes tanto a nivel doméstico como internacional⁵⁴. Tal y como se deduce del Gráfico 4.10, las capturas realizadas durante la década de los cincuenta se beneficiaron de un marco favorable de precios en algunas especies como la merluza, de la motorización de los buques, y de la promulgación de la Ley de 11 de marzo de 1953 que establecía un tonelaje mínimo para los barcos de arrastre de 150 TRB (Toneladas de Registro Bruto). Las tres cosas unidas inauguraron un proceso gradual de sobreexplotación de los caladeros gallegos y cántabros, comenzando a intensificarse de paso las extracciones con cargo a los bancos pesqueros de Irlanda, Terranova y Cabo Verde. No en vano, los

incentivos otorgados a la pesca durante el franquismo encontraron apoyo en la década siguiente con una nueva Ley, de 1961, por la que se abría camino a la construcción naval en apoyo de la flota «al fresco». A pesar de las intenciones manifestadas en aquel texto legal, se entró en una segunda etapa que, lejos de apoyar a la flota pesquera tradicional, sirvió para promocionar con dinero público el nacimiento de una flota congeladora en alta mar, de la que los buques *Lemos* y *Andrade* serían la avanzadilla. Unos abanderados que, por otra parte, se ha documentado que resultaron una opción sumamente ruinosa para la economía de entonces⁵⁵. Con todo, la legislación subsiguiente se centró ya de lleno en la promoción de la flota congeladora de la que surgirían importantes empresas que, como *Pescanova*, han perdurado hasta nuestros días con una estrategia productiva poco respetuosa con la conservación del recurso pesquero.

Esta circunstancia, junto con la ausencia de una normativa que regulase el aprovechamiento en aguas que luego se considerarían jurisdiccionales, provocó un incremento sustancial tanto de las capturas domésticas como de los flujos importados, llegándose a una situación de estancamiento y declive a finales de los setenta y comienzos de los ochenta. Como es sabido, la adopción en 1977 de las 200 millas como zona exclusiva para los países ribereños supuso para España un duro golpe en su estrategia extractiva; golpe que intentó paliar extendiendo su radio de acción sobre zonas cada vez más alejadas de su territorio. Este hecho provocó la promulgación de dos textos legales —un decreto y una orden ministerial en 1976— sobre empresas pesqueras conjuntas (mixtas) con terceros países y la bilateralización del comercio pesquero, permitiendo la «supervivencia» de la flota española, entre otras, en aguas argentinas y chilenas. Aspecto a la vez determinante para mantener e incrementar los niveles de captura a finales de los ochenta y comienzos de los noventa, tal y como se desprende del Gráfico 4.10. Cabe subrayar que, frente a la momentánea euforia, el resultado final de la experiencia deja mucho que desear tanto a escala ambiental como social, dado que las empresas mixtas acaban contratando sólo trabajadores de los países empobrecidos, quienes realizan su labor sin ningún horario estipulado ni derecho laboral elemental en un afán por esquilmar en el menor tiempo posible las riquezas pesqueras del país anfitrión, como revela el caso de Chile con la captura de la merluza austral y el congrio dorado⁵⁶.

Pasado el tiempo, es razonable pensar que la medida de las 200 millas fue resultado de un proceso gradual que perseguía la fijación de límites y restricciones al uso de las aguas internacionales, inaugurado tiempo atrás con una declaración de Harry Truman —al finalizar la segunda guerra mundial— considerando «...los recursos naturales del subsuelo y el lecho de la plataforma continental situados bajo la alta mar, pero contiguos a las costas de los EE.UU, como pertenecientes a los EE.UU y sometidos a su jurisdicción y control»⁵⁷. Las sucesivas conferencias sobre Derecho del Mar fueron conformando esta doctrina hasta llegar a la promulgación de las 200 millas

Gráfico 4.10
Inputs (recursos) pesqueros directos de la economía española, 1955-2000
(miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MAPA, *Estadísticas de producción marítima*, y FAO, *Fishery Statistics*.

ciudades. Una promulgación que, en el caso español, supuso la expulsión de la flota congeladora de numerosos caladeros, reduciendo sus efectivos en un 50 por 100 en el año de aplicación de la medida, en un panorama que se deterioró a medida que nuestro país se incorporó a la Comunidad Económica Europea en 1986 y fue expulsada en 1989 de los caladeros de Namibia como consecuencia de la independencia de ese país. Y eso sin que de forma simultánea la administración de turno incurriese en una política que, en vez de aprovechar la situación de escasez de recursos y caladeros para la reestructuración, favoreció la expansión de la flota como forma de incrementar la demanda de construcción naval de los astilleros —que para mayor desatino se centró en la fabricación de cerqueros congeladores (atunes) y palangreros de superficie (pez espada) enfocados hacia la captura de «peces migradores» que sólo tienen una presencia ocasional en nuestras aguas jurisdiccionales—⁵⁸. Así, en vez de atajar el problema, convirtieron a la flota española de altura en la más numerosa de la Unión Europea a mediados de los años noventa, acumulando el 40 por 100 del total de buques comunitarios, y convirtiéndose en un auténtico problema por su dependencia de caladeros situados más allá de la propia zona económica exclusiva⁵⁹. De lo que cabe concluir que, al igual que la agricultura y la ganadería, también la pesca se ha convertido en una actividad que ha superado claramente sus límites ecológicos y debe expandirse más allá de ellos para garantizarse su viabilidad futura. El corolario es que se han acentuado los desequilibrios manifestados por «la escasa relación entre las flotas pesqueras y los límites de los ecosistemas» que, junto con la competencia por unos recursos escasos, «ha llevado al sector y a los stocks pesqueros a una situación crítica»⁶⁰. Máxime cuando, doblegándose a la disciplina comunitaria, se ha tenido que aceptar el esta-

blecimiento de cuotas de capturas por países como forma de racionalización pesquera —que, sin embargo, y dadas las dimensiones de la flota, se han considerado insuficientes— trasladando así el problema hacia territorios más alejados. Conviene señalar también que, en el dilema entre explotación y supervivencia, la flota nacional ha dejado un rastro de deterioro ambiental notable al proliferar en la pesca de altura las técnicas de arrastre que, aunque prohibidas en nuestro país en 1988, alteraron los fondos marinos e incrementaron notablemente los descartes (especies capturadas colateralmente pero que no son objeto de la pesca), así como la población de juveniles (lo que no es ajeno a la costumbre de degustar el «pescaíto frito» en tierras del sur). En algunos casos, las proporciones entre capturas deseadas y descartes realizados alcanzan cantidades que son fiel reflejo del despilfarro que llevan aparejadas determinadas artes de pesca.

En resumidas cuentas, a pesar del incremento sustancial en las capturas y del repunte experimentado en los años 1995-2000, las anteriores circunstancias explican sobradamente el descenso sufrido por nuestro país en el escalafón de los principales países captadores de pescado a escala mundial, tal y como atestigua el que hayamos pasado de ostentar el noveno puesto en 1961, con el 2,7 por 100 del total mundial, a situarnos en el decimoséptimo a comienzos de los noventa, con el 1,5 por 100 de las capturas totales⁶¹. Hecho, por otra parte, que no ha impedido la duplicación en la utilización *per capita* de los inputs bióticos pesqueros (domésticos más importados) pasando de los 23,9 kg/hab en 1955 a los 50,6 kg/hab de 2000⁶². Un incremento que también observaremos en el siguiente flujo biótico: los recursos forestales.

3.3. «De la sociedad de árboles al ejército de pinos»: la consolidación forestal-productivista

«El árbol ha pagado con su vida todas las miserias de los pobres, que siempre fueron muchas, y todas las imbecilidades de los ricos, que nunca fueron pocas»⁶³. De esta guisa resumía Julio Senador buena parte de la historia forestal española hasta comienzos del siglo XX; resumen que encontró continuación en el célebre aserto de Luis Ceballos denunciando que un bosque es una sociedad de árboles y no un ejército de pinos⁶⁴. Aparece aquí condensada una buena parte de la discusión que recorrió la práctica totalidad de la política forestal española en el siglo pasado, enfrentando, con desigual fortuna, dos concepciones diferentes del monte. Por un lado, desde los años treinta del siglo XX y a raíz de la aprobación de la Ley del Patrimonio Forestal del Estado en 1935 y 1941, comenzó a consolidarse un enfoque que ponía *básicamente* el acento en una de las muchas funciones que puede cumplir un monte, esto es, la extracción de madera para abastecer a la industria. Así lo veía ya en 1932 Echevarría y Ballarín, al indicar que «...antes se

hablaba de encontrar especies forestales que vegeten bien en montes de suelo y clima determinados. Hoy hay que encontrar terrenos apropiados para las especies que la industria de pastas impone»⁶⁵. Además, el grueso del Cuerpo de Ingenieros de Montes, a través de publicaciones como la revista *Montes*, apuntaló desde aquella época una ortodoxia forestal que ha dominado el panorama peninsular hasta prácticamente la actualidad. Allí estaban las declaraciones de Martínez Hermosilla pidiendo en 1947 «una mayor relación entre el monte y la fábrica»; de Álvarez de Mon saludando «una política forestal, cuyo fin siga siendo el incremento a corto plazo de la producción maderera (...) dando paso a la selvicultura intensiva, al cultivo del bosque», o de Rada, insistiendo en «la necesidad de aumentar hasta los límites posibles la producción forestal pura, de gran rendimiento económico, es decir, la “producción comercial” eliminando los aprovechamientos y servidumbres de carácter agrícola y ganadero»⁶⁶.

Sin embargo, a pesar del clamor productivista dentro del Cuerpo de Ingenieros Forestales, también afloraron doctas resistencias dentro del propio colectivo frente a la orientación mayoritaria. Autores como Lleó Silvestre, Ximénez, o el mismo L. Ceballos, intentaron huir de ese excesivo reduccionismo poniendo sobre el tapete la *multifuncionalidad* del bosque y el componente social de los montes a la hora de vertebrar el ámbito rural y satisfacer las necesidades de su población (madera para las viviendas, pasto para el ganado, leña para los hogares, lugar de recreo)⁶⁷. Aspectos más importantes dado que la orientación productivo-maderera suponía alejar la utilización de esos recursos por parte de los habitantes del entorno para ponerlos a disposición *exclusiva* —previa transformación industrial— de una población situada a decenas de kilómetros. Todo ello en una tendencia que resulta aún más paradójica al constatar que fueron precisamente los «disidentes», Ximénez y Ceballos, los autores del primer Plan de Repoblación Forestal de 1939, que promovieron precisamente la restauración del bosque de frondosas —frente a las coníferas de crecimiento rápido— considerado como la vegetación climática de la mayor parte del territorio peninsular. El fin perseguido era atender «equilibradamente» a las necesidades del mercado nacional y al proceso de erosión hídrica, previendo para ello la plantación de más de 6 millones de hectáreas en 100 años.⁶⁸ Resultó, sin embargo, una ironía de la historia que los posteriores encargados de ejecutar dicho Plan, lo hicieran —en contra de las aspiraciones iniciales— «en función de las necesidades estimadas de cinco millones de metros cúbicos de madera». En todo caso, la capacidad de presión ejercida por esta disidencia interna dentro del Cuerpo de Ingenieros de Montes fue bastante débil, por lo que las intenciones productivistas se vieron pronto refrendadas con hechos contundentes.

«A partir de la Guerra Civil las grandes repoblaciones forestales con fines casi exclusivamente industrial-productivistas constituyeron el eje principal de la política forestal. El criterio orienta-

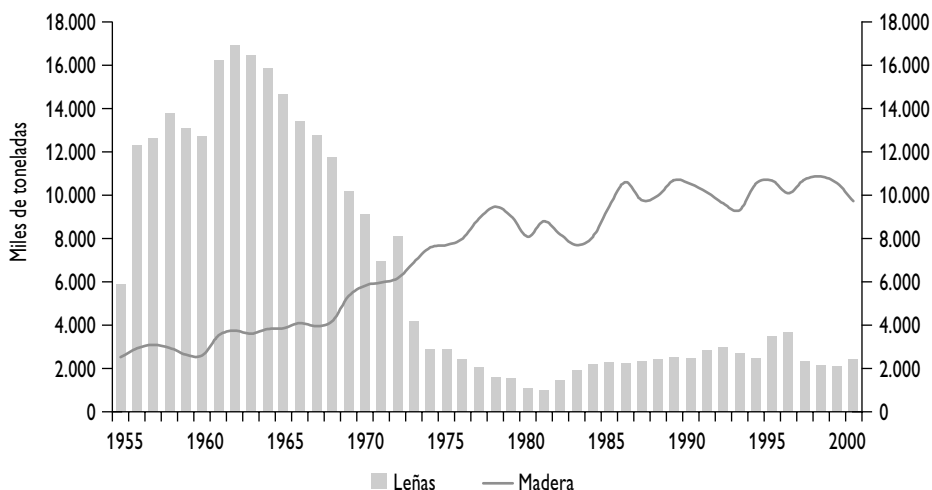
tivo que dominó por completo en la toma de decisiones forestales fue el de producir grandes cantidades de madera barata en plantaciones del más corto turno posible, reemplazando el modelo económico de producción de menor intensidad puntual pero sostenida a largo plazo. En consecuencia, surgió el divorcio entre el sector forestal y el resto de las actividades rurales primarias, y el aprovechamiento exclusivo de sólo uno de los múltiples recursos potenciales del bosque»⁶⁹.

Es en este sentido en el que se puede decir que la gestión del monte abandonó la *integración* de las funciones diversas (aprovechamiento comercial, protección contra la erosión, pastoreo, leña, carbón vegetal, recreo, etc.) para abrazar la *segregación* de aquellas utilidades que favorecen a un solo propósito (extracción de madera), penalizando al resto. A partir de aquí, resultaba más sencillo postular un modelo que estrechaba los lazos entre el monte y la industria celulósica (pasta de papel y tableros), en detrimento del resto de aprovechamientos que habían sido objetivo tradicional de los bosques, máxime cuando tras el tan cacareado «déficit» estructural de madera, existían poderosos intereses empresariales alentando la operación.

A pesar de que algunos autores⁷⁰ consideran que el Patrimonio Forestal de España (PFE) siguió prestando especial atención a las tareas de repoblación con fines de protección ambiental, los datos confirman que *ya en 1953 el 75 por 100 de las repoblaciones tenían fines económico-productivos*, dejando el resto para la protección de cuencas⁷¹. Repoblaciones, por otro lado, espoloadas con la creación, en 1952 —esto es, un año antes— de la «Comisión para repoblaciones con especies de crecimiento rápido para industrias de pastas celulósicas». No es casual, entonces, que la política forestal tuviera una incidencia apreciable en la utilización de los flujos de recursos forestales interiores, dado que, como se observa en el Gráfico 4.11., el incremento en las cortas de madera con destino a la industria corrieron parejas con la reducción en la recogida de otros productos como la leña o el esparto que vieron reducida su utilización como consecuencia lógica de la despoblación creciente del medio rural y la modificación de los usos energéticos de las familias. Este declive se presenta sobre todo a partir de mediados de los sesenta pues entre 1956 y 1963 la leña experimenta un incremento importante consecuencia de la contabilización de tojo a partir de 1956 que —aunque de escaso valor monetario— era muy utilizado, salvándose así en parte el fenómeno del consumo ajeno a los circuitos comerciales. Además, desde 1958 se contabiliza también la leña obtenida fuera del monte. Sin embargo, en la declinante evolución posterior de la leña conviven tanto la menor utilización para usos tradicionales como, desde 1973, la eliminación estadística de aquella parte destinada a cama de ganado.

Tal y como se especificaba en la Tabla 4.1, la extracción doméstica directa ha pasado de los 8,6 millones de toneladas en 1955 a los 12,2 millones de 2000, multiplicándose por 1,4 veces. Si

Gráfico 4.11
Evolución de los Inputs (recursos) forestales domésticos directos, 1955-2000
(miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de: MAPA, *Estadísticas de la producción forestal*, MAPA, *Anuario estadístico de la producción agraria*. Madrid, Varios años.

a esto añadimos la expansión de los flujos importados que se han multiplicado por 13 veces en esos cuarenta y cinco años, pasando de las 373 mil toneladas en 1955 a los 5 millones de 2000, llegamos en esta última fecha a una cantidad total directa de 17,2 millones de toneladas. En esta evolución se puede observar cómo *una gran parte de las cortas se han apoyado en la expansión ofrecida por las especies de turno corto que, como las coníferas (pinos) y alguna frondosa como el eucalipto, han protagonizado tanto la mayoría de las nuevas repoblaciones como la explotación de los bosques precedentes.* A esta circunstancia le ha acompañado el que una buena parte de la superficie a repoblar se haya dedicado también a la plantación de especies exóticas de rápido crecimiento, todo ello en detrimento del resto de frondosas pobladoras de los ecosistemas peninsulares que, como la encina, el roble, o el castaño, etc. son, sin embargo, de crecimiento más lento⁷².

Con todo, el resultado de las operaciones repobladoras desde 1940 hasta comienzos de los ochenta en que las competencias forestales comienzan a traspasarse a las Comunidades Autónomas, merece un doble comentario: cuantitativo y cualitativo. Desde el primer punto de vista, en los más de cuarenta años transcurridos se lograron repoblar 3.700.000 hectáreas, de las que habría que considerar como realmente realizadas, según las diferentes estimaciones, entre un tercio⁷³ y algo más de dos tercios⁷⁴; consecuencia de los fracasos y la falta de enraizamiento de una buena parte de los árboles plantados. A lo que se podría añadir la pérdida de superficie forestal debida a incendios, plagas, etc. que disminuyeron la masa arbolada en casi un

millón de hectáreas en los años centrales de 1947 a 1975⁷⁵. A pesar de ello, el afán repoblador duró toda la década de los cincuenta acentuándose durante el decenio desarrollista de los sesenta. Y no fueron ajenas a esta aspiración las recomendaciones que la misión enviada a España en 1966 por la FAO y el BIRD ofrecieron respecto a las ventajas de separar los programas de conservación de suelos y producción de madera (para centrarse en este último), dando así la bendición a la orientación productivista del régimen de Franco, y el golpe de gracia a un divorcio suelo-bosque de penosas consecuencias para el territorio⁷⁶. Con posterioridad, en los años setenta, y a pesar de lo que pudiera parecer, la sustitución en 1972 de un organismo como el Patrimonio Forestal de Estado por el ICONA, apenas modificó la orientación mencionada de la política forestal en nuestro país. Y no la modificó porque durante su mandato, el ICONA no sólo incrementó a mayor ritmo las plantaciones de especies exóticas que las de crecimiento lento, sino que, en un alarde impropio de un Instituto para la Conservación de la Naturaleza, «...empleó especies como el *P. radiata* en zonas geográficas tan dispares como Almería, Palencia, Tenerife, Málaga y Girona, aparte de sus conocidas plantaciones en Galicia, Asturias y Euskadi». Aunque tal vez el balance más impactante, que hace palidecer las interpretaciones más benignas respecto del equilibrio repoblador entre plantaciones productivas y protectoras, sea el dato proporcionado por Helen J. Groome:

«Quizás el hecho más desolador es que la superficie repoblada con las especies autóctonas de crecimiento lento durante estos 43 años no llegó a representar ni el 1 por 100 del total. El tipo de semillas y plantas forestales disponibles en los viveros es reflejo de este hecho»⁷⁷.

*No debiera sorprender esta actitud en el ICONA cuando se sabe que el personal del mismo procedía en su totalidad del anterior Patrimonio Forestal de España, y que, desde su primer director, F. Ortuño, hasta otros influyentes Ingenieros Agrónomos, como Martínez Hermosilla, mantenían poderosos lazos de unión con la industria celulósica desde hacía años*⁷⁸.

Ahora bien, al tiempo que se discute el número de hectáreas repobladas y las actuaciones de los principales organismos, conviene no perder de vista las *consecuencias ambientales* y cualitativas que tales prácticas han ocasionado a los territorios donde han tenido lugar. Subrayemos, en primer lugar, que desde el punto de vista ecológico, en general las especies de crecimiento rápido tienden a agotar más apresuradamente el suelo que las cobija —especialmente en aquellos casos de especies exóticas—; a lo que habría que añadir el incremento en el riesgo de plagas que tales especies pueden producir debido a la inadecuación al terreno que supone en muchos casos la sustitución del bosque autóctono por este tipo de plantaciones. Una consideración adicional, de especial importancia, es la que tiene que ver con las causas de los incendios forestales

Tabla 4.8
Número de incendios y hectáreas de superficie afectada, 1961-2000

Años	Número de incendios	Superficie arbolada	Superficie desarbolada	Superficie Total
1961-1965	6.649	88.917	66.893	156.260
1966-1975	23.841	285.114	404.200	689.314
1976-1985	63.524	905.927	1.216.143	2.122.070
1986-1995	159.227	1.107.375	1.566.156	2.653.531
1996-2000	103.239	143.677	415.778	559.454
1961-2000	356.480	2.531.010	3.669.170	6.180.629

Fuente: MAPA, *Anuario de Estadística Agraria*.

y su relación con la estrategia forestal seguida. Al margen de otros motivos como causas naturales (rayos,...) o intencionalidad manifiesta, cabe señalar el carácter especialmente *pirófito* de muchas de las especies de crecimiento rápido, que con el tiempo ha facilitado la proliferación de incendios por todo el territorio y la merma considerable de la superficie arbolada a nivel nacional. Tal es así que al analizar las especies afectadas por el fuego hasta mediados de los ochenta, se ha podido comprobar cómo éste se ha cebado en las empleadas fundamentalmente en tareas de repoblación: de los árboles quemados, el 85,4 fueron pinos, y el 7,5 por 100 frondosas no autóctonas⁷⁹.

Con los datos de la Tabla 4.8 en la mano se comprueba cómo en los cuarenta años considerados se ha quemado una superficie equivalente a los 6 millones de hectáreas de repoblación previstas en el citado Primer Plan de Repoblación Forestal —o la mitad si tenemos en cuenta sólo las hectáreas efectivamente arboladas—. Pero lo que tal vez llame más la atención, resaltando la importancia del factor «pirófito», sea el espectacular incremento de incendios y superficie afectada entre los años setenta y noventa, a saber: en la década que va de 1986 a 1995 se *cuadruplicó* la superficie afectada (arbolada o no), respecto de los niveles de 1965 a 1975. No parece razonable pensar que las condiciones naturales o climáticas de los montes se hayan modificado tanto como para explicar un crecimiento de semejantes características. Es posible que esos factores permitan justificar la gravedad de algunos años en concreto pero no la tendencia general de esas tres décadas. Más bien se abre paso la idea de que la gestión forestal del monte ha agravado considerablemente el problema, y no sólo a través de la repoblación con especies de alto riesgo, sino también por los efectos de despoblamiento rural y abandono de actividades propias de una gestión *multifuncional* del bosque (pastoreo extensivo, recogida de leña, montañera, etc.), que el enfoque productivista ha ocasionado. Paradójicamente, ni siquiera resulta posible justificar una orientación de ese tipo por motivos de rentabilidad económico-financiera. Si a lo dicho ya sobre los incendios, añadimos las consideraciones sobre los fracasos y la falta de

enraizamiento de las sucesivas repoblaciones, se puede demostrar que «...la intervención forestal pública ha dedicado recursos hacia una alternativa que, dejando a un lado las consecuencias medioambientales, no ha demostrado ser más idónea en términos de rentabilidad monetaria, que los sistemas de explotación adeshados que ha sustituido en amplias zonas del país»⁸⁰. Pues, efectivamente, han sido numerosas las aportaciones que han puesto de relieve la mayor racionalidad económica, ecológica y social de un sistema de aprovechamiento forestal como el adeshado a la hora de conjugar, en un mismo territorio, las diferentes funciones que cumple el monte⁸¹. Incluso no han faltado los trabajos que, a través de ejercicios de valoración ambiental, han sentado las bases para estimar su «Valor Económico Total», incorporando tanto los valores comerciales como los ambientales⁸².

4. FLUJOS OCULTOS, RESIDUOS AGRARIOS Y EL PROBLEMA DE LA EROSIÓN

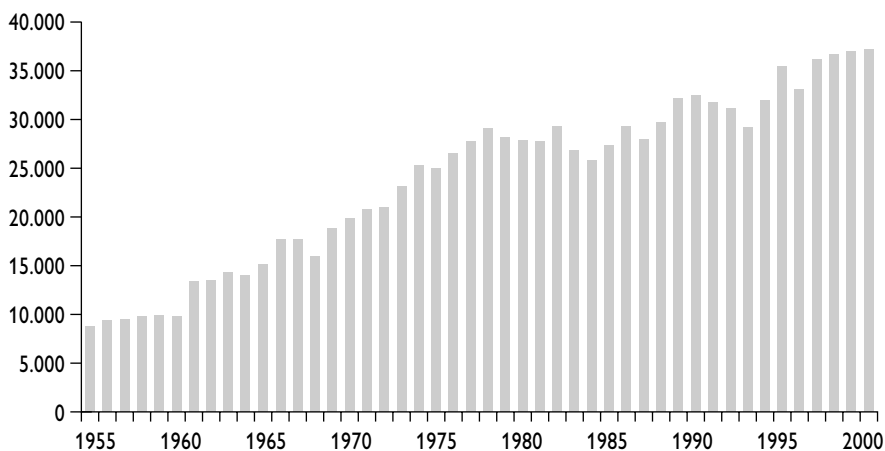
Tras recorrer la evolución de los inputs directos bióticos y algunas de las circunstancias que han rodeado su expansión, era de prever que los flujos *ocultos* vinculados a la actividad agraria también hubieran experimentado un crecimiento importante. En este caso, dichos flujos vienen definidos como la biomasa de residuos procedentes de los cultivos o extracciones (restos de cultivos⁸³, de poda o tratamiento de la madera, descartes pesqueros, grano incorporado a las importaciones de carne, etc.) y aquellos asociados a las importaciones de biomasa animal. En muchos casos, estos flujos pueden ser utilizados o no en las propias explotaciones (reempleos) o como subproductos (*inputs*) para la elaboración de otros bienes quedando al margen de la contabilidad ordinaria, aunque no por ello dejan de estar asociados a la recolección de recursos bióticos y por eso los reflejamos en la contabilidad de flujos físicos. De su importancia es fiel reflejo el que, a mediados de los noventa, más de la mitad de la biomasa agrícola mundial fueron residuos de cultivos: de los 6.500 millones de toneladas producidas por aquellas fechas, el 57 por 100 lo constituían fundamentalmente pajas de cereales y otros restos de cultivos, dejando el 43 por 100 restante para el grano y frutos con destino a la alimentación humana y animal⁸⁴. Dadas las proporciones, no parecen andar desencaminados los que califican la agricultura como «...un descubrimiento que fundamentalmente produce biomasa vegetal no comestible»⁸⁵. Como tampoco es casual que en torno al 60 por 100 de esta biomasa residual se genere en los países pobres, concentrándose en los trópicos el 45 por 100 de la misma. Con todo, estos y otros cálculos similares se apoyan en el esfuerzo de investigadores particulares que deben suplir —con la uti-

lización de diferentes hipótesis— la falta de estadísticas oficiales adecuadas sobre esta importante fracción de flujos bióticos⁸⁶.

No debe extrañar, por tanto, que en el caso de la agricultura española las dificultades sean de la misma índole. Pues hay que recordar que la penuria que padece nuestro país en materia de estadísticas ambientales tiene ya una larga tradición en lo referente a la cuestión de los residuos y, dado que la estimación de los flujos ocultos debe hacerse por este lado del proceso productivo, las cifras que a continuación ofrecemos constituyen, creemos, la primera aproximación para un período tan dilatado como el que va de 1955 a 2000. Esto es así porque únicamente tenemos conocimiento de algunas estimaciones concretas con cierta solvencia para finales de los setenta y comienzos de los ochenta que obtenían datos para el conjunto de la biomasa residual (agrícola, ganadera, forestal y de residuos sólidos urbanos). Conviene destacar, por otro lado, que los resultados aportados por aquellos análisis confirman nuestras propias estimaciones para esos mismos años, tal y como se puede comprobar consultando el anexo estadístico al final de este trabajo⁸⁷.

El Gráfico 4.12 y las Tablas 4.9 y 4.10 cuantifican el volumen y la proporción de flujos ocultos bióticos. En primer lugar, podemos constatar que desde 1955 hasta el final del período se han más que cuadruplicado en cantidad, pasando de 8,8 millones de toneladas a mediados de siglo XX a los más de 37 millones en 2000. Importa resaltar que la información aportada modifica algo la distribución presentada para el caso de los flujos directos en lo referente a la participación de

Gráfico 4.12
Inputs Ocultos Bióticos de la economía española, 1955-2000
(miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA.

Tabla 4.9
Evolución de los flujos bióticos ocultos, 1955-2000
(miles de toneladas y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Agrícolas	4.297	7.371	10.762	9.991	10.341	10.522	13.481	12.838
Domésticos	4.090	5.333	5.898	6.088	6.368	6.424	5.589	7.118
Importados	207	2.038	4.865	3.903	3.972	4.098	7.892	5.720
Biomasa animal	15	55	428	473	1.415	1.273	1.317	1.693
Domésticos	—	—	—	—	—	—	—	—
Importados	15	55	428	473	1415	1.273	1317	1693
Forestales	4.339	5.754	13.395	16.515	19.605	16.900	20.027	22.136
Domésticos	3.779	5.302	11.563	14.271	15.247	13.999	16.048	14.612
Importados	560	452	1.832	2.244	4.357	2.901	3.979	7.525
Pesqueros	173	232	359	366	380	479	582	512
Domésticos	169	229	325	294	211	291	361	217
Importados	4	3	34	72	170	189	221	295
Totales	8.824	13.412	24.944	27.345	31.741	29.175	35.406	37.179
Domésticos	8.038	10.864	17.786	20.653	21.826	20.714	21.998	21.946
Importados	786	2.548	7.158	6.692	9.914	8.461	13.408	15.233

Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA e hipótesis de cálculo recogidas en el anexo metodológico.

cada grupo en el total. Mientras en aquella ocasión los recursos forestales apenas rondaban el 15 por 100 en el tonelaje total movilizado, su importancia como flujos ocultos se ha duplicado llegando al 60 por 100 en 2000, repartiéndose la otra parte casi en su totalidad entre los flujos agrícolas. *La exclusión metodológica de las pajas de cereales de los flujos ocultos agrícolas explica una buena parte de importancia relativa ganada por los residuos forestales respecto del total.* Además, el incremento de la extracción de maderas y la hipótesis de cálculo elegida para estimar los flujos ocultos forestales ayudan también a explicar esa relevancia; pues hemos estimado que, por término medio, los restos de limpiezas, podas, clareos y madera desechados en las operaciones de extracción ascienden a 1,5 toneladas por cada tonelada de madera comercializada⁸⁸.

La Tabla 4.10 ofrece información al respecto para el total de los cultivos *domésticos*, demostrándose que para el conjunto ha descendido la parte no aprovechada directamente de la cosecha (residuos) respecto a la efectivamente utilizada: desde el 48 por 100 en 1955 al 34 por 100 en 2000. Aunque no estén incluidos en los flujos ocultos, cabe señalar que esta tendencia resultó más acusada en el caso del grupo de cultivos más importante —los cereales— que representan más del 50 por 100 de los residuos de cultivos y donde, tal y como atestigua el Gráfico 4.13., la relación paja-grano descendió un 48 por 100, pasando de 1,35 en 1955 a 0,65 en

Tabla 4.10
Composición porcentual de los flujos bióticos ocultos, 1955-2000
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Agrícolas (% sobre el total)	48,7	55,0	43,1	36,5	32,6	36,1	38,1	34,5
Domésticos	46,3	39,8	23,6	22,3	20,1	22,0	15,8	19,1
Importados	2,3	15,2	19,5	14,3	12,5	14,0	22,3	15,4
Biomasa de pasto (% sobre el total)	0,2	0,4	1,7	1,7	4,5	4,4	3,7	4,6
Domésticos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Importados	0,2	0,4	1,7	1,7	4,5	4,4	3,7	4,6
Forestales (% sobre el total)	49,2	42,9	53,7	60,4	61,8	57,9	56,6	59,5
Domésticos	42,8	39,5	46,4	52,2	48,0	48,0	45,3	39,3
Importados	6,3	3,4	7,3	8,2	13,7	9,9	11,2	20,2
Pesqueros (% sobre el total)	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,6	1,6	1,4
Domésticos	1,9	1,7	1,3	1,1	0,7	1,0	1,0	0,6
Importados	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,8
Totales	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	91,1	81,0	71,3	75,5	68,8	71,0	62,1	59,0
Importados	8,9	19,0	28,7	24,5	31,2	29,0	37,9	41,0

Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA. En los ocultos agrícolas no se incluyen ahora las pajas de cereales por figurar dentro de los inputs directos ganaderos, lo que explica el elevado porcentaje representado por los ocultos forestales sobre el total.

2000. Obviamente, en consonancia con lo anterior, el *índice de cosecha* experimentó un crecimiento del 58 por 100 pasando de 0,43 a 0,61: es decir, que mientras en 1955 el 43 por 100 de la cosecha de cereales se obtenía en forma de grano, cuarenta años después esa proporción ascendía ya al 61 por 100. Este era un resultado esperado desde el momento en que proliferaron los cultivos de variedades de alto rendimiento que, al aumentar el índice de cosecha (porcentaje de grano sobre el total de biomasa), disminuyeron la relación paja-grano y, por tanto, la cantidad de residuos generados. Pero téngase en cuenta que el progreso en el índice de cosecha derivado de las variedades de alto rendimiento se está acercando a los límites físicos que impone la naturaleza de los cultivos, pues parece imposible que una planta de estas características soporte más de un 65 por 100 de grano sobre menos del 35 por 100 de biomasa restante⁸⁹. La tendencia decreciente en la relación paja-grano para el conjunto de los cultivos domésticos se corrige en parte al incorporar el resto de los flujos bióticos (forestales, ganaderos y pesqueros), tanto internos como importados.

El Gráfico 4.14 muestra cómo la «mochila biótica» se ha doblado con diversas oscilaciones desde 1955. Hemos pasado de 0,12 toneladas de residuos bióticos por tonelada de pro-

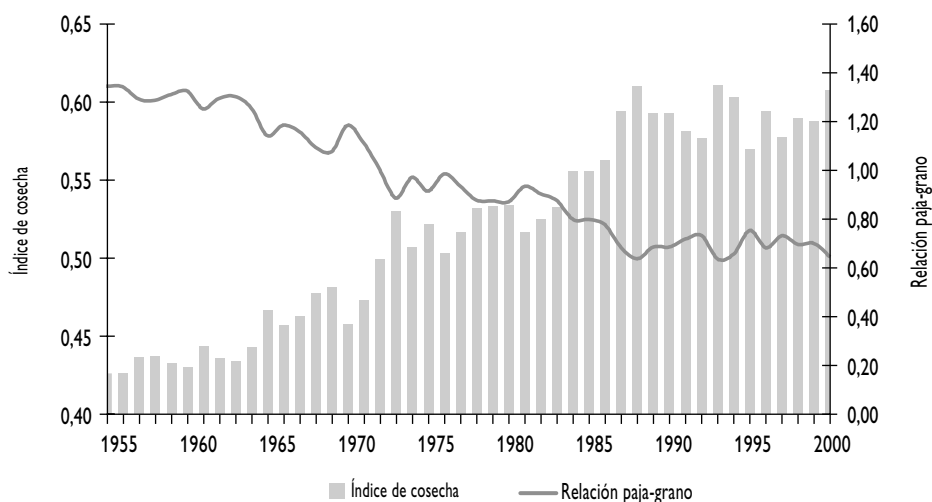
Tabla 4.11
Residuos de cosecha y flujos ocultos procedentes de cultivos domésticos, 1955-2000
(miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales grano (1)	10.418	9.394	13.009	16.764	14.008	11.143	8.732	15.820
Leguminosas grano	805	853	474	242	143	96	95	168
Tubérculos para consumo humano	843	1.007	1.077	1.197	1.044	772	788	631
Cultivos industriales	581	1.036	1.462	1.631	1.647	2.174	1.672	1.883
Hortalizas	857	1.191	1.647	1.938	2.163	2.095	2.123	2.566
Frutales cítricos	16	24	21	49	54	34	70	179
Frutales no cítricos	77	87	69	56	96	122	58	20
Viñedo	187	202	201	194	172	154	145	139
Olivar	405	559	707	597	895	843	508	1.531
Otros cultivos leñosos	318	374	240	183	153	135	130	110
Total Residuos agrícolas (2)	14.508	14.727	18.907	22.852	20.377	17.568	14.321	23.048
Total ocultos = (2)-(1)	4.090	5.333	5.898	6.088	6.368	6.424	5.589	7.118
Total directos domésticos salvo forrajeros y flores	27.553	35.036	49.912	59.762	59.652	58.805	47.859	71.310
(Ocultos/Directos) Domésticos	0,15	0,15	0,12	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10

Nota: Se han considerado flujos ocultos de todos los cultivos que a su vez tienen directos, salvo de los forrajeros que se aprovechan totalmente de manera directa, y de las flores, por no disponer de datos suficientes. La «mochila ecológica» (ocultos/directos) de estos flujos se ha calculado, por tanto, sin tener en cuenta estos dos tipos de cultivos.

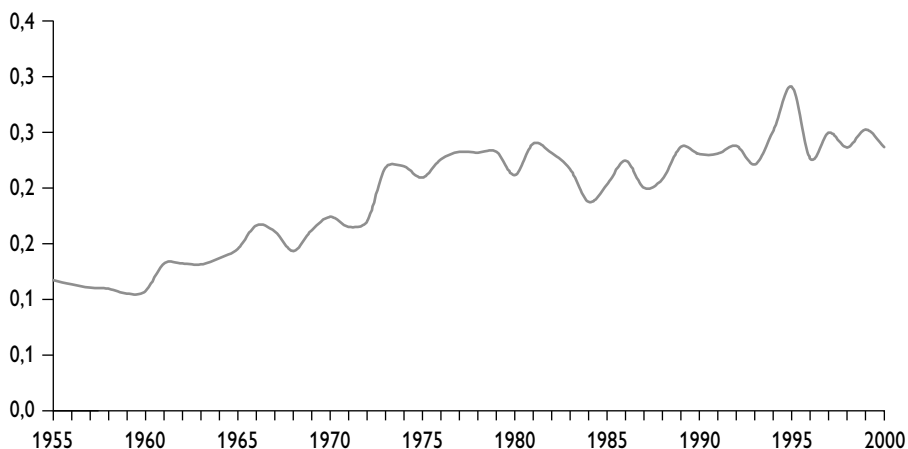
Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA e hipótesis de cálculo recogidas en el anexo metodológico.

Gráfico 4.13
Evolución de la relación paja-grano y el índice de cosecha para los cereales, 1955-2000



Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA. Índice de Cosecha = Grano / (Paja + Grano).

Gráfico 4.14
Evolución de la mochila ecológica de los inputs bióticos totales, 1955-2000



Fuente: Elaboración propia con datos de MAPA e hipótesis recogidas en el anexo metodológico.

ducto, a las 0,24 de 2000. La explicación tiene mucho que ver con la progresiva importancia de los cereales importados —cuyos residuos de cultivos generados en terceros países sí aparecen recogidos al no alimentar a la cabaña ganadera nacional— con destino principal a la alimentación animal, la madera y en menor medida la carne importada, a pesar de que ésta última, tiene un impacto importante con una mochila media de 4,5 toneladas de pienso por tonelada de carne. Así, el incremento en ambos casos de la «mochila biótica» desde 1961 corre parejo con el ascenso de los flujos ocultos agrícolas importados que alcanzan un máximo de 7,7 millones de toneladas en 1982, para ir declinando durante los años siguientes hasta que a comienzos de los noventa se sobreponen hasta llegar a los 7,8 de 1995, para más tarde descender hasta los 5,7 millones de ocultos agrícolas importados en 2000. Ayudando en esa tendencia, los flujos forestales ocultos ganan peso a partir de 1973 donde el incremento de las importaciones de maderas tropicales y subtropicales como forma de abastecimiento de una parte del sector industrial, han hecho que España figure entre los principales países importadores a escala mundial. Pero mayor relevancia ha tenido la importación de maderas valiosas procedentes principalmente de frondosas como el haya, el cerezo o el castaño que, de manera incomprensible, fueron abandonadas en la política forestal en beneficio de las coníferas de crecimiento rápido. Se da entonces una circunstancia paradójica: tener una industria demandante de este tipo de maderas y territorio razonablemente dotado para su plantación, pero practicar una política forestal que además de renunciar a los beneficios económicos correspondientes, prescinde de las ventajas ecológicas y sociales que ya reseñamos páginas atrás. La

conjunción de ambos factores explica también el crecimiento de la «mochila» en la última etapa que arranca con la entrada de España en la CEE.

En todo caso, dada la magnitud de estos «recursos desaprovechados», de estos flujos ocultos, se han propuesto desde hace tiempo algunas iniciativas para consolidar un aprovechamiento de los mismos. Entre ellas han destacado en los últimos años algunos intentos de utilización energética que, realizados al calor de la «crisis» de los setenta, además del aprovechamiento de la fracción residual proponían la explotación directa de cultivos energéticos como forma de reducir la dependencia española de los combustibles fósiles⁹⁰. Aunque de forma matizada, y con más ilusión en la defensa de los propios argumentos que realismo en su aplicación, se afirmó que en España, a comienzos de los ochenta, «...habría un total de 23 millones de hectáreas de posible utilización para cultivos energéticos. Asumiendo una producción media de unas 12 toneladas de materia seca por ha y año, se tendría un total de $2,76 \times 10^{15}$ kcal, el cual es algo superior a la demanda energética total de España (en 1976 era de $7,125 \times 10^{14}$ kcal)»⁹¹. Sin embargo, existen varios inconvenientes para adoptar una estrategia como la mencionada en un país de las características ambientales como España. El primer obstáculo ya lo vio J. Frías:

«El prometedor futuro de la agroenergética resultó ser sin embargo un espejismo, ya que dados los elevados consumos energéticos de la agricultura actual procedentes de combustibles fósiles, la eficiencia energética de la producción de biomasa es muchas veces inferior a la unidad, es decir, que se consume más energía para obtener una unidad de biomasa que la proporcionada por ésta. Pero aun en los casos en que la eficiencia energética sea superior a la unidad se trata simplemente de “cambiar” por ejemplo, 10 toneladas de petróleo (energía no renovable) por el equivalente de 12 toneladas de petróleo en alcohol obtenido a partir de la biomasa. Así pues, el punto más débil para el desarrollo de la agroenergética lo constituye su dependencia de los combustibles fósiles, por lo que en definitiva el proceso resulta equivalente a un pequeño aumento del rendimiento energético del petróleo»⁹².

Esta objeción no afecta sin embargo a la biomasa residual de origen agrícola, forestal o de otro tipo. Dado que su balance energético es siempre positivo, y como se trata «...de una producción secundaria ligada inevitablemente a la producción principal que se desea obtener, ha de imputársele un consumo nulo de energía»⁹³. Los cálculos realizados en la Tabla 4.12 actualizan para los años 1994 y 1995 las estimaciones de mediados de los ochenta en las que se reflejan las potencialidades de ahorro en las importaciones de petróleo por parte de la economía española, a partir del aprovechamiento de la biomasa residual.

Ahora bien, la razón más importante para dudar de una estrategia energética —incluso sólo para la biomasa residual— estriba no sólo en la importancia *decreciente* de este tipo de flujos,

Tabla 4.12
Evaluación energética de la biomasa agrícola y forestal, 1984-1995
(Millones de tm y de tep, y % respecto a las importaciones netas de petróleo)

	1984			1985			1994			1995		
	Mtm	Mtep	%	Mtm	Mtep	%	Mtm	Mtep	%	Mtm	Mtep	%
Res. Agrícolas	25,0	8,8	21,3	25,6	9,0	22,5	18,4	6,5	12,2	15,5	5,5	10,6
Res. Forestales	14,0	7,0	16,8	14,4	7,1	17,8	15,8	7,9	14,9	16,0	8,0	15,5
Total	39,0	15,8	38,1	40,0	16,1	40,4	34,2	14,4	27,1	31,5	13,5	26,1

Fuente: Años 1984 y 1985: Frías San Román, op. cit. Años 1994 y 1995. Elaboración propia.

sino también en las características edáficas de un territorio como el nuestro, sometido a unos procesos de erosión del suelo y desertificación galopantes, y donde existe *un destino alternativo más provechoso para esos residuos agrícolas: la elaboración de compost y la devolución al terreno de aquella parte que previamente se ha extraído en forma de materia orgánica y nutrientes con la recolección de los cultivos.*

Pues es quizá la cuestión de la erosión del suelo, tanto natural (desertización) como apoyada por la acción humana (desertificación)⁹⁴, uno de los principales problemas ecológicos a los que nos enfrentamos. Si bien por cuestiones metodológicas de contabilización, la erosión se cifra al margen del resto de los flujos, el caso español merece especial atención por la dimensión del problema. Un asunto que, a pesar de ser conocido desde hace tiempo y reconocido tempranamente por la *Ley de Conservación de Suelos* de 1955, sólo hace apenas una década que ha sido cuantificado con un cierto grado de solvencia para el conjunto del territorio peninsular. En efecto, hubo que esperar a 1990 para que el ICONA elaborara los *Mapas de Estados Erosivos de la España Peninsular* (completándolos en 1991 con los de las islas Baleares y Canarias), aplicando la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo* según la metodología de Wishmeier y Smith⁹⁵. Con este enfoque se tienen en cuenta la diversidad de factores que entran en juego en la dispersión de la materia orgánica (lluvia, cultivos, pendientes, etc.) llegando a una conclusión que, no por menos esperada, deja de ser alarmante: en los treinta años anteriores a 1990, *la erosión de suelos en la España peninsular alcanzó un tonelaje anual promedio de 1.148.863 millones de toneladas.* De éstas el grueso, el 72 por 100, procede de zonas destinadas a cultivos de secano «...cuyas técnicas de conservación [de suelos] deberían ser potenciadas»⁹⁶. Lo que pone de relieve que las condiciones desfavorables en términos orográficos y climáticos se ven potenciadas por la deficiente gestión humana de los ecosistemas agrarios, tal y como se deduce de la Tabla 4.13.

El nivel de erosión es de tal calibre que prácticamente ningún territorio de la península se mantiene al margen de este proceso. Cuando se intenta distribuir por regiones y grados de ero-

Tabla 4.13
Pérdidas medias de suelo por cuencas hidrográficas, estratos de cultivos
y aprovechamientos en España
(miles de toneladas)

Estrato	Pirineo		Sur-Medi-				Sur-Gua-		Gualdal-		Atlántico	Total
	Oriental	Ebro	Júcar	Segura	terráneo	Norte	Duero	Tajo	diana	quivir		
Improductivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos de regadío	431	3.244	5.023	2.914	1.208	7	3.362	2.847	1.720	10.153	111	31.020
Cultivos arbóreos y viñedos de secano	8.702	94.073	59.703	16.406	51.209	490	3.401	26.474	23.347	111.198	5.468	401.271
Cultivos herbáceos de secano	13.298	90.270	17.320	7.222	12.569	9.577	55.782	57.289	68.187	91.360	7.258	430.042
Erial a pastos	7.286	20.225	13.786	10.439	16.854	3.279	7.636	12.388	15.664	25.987	3.927	137.381
Pastizales permanentes	275	5.264	3	54	336	264	328	1.891	0	7.521	82	16.018
Arbustos y matorral	4.457	13.860	16.354	5.305	3.269	7.446	10.102	9.118	453	868	327	71.579
Arbolado con cc 0,2-0,7	2.658	9.908	8.971	3.270	2.913	1.634	1.774	6.523	1.636	5.152	661	45.100
Arbolado con cc. mayor de 0,7	1.040	2.129	871	338	1.233	3.198	790	1.187	2.971	2.616	79	16.452
Pérdidas totales por cuenca	38.147	238.973	121.941	45.948	89.591	25.915	83.175	117.717	113.978	255.565	17.913	1.148.863
Porcentaje s/total	3,3	20,8	10,6	4,0	7,8	2,3	7,2	10,2	9,9	22,2	1,6	100,0
Superficie (miles ha)	1.627	8.483	4.233	1.873	1.875	5.356	7.841	5.576	6.012	5.726	551	49.159
Pérdida media (tm/ha)	23,4	28,1	28,8	24,5	47,7	4,8	10,6	21,1	18,9	44,6	32,5	23,3
Desviación frente a la media total (%)	0,3	20,5	23,2	4,9	104,4	-79,3	-54,6	-9,7	-11,9	91,0	39,1	0,0
Erosión por cultivos (%)	76,8	85,6	74,5	74,1	90,0	51,5	70,3	81,7	94,1	89,4	93,0	84,3

Fuente: MOPTMA, (1990): *Medio Ambiente en España*, p. 67. Las cifras representan una media anual de los treinta años que van de 1960 a 1990.

sión se obtiene que casi la mitad del territorio calificado como erosión extrema (2,2 por 100 con más de 200 tm/ha/año de pérdida) radica en Andalucía, seguido en importancia por la Comunidad Valenciana. Pero tal vez lo que más destaque sea ese 18 por 100 (más de 9 millones de hectáreas) con niveles de pérdidas superiores a las 50 tm/ha/año.

Ahora bien, la magnitud del daño se hace más patente si caemos en la cuenta de que el «suelo fértil» es un recurso *renovable* un tanto especial, pues el tiempo necesario para su «renovación» lo convierte a efectos prácticos en un recurso *no renovable*. «En condiciones naturales de cubierta vegetal —recuerda Robert Allen—, la Naturaleza tarda de cien a cuatrocientos años en generar diez milímetros de capa superior de suelo; y se necesitarían de 2.000 a 8.500 años para generar suelo hasta una profundidad de 20 cm. Así pues el suelo, a efectos prácticos, una vez desaparecido, ha desaparecido para siempre»⁹⁷.

Tabla 4.14
Estructura porcentual de los niveles de erosión por regiones en la España peninsular
 (porcentaje sobre la superficie en hectáreas de cada región)

	Extremo	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	TOTAL
Andalucía	45,1	36,5	37,6	15,1	11,2	12,4	17,4
Aragón	3,0	4,9	8,0	10,7	10,7	8,3	9,4
Asturias	0,3	0,0	0,0	6,0	0,9	1,1	2,1
Baleares	2,3	1,0	0,6	0,4	1,5	0,9	1,0
Canarias	1,9	3,7	1,7	2,0	0,7	1,6	1,5
Cantabria	0,1	0,1	0,1	2,9	0,7	0,3	1,1
Castilla La Mancha	3,4	7,0	13,7	14,5	18,9	16,5	15,8
Castilla y León	2,4	4,3	4,1	15,3	25,3	24,3	18,7
Cataluña	11,5	11,2	3,9	8,3	4,7	5,8	6,2
Extremadura	3,3	5,7	14,0	4,4	7,7	11,7	8,2
Galicia	2,5	3,6	1,7	6,0	7,6	5,6	5,8
Madrid	0,0	0,5	0,8	1,1	1,9	2,4	1,6
Murcia	3,1	3,3	5,1	2,5	1,7	1,1	2,3
Navarra	0,1	0,3	0,6	2,4	2,1	3,0	2,0
LA Rioja	0,0	0,4	1,3	0,8	1,4	0,7	1,0
C. Valenciana	20,8	17,5	6,1	4,8	2,3	2,7	4,6
País Vasco	0,2	0,0	0,6	3,0	0,7	1,5	1,4
ESPAÑA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
% de territorio sobre el total	2,2	5,1	10,9	25,6	34,2	22,1	100,0

Fuente: MOPTMA, (1993): Plan Nacional contra la Desertificación. Grado extremo (más de 200 tm/año), muy alto (entre 100 y 200), alto (entre 50 y 100), medio (entre 12 y 50) bajo (entre 5 y 12) y muy bajo (menos de 5)

No es de extrañar entonces que, en buena medida, las Tablas 4.13. y 4.14. ofrezcan una de las caras ocultas del proceso de modernización agraria que ya hemos mencionado en las páginas anteriores, elevando las prácticas agrícolas a la categoría de principal factor erosivo que favorece la acción de agentes naturales como el agua y el viento⁹⁸. Pues el efecto del agua no se manifiesta sólo a través de la lluvia al aire libre, sino que parece demostrado cómo las gotas que caen desde árboles de más de 7 metros de altura provocan efectos erosivos similares⁹⁹. Circunstancia que no debería extrañar cuando se comprueba que la energía cinética de las gotas de lluvia más grandes equivale a 40 veces su masa haciendo que su impacto sea dos órdenes de magnitud mayor que el resultante de una erosión hídrica superficial¹⁰⁰.

Con todo, en la erosión de los campos objeto de cultivo concurren factores tanto naturales como derivados de las labores agrícolas desarrolladas por los humanos. Merece la pena subrayar que la estimación contenida en la Tabla 4.13 es una cifra a partir de un cálculo teórico

que incluye la suma de ambas circunstancias por lo que parece necesario cribar el porcentaje de erosión de origen *antrópico* en relación con el total. Aunque la tarea es complicada y no es fácil de resolver —como hemos podido comprobar al consultar la literatura—, desde el punto de vista de la cuantificación de flujos objeto de este trabajo, hemos creído oportuno aplicar unos coeficientes de pérdida de suelo por hectárea y tipo de cultivo a fin de estimar la erosión derivada de las labores agrícolas asociadas al cultivo y recolección de la tierra¹⁰¹. Por tanto, presentamos a continuación una estimación que nos servirá para aproximarnos a este fenómeno entre 1955 y 2000, poniendo sobre el tapete, al menos, el orden de magnitud del mismo. En efecto, de la Tabla 4.15 se desprende que la erosión antrópica derivada de las tareas agrícolas se ha incrementado un 9 por 100 desde 1955, tres puntos por encima del incremento en la superficie cultivada hasta 1995. En este período los cultivos que más han contribuido a este resultado han sido los cereales grano por su elevada extensión, aunque en esos cuarenta años han reducido su peso en diez puntos, desde el 51 por 100 a mediados del siglo pasado hasta el 42 por 100 de 2000. Este ligero declive ha corrido parejo con el incremento experimentado por los cultivos forrajeros y los industriales, que han triplicado su importancia al calor de la expansión de la remolacha y el maíz. Cultivos estos últimos con una tasa de erosión considerable que, en el primero de los casos, asciende a 31 tm/ha/año mientras que para el maíz forrajero la tasa media alcanza las 94 tm/ha/año. La caída experimentada en los flujos de erosión *per capita* desde 1955 —de 12,6 a 9,9 tm/hab— se explica por el mayor incremento de la población en relación al exiguu crecimiento de la superficie cultivada, factor que ni siquiera se ha podido compensar con la expansión de aquellos cultivos especialmente erosivos como los citados más arriba. Aún con las cautelas propias de toda estimación sí parece que *casi un 35 por 100 de los procesos erosivos en la España peninsular pueden ser achacables a las labores desarrolladas por los agricultores a la hora de cultivar sus productos*, que dependiendo de las zonas y las condiciones climáticas pueden verse agravadas por los factores naturales ya mencionados.

Sin embargo, llegados a este extremo, conviene aclarar que no todas las prácticas agrarias son perjudiciales desde el punto de vista de la pérdida de suelo, sino que, en ciertas ocasiones ha sido precisamente una cuidadosa actividad (alternancia de cultivos y rotaciones adecuadas) la que ha frenado los procesos de erosión. Aunque, en el grueso del problema, sí parece que han influido modos de laboreo realmente perjudiciales¹⁰² que intercalaban prácticas como el labrantío siguiendo la dirección de la pendiente; la proliferación de potente maquinaria que compacta el suelo dificultando la infiltración del agua y provocando mayor escorrentía; o la errónea creencia de que el campo debe «estar limpio» han hecho que, a veces, se eliminen restos de cosecha que dejados en el terreno disminuirían la erosión del mismo¹⁰³. Cabe señalar además que, simultáneamente a la difusión de estas prácticas, se han ido abandonan-

Tabla 4.15
Estimación de la erosión derivada de las labores agrícolas en España, 1955-2000
(miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales grano	187.375	173.272	179.875	189.725	193.712	159.474	167.111	170.385
Leguminosas grano	28.155	28.467	16.585	10.023	7.248	5.213	12.413	8.815
Cultivos forrajeros	22.529	27.573	41.101	42.273	44.133	44.405	40.501	42.502
Tubérculos para consumo humano	11.301	13.171	12.048	10.353	8.326	6.518	6.434	6.291
Cultivos industriales	9.274	14.760	29.614	33.900	35.144	61.029	37.002	29.825
Hortalizas	6.290	8.275	11.406	11.794	11.818	10.645	9.737	10.166
Flores			30	42	55	35	35	33
Frutales cítricos	2.090	2.724	5.350	5.366	6.093	6.222	6.191	6.270
Frutales no cítricos	6.071	7.943	19.492	19.362	37.593	43.070	36.619	42.405
Viñedo	37.428	40.418	40.265	38.810	34.473	30.875	29.003	29.790
Olivar	53.248	53.813	52.558	51.275	51.855	52.298	52.985	53.248
Otros cultivos	3.923	4.154	3.724	2.719	2.418	2.138	1.851	1.719
Erosión total (miles de tm)	367.683	374.569	412.046	415.640	432.867	421.921	399.880	401.448
Superficie cultivada total (miles ha)*	14.364	14.561	15.824	15.958	16.640	16.193	15.378	14.723
Erosión media (tm/ha)	25,6	25,7	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	27,2
Erosión per capita (tm/hab)	12,6	12,2	11,6	10,8	11,1	10,8	10,2	9,9

Fuente: Elaboración propia con datos del *Anuario de Estadística Agraria*, y los coeficientes sugeridos por Bringezu y Schütz, (2001), *op. cit.*

do progresivamente otras como los bancales y terrazas, que constituían técnicas adecuadas para la conservación de los suelos y la retención de materia orgánica en los mismos. Por último, y aunque la parte del león de la erosión se la lleven los cultivos de secano, también la falta de cuidado en los regadíos puede acelerar los procesos erosivos dependiendo del sistema de irrigación utilizado (aspersión, a gravedad, goteo, etc.). A excepción del goteo, una aspersión agresiva puede llegar a provocar pérdidas de fertilidad del suelo importantes; o cuando el caudal del riego es superior a la velocidad de infiltración en el suelo, también se puede generar erosión por arrastre de materia orgánica¹⁰⁴. Si tenemos en cuenta que más de un millón de hectáreas en España se están regando por aspersión¹⁰⁵, la dimensión del problema se presenta en toda su amplitud.

Merece la pena resaltar que no sólo las prácticas agrarias generan importantes afecciones al suelo. Obviamente, a la mayoría de los procesos descritos habría que sumar una circunstancia ya denunciada más arriba que tiene que ver con los efectos de la deforestación del territorio peninsular. Las roturaciones y talas abusivas han reducido la cubierta vegetal necesaria para frenar los procesos erosivos, pero también la generalización de incendios aumenta considera-

Tabla 4.16
Estructura porcentual de los flujos de erosión derivados de la actividad agrícola
en España, 1955-2000
 (porcentaje)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales grano	51,0	46,3	43,7	45,6	44,8	37,8	41,8	42,4
Leguminosas grano	7,7	7,6	4,0	2,4	1,7	1,2	3,1	2,2
Cultivos forrajeros	6,1	7,4	10,0	10,2	10,2	10,5	10,1	10,6
Tubérculos para consumo humano	3,1	3,5	2,9	2,5	1,9	1,5	1,6	1,6
Cultivos industriales	2,5	3,9	7,2	8,2	8,1	14,5	9,3	7,4
Hortalizas	1,7	2,2	2,8	2,8	2,7	2,5	2,4	2,5
Flores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Frutales cítricos	0,6	0,7	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
Frutales no cítricos	1,7	2,1	4,7	4,7	8,7	10,2	9,2	10,6
Viñedo	10,2	10,8	9,8	9,3	8,0	7,3	7,3	7,4
Olivar	14,5	14,4	12,8	12,3	12,0	12,4	13,3	13,3
Otros cultivos	1,1	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: *Ibidem*.

blemente el ritmo de destrucción en muy poco tiempo, con lo que la protección que ofrece la vegetación frente a las agresiones hídricas y eólicas desaparece rápidamente.

Ahora bien, parece oportuno mencionar *la existencia de un nexo de unión importante entre la parte del trabajo dedicada a los flujos abióticos y el presente capítulo, a saber: la pérdida de suelo fértil consecuencia, primero de la extracción de minerales y productos de cantera, y después, de la construcción de infraestructuras y viviendas con gran parte de ellos*. Las secuelas erosivas asociadas a la construcción de carreteras con gran impermeabilidad suelen trasladar el problema de la erosión desde la propia calzada hacia los arcenes que —en su mayoría libres de vegetación— acentúan la dispersión de suelo. Además no hay que olvidar que el viario supone casi siempre una ocupación de suelo fértil nada despreciable: en 1996, casi el 1 por 100 del territorio nacional se encontraba pavimentado en forma de carreteras de diversa longitud y anchura, situándose el 44 por 100 de éstas dentro de los propios municipios¹⁰⁶. Se supone que este porcentaje estaría dentro de la rúbrica «superficies no agrícolas» proporcionada por el *Anuario de Estadística Agraria*, que arrojaría un resultado de algo más de 2 millones de hectáreas (el 4 por 100 del territorio) dedicado a usos fundamentalmente urbanos. Sin embargo, algunas anomalías detectadas en esta partida evitan que nos apoyemos demasiado en esa fuente. Sobre todo porque en regiones donde se han percibido incrementos sustanciales en la superficie urbanizada, como Madrid o Barcelo-

na, el *Anuario* registraba incrementos de la superficie agraria útil en más de veinte puntos entre 1956 y 1982¹⁰⁷. Así las cosas, no parece razonable conceder demasiado crédito a una rúbrica que ya de por sí aparece como «residuo» en la cuantificación de la distribución de la tierra en nuestro país. Dada su naturaleza estadística, incorpora no sólo aquello que queda fuera de las otras clasificaciones, sino también los errores en la medición de las distintas partidas, por lo que difícilmente puede ayudar a contabilizar la creciente ocupación de suelo llevada a cabo al amparo de los sucesivos «booms» inmobiliarios de los últimos años. Bastará, por el momento, con tomar nota de dicha deficiencia a la espera de que la «puesta a punto» de aquellas metodologías propuestas hace casi dos décadas en estudios parciales, se generalicen debidamente al conjunto del territorio.

5. SOBRE LA SOSTENIBILIDAD AGRARIA, LA NECESIDAD DE CERRAR LOS CICLOS Y LOS ESCOLLOS INSTITUCIONALES PARA LOGRARLO

Estamos ya en disposición de retroceder un poco en nuestra argumentación para recuperar algunos cabos que dejamos momentáneamente sueltos. Se recordará que comenzamos el anterior epígrafe ofreciendo una estimación de los flujos ocultos relacionados con el sistema agrario español, para acabar refiriéndonos a los problemas derivados de la erosión y la pérdida de cubierta vegetal de los suelos. Ambos extremos se pueden y se deben entrelazar con fuerte nudo, vinculando así la gestión de los residuos orgánicos con el freno a los procesos de desertificación y el logro de la sostenibilidad agraria. Aunque los datos de erosión ofrecidos en las tablas anteriores eran lo suficientemente elocuentes, tenían el «inconveniente» de basarse en el cálculo teórico de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, razón por la que informaban más de la dispersión —que de la pérdida— dejando al margen otros procesos relacionados con la reducción de la fertilidad igualmente importantes. Cabe ahora añadir, por ejemplo, que si bien los cultivos cosechados se han llevado una importante cantidad de nutrientes y elementos fertilizantes, de igual manera los residuos de la cosecha aportan una considerable cantidad de materia orgánica al suelo¹⁰⁸. Ya mencionamos que el mejor uso que se le podía dar a los residuos agrarios en un país con las características edáficas como el nuestro *era la devolución de los mismos al suelo del que fueron extraídos*. Una parte de ellos están representados en los más de cuarenta millones de toneladas generadas a mediados de los noventa, a los que podríamos sumar los casi 90 millones de estiércol ganadero y los 15 millones de residuos sólidos urbanos —no computados por nosotros, y que incorporados arrojarían una cifra cercana a los 150 millones de tone-

ladas—. Dada la calamitosa situación de nuestros suelos, si quisiéramos elevar hasta el 2 por 100 su contenido de materia orgánica necesitaríamos un aporte anual de 232 millones de toneladas, equivalentes a 6,5 tm/ha/año durante una década¹⁰⁹. Sólo así se podría contribuir a reducir tanto el efecto de la velocidad del viento como también el impacto producido por las gotas de lluvia sobre el suelo. «Cuando el 20 por 100 de la superficie del suelo —recuerda Smil— se cubre de residuos, la erosión será un 50 por 100 menor que en ausencia de ellos, y una cobertura del 90 por 100 puede reducir la erosión hídrica en más del 93 por 100 en comparación con el suelo al descubierto»¹¹⁰.

Siendo cierto y necesario lo anterior, surge una interesantísima cuestión a la hora de reflexionar sobre el verdadero alcance de esta alternativa, es decir, de devolver al suelo una parte sustancial de los nutrientes que se le han arrancado con la cosecha. La moderna agricultura intensiva ha pretendido zanjar ese desfase sustituyendo las funciones básicas de aporte de materia orgánica y nutrientes (vía estercolado y otras prácticas similares) propias de la agricultura tradicional, por la fertilización química-*inorgánica* del suelo. La paradoja se suscita al comprobar que esa agricultura tradicional —que ahora podríamos denominar como «ecológica», u «orgánica»— se mantuvo como un sistema estable y sostenible en el tiempo *sin necesidad de aportar directamente las mismas cantidades de nitrógeno, fósforo o potasio* que cada año se iban detrayendo con la cosecha. La explicación del porqué esta forma de gestionar el campo permitía mantener la fertilidad del suelo tiene que ver con la peculiar forma en la cual se producían esas aportaciones de materia orgánica y nutrientes al mismo. Como se sabe desde hace algún tiempo:

«...la tierra tiene elementos en dos formas: una original, estable y fija, y otra, soluble en agua y, por tanto, asimilable por las plantas y accesible a los análisis químicos del suelo. En la primera forma, los elementos se encuentran en enormes cantidades en comparación con las necesidades de los cultivos y, en general, de una forma uniforme hasta grandes profundidades. Por término medio, la capa cultivable de una hectárea contiene en esta forma fija 6-12 toneladas de nitrógeno, 5-10 toneladas de fósforo, 10-20 toneladas de potasio y 1-33 toneladas de cada uno de los microelementos, como cobre, magnesio, manganeso, etc. En general una cosecha necesita para su desarrollo solamente una pequeña proporción de estas cantidades y, con los productos se vende menos de la mitad de esta porción. Por eso, lo que hace falta es que a través de los procesos digestivos del suelo se transmitan pequeñas cantidades de las reservas que hay en él de una forma asimilable por las plantas. Este proceso normalmente es llevado a cabo por insectos, lombrices y microorganismos, razón por la cual se trata de un proceso natural que se puede reforzar o detener con los medios que se utilizan en el cultivo, tanto en forma de abonos y otros tratamientos como en forma del laboreo. Abonos químicos y otros productos químicos tienen una influencia desfavorable en estos proce-

sos mientras que abonos orgánicos y la ausencia de tratamientos químicos aumentan la cantidad de microorganismos y otros seres vivos del suelo. En esta circunstancia se tiene que buscar la explicación de los éxitos durables, pero enigmáticos de la agricultura orgánica»¹¹¹.

Se comprende entonces que tradicionalmente la agricultura haya podido cubrir ese desfase, pues precisamente los abonos orgánicos en forma de estiércol y restos de cultivos han hecho las veces de catalizadores para que la materia orgánica realice su función de liberar los nutrientes ya presentes en el propio suelo pero en un estado que no podía ser absorbido por las plantas. A este resultado se llegó también en nuestro país para otros cultivos entre los que destaca al caso del olivar en los años ochenta o más recientemente el caso del tomate o la judía¹¹². En cambio, el modo de proceder de la agricultura intensiva se ha caracterizado por todo lo contrario: cada año las dosis de fertilizante aplicadas han superado ampliamente las cantidades incorporadas en los cultivos, generando además efectos desestabilizadores sobre los propios sistemas agrarios. La Tabla 4.17 muestra para la agricultura española, y con cifras medias de rendimientos, las importantes diferencias entre los flujos nutritivos aportados como fertilizantes —básicamente inorgánicos— y lo cosechado en forma de producto. Y no se trata sólo de que las dosis recomendadas sean excesivas porque apenas tengan en consideración la acción de bacterias y microorganismos edáficos, ya sea a la hora de fijar el nitrógeno, o de acelerar los procesos para el aprovechamiento de otros nutrientes contenidos en el suelo.

El problema es que esas mismas dosis no aprovechadas, además de generar una importante contaminación difusa, ejercen un efecto *inhibidor* sobre aquella parte de la biomasa edáfica encargada de fertilizar naturalmente el terreno. «Hay muchos informes —afirma Hodges— indicando que las cantidades de fertilizantes que necesita la agricultura convencional perturban el equili-

Tabla 4.17
Comparación de las dosis aportadas como fertilizantes y la parte de los mismos extraída con la cosecha (agricultura española)
 (Kg de nutriente/tonelada de cosecha incluidos residuos)

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Cosechado	Aportado	Cosechado	Aportado	Cosechado	Aportado
Trigo	30	79	12	34	17	75
Cebada	25	75	8	30	18	63
Centeno	26	33	14	13	23	24
Avena	28	55	11	22	31	49
Maíz	27	33	15	13	40	33

Fuente: Elaboración propia con datos de P. Urbano Terrón, (1995): *Aplicaciones fitotécnicas*, Madrid, Mundiprensa.

brio de los elementos del suelo, resultando las plantas que crecen en ese suelo con un contenido en nutrientes desequilibrado, y también a veces afectando la salud o la productividad de los animales que se alimentan de esos cultivos. Tales perturbaciones pueden causarlas, sobre todo, aplicaciones imprudentes de nitrato, de fosfato o de potasio libres, sea en forma de fertilizantes inorgánicos o de cantidades excesivas de purines o estiércoles brutos»¹¹³.

Pero no todo es una cuestión de cantidades, porque la *calidad* también es importante. Comparando un tipo de fertilización con apoyo en aportes directos de N, P, K, frente a la que procura el estiércol compostado, y para el caso de las hortalizas, se puede concluir que, desde el punto de vista de los *nutrientes valiosos para la alimentación*, el estercolado supone un aporte de proteína relativa un 18 por 100 *mayor*, de vitamina C un 28 por 100, de azúcar total un 19 por 100, de metionina un 23 por 100, de potasio un 18 por 100, de calcio y fósforo un 13 por 100 y de hierro un 77 por 100. En segundo término, y en cuanto a los *nutrientes indeseables*, la fertilización biológica presentaba un contenido en nitratos *menor* en un 93 por 100, en aminoácidos un 42 por 100 y en sodio un 12 por 100¹¹⁴. Para reforzar este argumento, hace apenas una década se realizó un estudio para la capital madrileña en el cual se obtenían resultados similares para una muestra de cultivos entre los que se encontraban zanahorias, patatas, puerros, tomates y pimientos¹¹⁵.

A la vista de éstos y otros resultados similares sorprende el afán de una buena parte de los agricultores en nuestro país por «deshacerse» de los restos de cultivos a través de su *quema in situ*. Para justificarse, normalmente se recurre a motivos que tienen que ver con la reducción de las dificultades para la labranza, o a la eliminación de pestes y enfermedades que originaron una reducción de la cosecha anterior. Sin embargo, cabe subrayar que estas prácticas suponen «...una pérdida acelerada de carbono y de la actividad microbiana en aquellos suelos donde las pajas se han quemado durante más de 20 años»¹¹⁶. Y esta circunstancia, en un país como el nuestro, puede convertirse en un lujo innecesariamente pagado¹¹⁷.

En definitiva, el recorrido trazado hasta este momento proporciona argumentos para relativizar la visión excesivamente eufórica que, mayoritariamente, se ha venido ofreciendo sobre las consecuencias de la transformación y «modernización» del campo en España. También es cierto que, desde hace algún tiempo, las vertientes más negativas de este proceso se han hecho tan evidentes que ni los más entusiastas son capaces de negarlas. Harina de otro costal es, sin embargo, poner en circulación los medios, las políticas y el marco institucional adecuado para modificar las tendencias que agravan el deterioro ambiental y social de un medio rural cada vez más desatendido. Lamentablemente, desde hace varias décadas, tanto el marco institucional como las directrices agrícolas se afanan por consolidar durante años el inicial «productivismo» de la segunda posguerra que perseguía el noble objetivo del autoabastecimiento, para transformarse con el

tiempo en un serio problema de «gestión de excedentes». En los principales países de Europa occidental este proceso se desarrolló, como es sabido, bajo el paraguas protector de la Política Agraria Comunitaria (PAC) que, desde 1962 y a través de un sistema de garantía vía precios, fomentó la escalada de un modelo donde el que más producía más cobraba. En esa carrera hacia los mayores rendimientos, el mercado europeo aparecía como un lugar idóneo para exportar los métodos de la «revolución verde» estadounidense. Sin embargo, las transformaciones exigidas por el modelo intensivo (mecanización, semillas para variedades de alto rendimiento, estabulación del ganado, etc.) exigían unos recursos económicos que la mayoría de los agricultores europeos no poseían pero que la PAC iba a proporcionar. «De esta forma —sostiene Héctor Gravina— una gran parte del dinero que el conjunto de la sociedad europea ha destinado, durante todos estos años, a aumentar la renta de los agricultores, ha terminado en manos de las grandes transnacionales de semillas, agroquímicas y de maquinaria agrícola. Es más, el dinero ni siquiera ha llegado a las manos de los pequeños agricultores. En la mayoría de los casos, se ha quedado en las cajas fuertes de los bancos que facilitaron los créditos para la adquisición de los insumos requeridos por la revolución verde»¹¹⁸.

En el caso de la agricultura española, desde el punto de vista financiero, la «modernización» supuso el endeudamiento de una actividad que después de la guerra civil se había convertido en un agente con capacidad de financiación del resto de los sectores económicos pero que, a medida que se incrementaban los gastos fuera del propio sector agrario, se transformó en una actividad claramente deudora y objeto de apoyo privilegiado por parte de la administración pública. Por tanto, el papel desempeñado por la PAC en el caso de los países de la antigua CEE, lo desarrolló en nuestro país el propio Estado mediante ayudas directas o subvenciones a la compra de insumos, y a la transformación y «mejora técnica» de las explotaciones. Ayudas que desde 1986 se han enmarcado dentro de la propia PAC al incorporarnos como miembros de pleno derecho a la CEE, produciendo unos efectos similares a los detectados en el resto de los países, y consolidando unas prácticas ya desarrolladas desde años atrás o incorporando otras que, al amparo de la política de subvenciones comunitaria, han incrementado las dosis de irracionalidad social y ambiental ya presentes en el agro peninsular. A diferencia de la agricultura francesa o alemana, el ingreso de España en la CEE coincidirá con el inicio de una reflexión sobre el futuro y perspectivas de la PAC en la que afloró la necesidad de rectificar una política que se manifestaba claramente insostenible financiera, social y ambientalmente. A pesar de que desde mediados de los ochenta sale a la palestra la preocupación ambiental, y las inquietudes ecológicas toman mayor protagonismo con la reforma de 1992¹¹⁹, sería una ingenuidad pensar que las cuestiones ambientales han determinado el rumbo de los cambios en la PAC. Respondería más a la realidad reconocer que el problema estaba en otro sitio, en la gestión de los excedentes y el mantenimiento

de la renta de los agricultores que ya absorbían en algunos años más del 70 por 100 del presupuesto comunitario, y que en la actualidad se encuentra en torno al 50 por 100. Todo ello en un escenario internacional donde se estaba negociando la Ronda Uruguay de liberalización comercial que, por primera vez, incorporaba a la agenda de la discusión los productos agrícolas, altamente protegidos en la CEE. Al mismo tiempo resultaba sorprendente cómo el presupuesto de la PAC crecía constantemente para beneficio de una población agraria en continuo declive y con una renta también en retroceso.

Es razonable pensar que, si uno de los problemas tenía que ver con la gestión de los crecientes excedentes agrarios, no se comprende cómo el marco institucional tardó tanto tiempo en apostar por sistemas, como el de la agricultura ecológica, que inciden más en la *calidad* de los alimentos que en la *cantidad*¹²⁰. Como tampoco se entiende que para evitar la despoblación y desestructuración territorial, la reforma de la PAC alimente el abandono de tierras y con ello también «la *matorralización y ruderalización* del territorio»¹²¹, en vez de fomentar de manera real y no sólo retórica la transformación hacia sistemas agropecuarios ecológicamente integrados que eviten la emigración masiva de la población hacia los núcleos urbanos. Sobre todo porque si uno echa un vistazo a los recursos económicos destinados a poner en práctica medidas como la reducción en el uso de agroquímicos o la introducción de métodos de agricultura ecológica, el esfuerzo apenas llega al 1 por 100 del presupuesto del FEOGA. Lo que motiva que la reforma se haya orientado más a «...velar porque se compense a los agricultores por las reducciones de precios, que a diseñar nuevos métodos para alcanzar objetivos distintos al sostenimiento de la renta de los agricultores. Esto explica la pervivencia de unos poderosos incentivos para una mayor intensificación y especialización de la agricultura europea, por lo que se liberan menos recursos de los que, en el caso contrario, podrían destinarse a los programas y medidas de protección del medio ambiente»¹²². No otra cosa se consigue con el apoyo a la gran empresa agraria en detrimento de las explotaciones familiares, que las más de las veces se ven obligadas a vender sus tierras en beneficio de aquellas, como lo atestigua la desaparición, entre 1989 y 1995, del 57 por 100 de explotaciones menores de 5 hectáreas, a la vez que se incrementaron en un 20 por 100 aquellas cuya dimensión era superior a las 20 hectáreas¹²³.

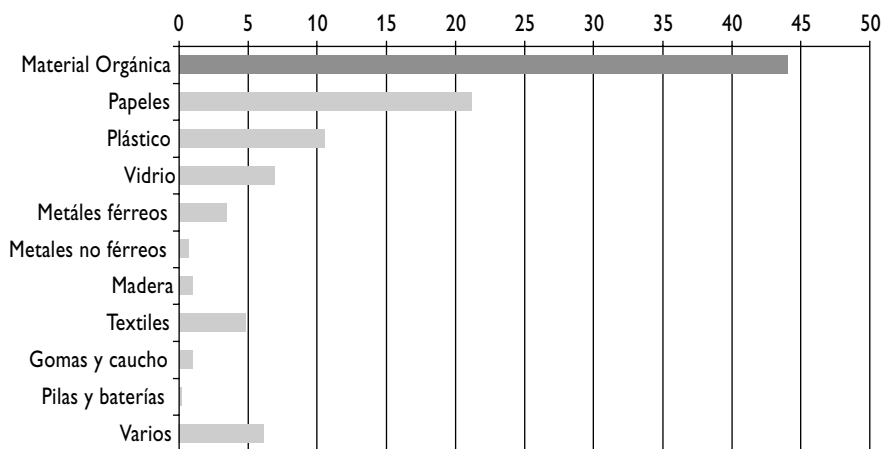
Bien es verdad que un cambio de rumbo razonable obligaría a concebir la PAC como una política agraria que atendiese, en primer lugar, a la peculiar composición social, características y clima de los diferentes territorios, así como a un uso diferencial de los incentivos penalizando aquellos cultivos o prácticas especialmente agresivas con el entorno y evitando así que la subvención se convierta en un estímulo para la degradación¹²⁴. Lo que exigiría que, desde el punto de vista ambiental, en la configuración de las grandes líneas de actuación y en la normativa comunitaria no primasen tanto los problemas y objetivos de las agriculturas del norte de Europa —

que en muchas ocasiones difieren notablemente de aquellas más meridionales— como una adaptación y un fomento de las diferentes vocaciones productivas que presentan los países europeos por modalidades de laboreo y tipo de cultivos. Sólo con una política que atendiera a la diversidad de agroecosistemas lograríamos no forzar las vocaciones productivas ni recurrir a los recursos (energía, agua, etc.) procedentes de otros territorios alejados, evitando fomentar una dinámica que, tarde o temprano, choca con límites tanto por el lado de los recursos, como por el de los residuos y la contaminación.

Pues si, por ejemplo, en Alemania y los Países Bajos el agua lejos de ser un factor limitante constituye un problema que hace necesario su drenaje, todo lo contrario ocurre en España, Grecia o Italia, donde la subvención a ciertos cultivos especialmente exigentes en este recurso (maíz, alfalfa,...) agravan la dependencia y el deterioro y sólo son posibles gracias a las subvenciones procedentes de la Unión Europea. O si en Holanda la ganadería intensiva y la excesiva estabulación ha provocado un problema serio de contaminación por nitratos, exigiendo la reducción de los vertidos de materia orgánica, en el caso de nuestro país ya hemos visto cómo la erosión exigiría, en cambio, una apropiada gestión de los residuos ganaderos como fuente de aporte anual para unos suelos necesitados de nutrientes orgánicos durante largos años. Nutrientes que, como es sabido, también pueden tener origen en los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Aquí, sin embargo, tanto la legislación comunitaria en materia de residuos como su transposición a nuestro país, han sido especialmente desafortunadas y también paradójicas. Desafortunadas, porque ponen de manifiesto la preeminencia de los intereses y problemas ambientales de los países del norte de Europa y su traslado al resto de territorios a la hora de delimitar las prioridades de la gestión de los RSU. Por ejemplo, el establecimiento de una ley nacional (Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases)¹²⁵ para trasponer la correspondiente directiva comunitaria (Directiva 94/62/CE) traslada la prioridad de la gestión a una fracción que en nuestro país, a parte de ser minoritaria, absorbe esfuerzos técnicos y económicos que podrían ser dedicados a gestionar correctamente la fracción mayoritaria —la materia orgánica compostable— que, por otro lado, resulta mucho más necesaria. Los Gráfico 4.15 y 4.16 son suficientemente elocuentes al respecto.

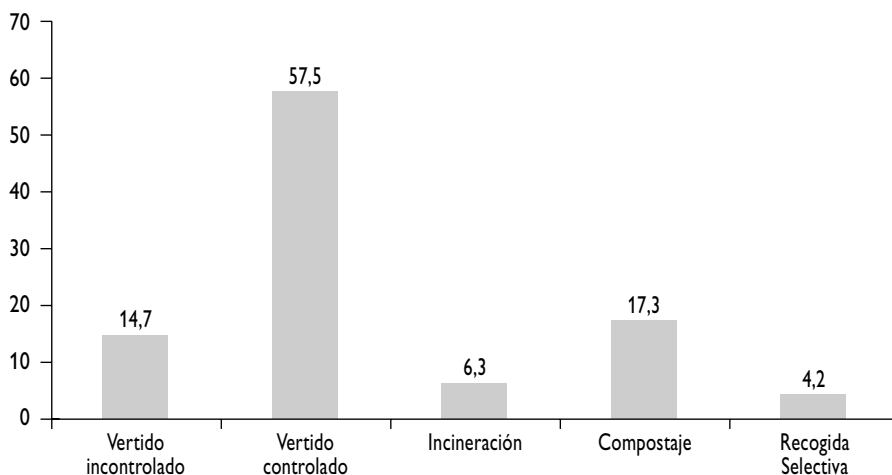
Lo paradójico es que aquellos países que no presentan un problema serio de erosión y desertificación son precisamente los que han puesto en marcha desde hace tiempo sistemas de recogida selectiva de sus RSU con el fin de aprovechar la fracción fermentable para obtener un buen compost con destino a los campos y cultivos. Territorios como Alemania, Holanda, Luxemburgo, Dinamarca, Bélgica y Austria llegan a recoger hasta el 90 por 100 de la materia orgánica compostable, aprovechando hasta el 85 por 100 en forma de compost de alta calidad¹²⁶. Sin embargo, en las últimas décadas, la sociedad española se ha permitido el lujo de destinar al vertedero

Gráfico 4.15
Composición de los RSU en España, 2000
 (porcentajes)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Gráfico 4.16
Tratamiento y gestión de los RSU en España, 2000
 (porcentajes)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

millones de toneladas de materia orgánica compostable que hubiera tenido un destino alternativo mucho más provechoso. Además de las reducidas cifras de compostaje manejadas en el Gráfico 4.16, conviene señalar que, en general, se trata de compost obtenido a partir de la recogida de la basura en masa, de la que posteriormente se separa la materia orgánica. Obviamente,

el compost así obtenido aparece contaminado con pequeños restos de plásticos, metales pesados y otras sustancias tóxicas que lo hacen inutilizable como abono para el campo. Un resultado lógico habida cuenta de la existencia de un marco institucional que no ha sido capaz durante décadas de practicar una recogida con separación en origen, vinculando la gestión de residuos urbanos y la lucha contra la erosión y desertificación de nuestro suelo.

En resumidas cuentas, cada vez es mayor el contraste entre la necesidad de reconvertir nuestros sistemas agrarios hacia pautas más sostenibles y los esfuerzos encaminados a tal fin. Y este contraste no se ha reducido ni siquiera cuando, recientemente, ha estado en peligro la vida humana de los ciudadanos europeos como consecuencia de llevar hasta extremos insostenibles la estrategia productivista en el ámbito ganadero¹²⁷.

NOTAS

- ¹ SODDY, F., «Economía cartesiana...», *op. cit.*, p. 166.
- ² RIECHMANN, J., *Amarte sin regreso*, Madrid, Hiperión, 1995, p. 46.
- ³ Como así lo atestiguan las aportaciones al libro colectivo: PUJOL, J.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; FERNÁNDEZ PRIETO, L.; GALLEGU, D., y GARRABOU, R., *El pozo de todos los males*, Barcelona, Crítica, 2001.
- ⁴ NAREDO, J. M., «La crisis del olivar como cultivo “biológico” tradicional», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, p. 168.
- ⁵ Esta «descontextualización» cada vez está ganando más terreno habida cuenta de la utilización —en el estudio y clasificación de las explotaciones agrícolas— de las UDE (Unidades de Dimensión Económica en términos monetarios equivalentes a 1.200 Euros de margen de explotación), prescindiendo progresivamente de cualquier soporte territorial como las hectáreas aunque sólo sea para especificar su dimensión.
- ⁶ Se trataría de las aportaciones de CAMPOS, P., y NAREDO, J. M., a través de textos como *Extremadura saqueada, 1979*, o *Los Balances Energéticos de la Agricultura Española, 1980*, o los trabajos de Albert Puntí ya reseñados. En la propia década de los ochenta habría que añadir, desde un ángulo más territorial: CAMPOS, P., «Producción y uso de energía en las explotaciones familiares del occidente asturiano», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 61-105; CAMPOS, P., *Economía y energía en la dehesa extremeña*, Madrid, MAPA, 1984; LÓPEZ LINAJE, J., «Perspectiva energética de la cría bovina en Asturias», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 132, 1985. Por último, y actualizando a nivel global los resultados de los años setenta, para el primer quinquenio de los noventa, el trabajo de SIMÓN FERNÁNDEZ, X., «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», *Historia Agraria*, 19, 1999, pp. 115-136.
- ⁷ Un fenómeno, por cierto, incentivado por el régimen franquista que, a través de los consabidos Planes de Desarrollo, favoreció este tipo de emigración interna. Vale la pena recordar, anecdóticamente, cómo el 12 de junio de 1963, en un programa de televisión promovido para glosar las bondades del primer Plan de Desarrollo, Laureano López Rodó mostraba un gráfico sobre el «ansiado futuro» donde aparecían «un ejército de labradores saliendo de un pueblecito y dirigiéndose a un paisaje industrial de fábricas y chimeneas humeantes...». *Vid.* ALONSO MILLÁN, J., *Una tierra abierta*, Madrid, Compañía Literaria, 1995, p. 239.
- ⁸ El recorrido de la Historia Ambiental en España tiene un comienzo reconocido en 1993 con la publicación del libro colectivo *Ecología, campesinado e historia*, Madrid, Ediciones de la Piqueta, compilado por SEVILLA GUZMÁN, E., y GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Ese mismo año aparece también un número monográfico de la revista *Ayer* (n.º 11) coordinado por González de Molina y Martínez Alíer titulado precisamente *Historia y Ecología*, donde merece la pena destacarse el artículo firmado por éste último dada su capacidad de propuesta y amplitud de horizontes teóricos: MARTÍNEZ ALIER, J., «Temas de historia económico-ecológica», 1993, pp. 19-48 (también en su libro *De la economía ecológica al ecologismo popular*, *op. cit.*, pp. 191-223). Aquella puesta en escena donde se desplegaban los propósitos del nuevo enfoque y se explicitaban las premisas epistemológicas de colaboración transdisciplinar ha sido recientemente evaluada por sus protagonistas. Como ha recordado Manuel González de Molina: «...se hacía un llamamiento a poner de nuevo en el centro de la memoria colectiva, que es lo que en realidad es la historia, al ser humano en inseparable relación con la naturaleza», huyendo de «...una historia optimista, con una fe ciega en el poder de la tecnología, ignorante de los costes sociales y ambientales que el crecimiento económico acarrea». *Vid.* GONZÁLEZ DE MOLINA, M., «De la “cuestión agraria” a la “cuestión ambiental”», *Historia Agraria*, 22, 2000, p. 21. También en: GONZÁLEZ DE MOLINA, M., y MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.), *Naturaleza transformada. Estudios de Historia Ambiental en España*, Barcelona, Icaria, 2001, p. 9. Una visión que mira con simpatía los intentos de la historia ambiental española pero con ciertas prevenciones frente a lo novedoso de tal empeño puede verse en: FONTANA, J., *La historia después del fin de la historia*, Barcelona, Crítica, 1992, pp. 65-78.
- ⁹ En este sentido, que es el que más nos interesa ahora, vale la pena destacar tres aportaciones que han servido para modificar sustancialmente la interpretación del «atraso económico» español de los siglos XIX y XX, y el papel jugado por la agricultura en este proceso a la luz de las restricciones ambientales. Se trata de los dos tomos editados por NAREDO, J. M., y GARRABOU, R., dentro del *Programa Economía y Naturaleza* y que llevan por título: *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1996; *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1999. En una línea similar tiene mucho interés también el trabajo de PUJOL, J., «Los límites ecológicos del crecimiento agrario español entre 1850 y 1935: nuevos elementos para un debate», *Revista de Historia Económica*, 3, 1998, pp. 645-675. Con apoyo en los resultados de estos textos se ha publicado recientemente un libro que intenta aunar esa «nueva» visión histórica sobre el «viejo» problema del atraso. Véase: PUJOL, J., et al., *El pozo de todos los males*, *op. cit.*, (especialmente el capítulo elaborado por M. González de Molina: «Condicionamientos ambientales del crecimiento agrario español (siglos XIX y XX)», pp. 43-94).
- ¹⁰ Entre esos títulos estarían, sin ánimo exhaustivo, los ya clásicos de MARTÍNEZ ALIER, J., *La estabilidad del latifundismo en España*, Paris, Ruedo Ibérico, 1968; NAREDO, J. M., *La evolución de la agricultura en España*, Barcelona, Laia, 1971, (3.ª edición, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 1996); LEAL, J. L.; LEGUINA, J.; TARRAFETA, L., y NAREDO, J. M., *La agricultura en el desarrollo capitalista español*, Madrid, Siglo XXI, 1975. Una de las síntesis recientes mejor estructuradas y que resalta los aspectos fundamentales es: ABAD, C., y NAREDO, J. M., 1998, «Sobre la “modernización” de la agricultura española (1940-1995): de la agricultura tradicional hacia la capitalización agraria y la dependencia asistencial», en: GÓMEZ BENITO, C., y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. J. (eds.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*, Madrid, CIS/MAPA, 1998, pp. 249-316. También, como recopilación de artículos relevantes, merece atención: SAN JUAN MESONADA, C. (comp.), *La modernización de la agricultura española (1956-1986)*, Madrid, MAPA, 1989. Como conjunto reciente de trabajos que abarcan toda la problemática social, económica y, en parte, ambiental, merece la pena, el ya citado: GÓMEZ BENITO, C.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. J. (eds.), *Agricultura y sociedad... op. cit.* Aunque más

ceñida en la época anterior a 1960, tiene también interés la segunda parte del libro editado por GARRABOU, R.; BARCIELA, C., y JIMÉNEZ BLANCO, J. I., *Historia agraria de la España contemporánea*. Vol 3. Barcelona, Crítica, 1986, pp. 382-564.

¹¹ Véase: MATA OLMO, R., «Paisajes y sistemas agrarios españoles», en: GÓMEZ BENITO, C., y GONZÁLEZ RODRIGUEZ, J. J. (eds.), *Agricultura y sociedad...op. cit.*, 1998, pp. 109-172.

¹² GASCÓ, J. M., y GASCÓ A. M., «Adaptación de los cultivos y las labores al régimen de humedad de los suelos en la agricultura tradicional», en: GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, op. cit., 1996, pp. 85-94.

¹³ MATA OLMO, R., «Paisajes y sistemas...», op. cit., p. 112-113. Subrayado nuestro.

¹⁴ GASCÓ, J. M., y GASCÓ, A. M., «Adaptación de los cultivos y las labores...», op. cit., p. 88.

¹⁵ «La "agricultura moderna", a diferencia de la "tradicional" no tratada ya de colaborar con la naturaleza para acrecentar sus frutos, sino más bien de ampliar éstos contando lo menos posible con aquella: a la postre, la naturaleza, en vez de ser el modelo a imitar por la agricultura, pasó a considerarse como algo que era necesario rectificar e incluso sustituir para forzar determinados rendimientos parcelarios». Cfr. NAREDO, J. M., «Consideraciones económicas sobre el papel del agua en los sistemas agrarios», 1999, en: GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios... op. cit.*, p. 68.

¹⁶ El suelo lo trataremos al final del capítulo cuando nos refiramos a los procesos de erosión.

¹⁷ Véase, entre otros, la periodificación realizada por ORTEGA, N., «El proceso de mecanización y adaptación tecnológica del espacio agrario español», *Agricultura y Sociedad*, 27, 1983, pp. 105.

¹⁸ «No es posible aceptar la existencia de estrictas relaciones causa-efecto entre éxodo rural y mecanización. Por el contrario, el proceso de mecanización depende fundamentalmente del propio desenvolvimiento rentabilista del espacio agrario y del desenvolvimiento de los procesos de difusión vinculados a los centros innovadores urbano-industriales». *Ibid.*, p. 104.

¹⁹ Existen datos que abarcan globalmente desde 1951 hasta 1994. Para el período 1951-1978, véase: NAREDO, J. M., y CAMPOS, P., «Los balances energéticos...», op. cit., para 1993-1994, ha de consultarse: SIMÓN FERNÁNDEZ, X., «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», *Historia Agraria*, 19, 1999, pp. 115-139.

²⁰ Por ejemplo, la producción final de cereales para 1977-78 a la que se aplica la transformación energética en los *Balances...* es de 6.562.659 tm, mientras que en realidad son 11.605.268 tm. Del mismo modo, en el caso de los cultivos industriales hay que modificar la cifra de 1.581.208 tm por la de 9.105.018 tm. Estos y otros ajustes similares hacen que la eficiencia energética no sea de 0,74 sino de 1,22.

²¹ ABAD, C., y NAREDO, J. M., «Sobre la "modernización" ...», op. cit., pp. 263.

²² Este resultado acrecienta aun más las incoherencias propias de la contabilidad nacional en el ámbito de los recursos naturales. El siguiente ejemplo, propuesto por Pablo Campos y José Manuel Naredo, da cuenta de ello: «Supongamos una finca orgánica que alcanza una producción total de 100 unidades monetarias, de las que se reemplazan en la finca 50 permitiendo reponer en ciclo cerrado la fertilidad del suelo y los demás elementos del ecosistema que sirven para generar esa producción, sin necesidad de recurrir a la compra de productos químicos u otro tipo de productos de fuera de la explotación. La contribución total de esta finca estaría valorada con arreglo al sistema de cómputo comúnmente empleado en la Contabilidad Nacional, en un "valor añadido" de 50 unidades. Supongamos que esta finca hubiera empleado otra tecnología que le permitiera alcanzar las mismas 100 unidades de producción total sin ningún reemplazo de productos en la finca, pero con una compra de medios químicos y demás productos de fuera de la explotación por valor de 50. El "valor añadido" de la finca sería también en este caso igual a 50, pero ahora se sumarían a la renta nacional los "valores añadidos" de todas las actividades que han intervenido en la extracción de minerales, fabricación, transporte, comercialización, etc., de las 50 unidades de "medios de producción" compradas por la finca, actividades que en el caso anterior no habían sido necesarias. Si a ello se añade que en este último caso se origina una mayor degradación del medio que empujaría a un mayor empleo de medios químicos y a un mayor aumento de la renta nacional, se observará que en este caso, como en otros muchos, el aumento de la renta nacional está inversamente correlacionado con el bienestar de la comunidad, en vez de contribuir a sostener y enriquecer la vida humana contribuye a degradarla». Cfr. CAMPOS, P., y NAREDO, J. M., «La energía en los sistemas agrarios», op. cit., pp. 71-72.

²³ La única forma en que aparecen los motores de riego es a través del consumo de energía o carburantes pero no por medio del gasto energético en reparaciones, aceites y amortizaciones como en el caso de los tractores y cosechadoras.

²⁴ Con los nuevos motores se pasó de bombear agua de pozos de 23 metros de profundidad, a pozos de 86 metros en 1970, y con potencias medias de 77 CV. Vid. CALATAYUD, S., y MARTÍNEZ, J. M., «El cambio técnico en los sistemas de captación e impulsión de aguas subterráneas para riego en la España mediterránea», en: GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios... op. cit.*, p. 31.

²⁵ *Ibid.*, pp. 32-33.

²⁶ *Ibid.*, p. 31.

²⁷ MAPA, *Anuario de Estadística Agraria 1995*, Madrid; y NAREDO, J. M., «Consideraciones económicas...», op. cit., p. 72.

²⁸ Cabe recordar que, a excepción de la Cuenca Norte, tanto en la media peninsular como en el resto de cuencas hidrográficas, las pérdidas por evaporación potencial directa del suelo y transpiración potencial de la vegetación alcanzan para el año hidrológico medio los 404 km³ (según las cuentas del agua) o los 437 (según el Libro Blanco del Agua), mientras que las precipitaciones ascienden a 386 km³ (caso de las cuentas del agua) o a 346 (Libro Blanco del Agua, p. 144). *En definitiva, superan entre un 19 y un 21 por 100 a las precipitaciones.*

- ²⁹ MOPTMA, (1992): *Las cuentas del agua en España. Informe de síntesis*. Elaboradas bajo la dirección de NAREDO, J. M., y GASCÓ, J. M. Se puede consultar un resumen de sus principales resultados en: JILIBERTO, R., «Las cuentas del agua: un instrumento de análisis económico y ambiental del ciclo del agua en España», *Información Comercial Española*, 751, 1996, pp. 77-93. La cita se corresponde con la p. 84.
- ³⁰ Tal y como argumenta David Pimentel y sus colaboradores: «Una hectárea de maíz en EE UU transpira unos 4 millones de litros de agua (4.000 m³/ha) durante su periodo de crecimiento, con 2 millones más de litros evaporándose desde el suelo. Por lo tanto se necesitan unos 600 mm de lluvia (6 millones de litros por hectárea) durante el periodo de crecimiento para producir maíz. Incluso con unas precipitaciones anuales de 800 a 1.000 mm en la región de "cinturón del maíz", es normal que el maíz sufra falta de agua en algún momento de su periodo de crecimiento veraniego». Cfr. PIMENTEL D., et al., «Recursos hídricos: agricultura, medio ambiente y sociedad», *Gaia*, 16, 1999, p. 19.
- ³¹ *Ibidem*.
- ³² LÓPEZ CAMACHO, B., «La gestión del agua», en: NAREDO, J. M., y PARRA, F. (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, op. cit., 1993, pp. 179-180.
- ³³ *Ibid.*, p. 183.
- ³⁴ MOPTMA, *Las Cuentas del agua*, op.cit. Véase también de modo sintético: GASCÓ, J. M., y SAA, A., «La calidad en la economía del agua», en: NAREDO, J. M. (ed.), *La economía del agua en España*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor, p. 74.
- ³⁵ MIMAM, *El Libro Blanco del Agua*, Madrid, 2000, p. 232.
- ³⁶ *Ibid.*, pp. 229-230.
- ³⁷ Desde un punto de vista histórico-general, destaca el ya clásico artículo de SOBRINO IGUALADOR, F., et al., «Evolución de los sistemas ganaderos en España», *Revista de Estudios Agro-sociales*, 116, 1981, pp. 17-90. Véase también desde una perspectiva más centrada en la crisis del modelo tradicional y las consecuencias del productivismo ganadero: GARCÍA DORY, M. A., y MARTÍNEZ VICENTE, S., *La ganadería en España*, Madrid, Alianza, 1988. Para el caso concreto de la dehesa extremeña: CAMPOS, P., *Economía y energía en la dehesa extremeña*, op. cit.
- ³⁸ GARCÍA DORY, M. A., «La utilización de las razas autóctonas en los ecosistemas regionales, como factor de ahorro energético en la ganadería española», *Agricultura y Sociedad*, 15, 1980, p. 125.
- ³⁹ SUMPISI, J. M., «La política agraria 1968-1982», *Papeles de economía española*, 16, 1982, pp. 324.
- ⁴⁰ Resulta muy ilustrativo comparar los diferentes acentos que destilan dos artículos con un título similar. El de RODRÍGUEZ ZÚNIGA, M.; RUIZ HUERTA, J., y SORIA GUTIÉRREZ, R., «El desarrollo ganadero español: un modelo dependiente y desequilibrado», *Agricultura y Sociedad*, 4, 1980, pp. 165-194, más centrado en las cuestiones de dependencia económica y tecnológica del modelo; y el trabajo de: DE BLAS, J. C., M. J. FRAGA, C. J. PÉREZ y C. BUXADE, «Crisis energética y producción ganadera. El modelo español, un modelo desequilibrado», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 107-136, que analiza la dudosa viabilidad energética de un modelo que cada vez se apoya más en los combustibles fósiles aumentando su ineficiencia en la transformación. Para una revisión de las consecuencias «desequilibrantes» que produjo la política ganadera desde finales de los sesenta hasta comienzos de los ochenta, tiene interés lo dicho por SUMPISI, J. M., «La política agraria 1968-1982», art. cit., en especial, pp. 324-325.
- ⁴¹ FLORES DE LEMUS, A., «Sobre una dirección fundamental de la producción rural española», reproducido en *Moneda y Crédito*, 36, 1951, 1926, p. 143.
- ⁴² *Ibid.*, p. 144. Énfasis nuestro. Que la roturación de tierras de pasto en cultivo implica una importante pérdida de materia orgánica lo evidencian investigaciones a largo plazo, demostrando una reducción del contenido en nitrógeno entre el 25 y el 70 por 100 y de carbono en un 50 por 100, para periodos de 30 a 90 años. A lo que se podría añadir los efectos derivados de la reducción en la capacidad de filtración del agua, etc. Vid. SML, V., «Crop residues: Agriculture's largest harvest», *Bioscience*, Vol. 49, n.º 4, 1999, p. 304.
- ⁴³ Respecto a 1985 el incremento es del 53 por 100.
- ⁴⁴ *Ibid.*, p. 34.
- ⁴⁵ GARCÍA DORY, M. A., «La utilización de las razas autóctonas en los ecosistemas regionales como factor de ahorro energético en la ganadería española», *Agricultura y Sociedad*, 15, 1980, p. 137.
- ⁴⁶ Conseguido, por otra parte, gracias a las ingentes subvenciones que ya en los años ochenta rondaban los 12.000 millones de pesetas anuales y que «graciosamente» recibían las empresas productoras. Vid. VAL, A. DEL, *El libro del reciclaje*, Barcelona, Integral, 1997, pp. 100-101.
- ⁴⁷ *Ibid.*, p. 147.
- ⁴⁸ Sólo hay que pensar en los 7 kg de grano, en media, necesarios para el engorde de 1 kg en vivo de vacuno, o los 4 kg en el caso del porcino.
- ⁴⁹ *Ibid.*, p. 121.
- ⁵⁰ PIMENTEL, D., et al., «Recursos hídricos...», art. cit., p. 19.
- ⁵¹ Hay que añadir que se trata de un porcentaje algo superior al de un país como Estados Unidos, donde en los años 80 se estimaba que sólo el 4 por 100 de la energía consumida (8.600 kcal/hab/día sobre 230.000) era debida a motivos alimenticios. Cfr. DE BLAS, J. C.; FRAGA, M. J.; PÉREZ, C. J., y BUXADE, C., «Crisis energética y producción ganadera. El modelo español, un modelo desequilibrado», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, p. 135.

⁵² En algunas zonas de tradición piscícola como Extremadura, la reducción en el pasto arbolado alcanzó casi el 50 por 100, entre 1955 y comienzos de los ochenta. Vid. CAMPOS, P., *Economía y energía en la dehesa extremeña*, op. cit., p. 38.

⁵³ PEÑA, M. J., «La actividad pesquera en España ante los cambios a escala internacional», *Papeles de Economía Española*, 71, 1997, p. 51.

⁵⁴ Un panorama razonable de la situación pesquera desde los años cincuenta hasta mediados de los noventa se puede encontrar en los siguientes textos: JUÁREZ CASADO, S. J., «La pesca en España: cambios en los últimos años y perspectivas», *Papeles de Economía Española*, 71, 1997, pp. 2-13. PEÑA, M. J., «La actividad pesquera en España ante los cambios a escala internacional», op. cit. Desde una perspectiva que incide más en los aspectos de degradación ambiental provocados por las capturas pesqueras: LEONART, J., et al., *La crisis pesquera española: un enfoque ecológico*, Madrid, CIP, 1996.

⁵⁵ Así lo señala precisamente Miguel Peña al recordar cómo: «De los dos barcos pioneros el que fue a la Argentina volvió con las bodegas llenas de pescado infectado por los copépodos, que lo habían convertido en esqueletos vivientes. Los intentos de comercializar ese producto por la vía ordinaria estaban teniendo dificultades enormes, y llamaron en su ayuda a la Comisaría de Abastecimientos y Transportes que «sugirió» al Gremio de Detallistas de Pescados la conveniencia de adaptarse al nuevo producto. Una vez introducido y apoyado en una campaña publicitaria absurda de que era «tan bueno como el fresco y mucho más barato» (...) la mercancía nacional, de pésima calidad —pues a la experiencia inicial se pueden sumar multitud de otras «genialidades» y manipulaciones contrarias a toda norma de higiene alimentaria— tuvo que competir con las importaciones de merluza japonesa (de mucha mejor calidad e impecable presentación), importaciones a las que ya se achacaban injustamente los alarmantes stocks invendidos (que ya en 1965 sumaban 30.000 toneladas y sólo se habían importado 10.000), y que acabaron por el sencillo método de prohibirlas (...) Lo cierto es que si no se hubiera tratado de merluza, y si no hubiéramos vivido en una época de economía dirigida, la experiencia del congelado se hubiera saldado con un estrepitoso fracaso». PEÑA, M., «La actividad pesquera...», op. cit., p. 53.

⁵⁶ LEONART, J., et al., *La crisis pesquera...*, op. cit., p. 13.

⁵⁷ Declaración del 22 de septiembre de 1945. Citado en: JUÁREZ CASADO, S. J., «La pesca en España...», op. cit., p. 4.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 9.

⁵⁹ Esta circunstancia es siquiera más grave cuando se comprueba que, según el propio MAPA, son una minoría de barcos la que causa el grueso del problema: mientras el 88 por 100 de los buques que faenaban en 1994, esto es 16.750, lo hacían en caladeros nacionales representando sólo el 28 por 100 del TRB total; los 1.140 barcos que realizaban capturas en caladeros internacionales acumulaban el 52 por 100 del TRB, dejando el 18 por 100 restante para la flota de 108 barcos que faenaba en aguas de la UE.

⁶⁰ LEONART, J., et al., *La crisis pesquera...*, op. cit., p. 15.

⁶¹ FAO, *Statistics Database*. En este sentido los países que siguen dominando el panorama internacional son China, Japón, Rusia, Perú, Estados Unidos...

⁶² En términos de consumo aparente (domésticos + importaciones - exportaciones) los datos confirman que se ha doblado el consumo *per capita* pasando de los 23,3 kg/hab en 1955 a los 44,4 kg/hab de 1995.

⁶³ SENADOR, J., «El problema de las repoblaciones forestales», citado por: GROOME, H. J., *Historia de la política forestal en el Estado Español*, Madrid, Agencia de Medio Ambiente, 1990, p. 3.

⁶⁴ Así lo recuerda ALONSO MILLÁN, J., *Una tierra abierta...*, op. cit., p. 246.

⁶⁵ ECHEVARRÍA BALLARÍN, I., «Repoblación forestal aplicada a la industria papelera. Medidas para solucionar sus problemas selvícolas y sociales», *Montes e Industrias*, III, 15, 1932, p. 389. Cfr. GÓMEZ MENDOZA, J., y MATA OLMO, R., «Actuaciones forestales públicas desde 1940. Objetivos, criterios y resultados», *Agricultura y Sociedad*, 65, 1994, p. 17.

⁶⁶ MARTÍNEZ HERMOSILLA, P., «La industrialización forestal: sus problemas actuales», *Montes*, 3 (18), 1947, pp. 563-566. ÁLVAREZ DE MON, R., «Problemas de la producción de madera», *Montes*, 21 (126), 1965, pp. 531-536. RADA, R., «Un esquema para el estudio de los problemas de la política forestal a largo plazo», *Montes*, 20, 1964, pp. 271-282. Cfr. GROOME, H. J., *Historia...op. cit.*, pp. 106-107.

⁶⁷ LLEÓ SILVESTRE, A., «El individualismo económico y los montes», *Montes*, 4 (23), 1948, pp. 563-564. CEBALLOS, L., «El resurgimiento agroforestal de España y el orden natural de las cosas. Responso a unas encinas "vendidas por la técnica"», *Montes*, 11, (66), 1955, pp. 425-428. XIMÉNEZ, J., «Política forestal», *Montes*, 17, (10), 1961, pp. 491-507. Cfr. GROOME, H. J., *Historia...op. cit.*, p. 109.

⁶⁸ Véase lo dicho al respecto por GÓMEZ MENDOZA, J., y MATA OLMO, R., «Actuaciones...», op. cit., pp. 18-22.

⁶⁹ GROOME, H. J., *Historia...op. cit.*, p. 93.

⁷⁰ GÓMEZ MENDOZA, J., y MATA OLMO, R., «Actuaciones...», op. cit., pp. 24 y 26.

⁷¹ GROOME, H., *Historia...op. cit.*, p. 107.

⁷² En todo caso, y a la luz de los últimos datos, parece que las coníferas no deben ser consideradas como una especie ajena o una etapa intermedia en el proceso de sucesión de los bosques peninsulares hacia un clima caracterizado por las frondosas. Los resultados paleobiogeográficos otorgan un papel dominante a este tipo de árboles desde el cuaternario en ecosistemas del sur y sureste peninsular, así como en otras zonas del territorio. Vid. COSTA TENORIO, M., et al., «La evolución de los bosques en la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos», *Ecología*, 1, 1990, pp. 31-58.

- ⁷³ NAREDO, J. M., y MÁRQUEZ, J., *Tentativa de evaluación económica de las repoblaciones forestales realizadas por el Estado (1940-1983)*, mimeografiado, 1987.
- ⁷⁴ GARCÍA ABRIL, A., et al., «La repoblación forestal», en: ADENA/WWL, *El libro rojo de los bosques españoles*, Madrid, 1989, pp. 237-276.
- ⁷⁵ GARCÍA DORY, M. A., et al., «Evolución de la superficie arbolada de España durante el período 1947-1975», *Quercus*, 13, 1984, pp. 9-14.
- ⁷⁶ Vale la pena traer a colación algunas de las frases de dicho informe: «España no está bien dotada de bosques —afirman el BIRD y la FAO—. En efecto, 2,81 millones de hectáreas de monte alto y bajo están dotadas de encinas, que sólo producen bellotas». Cfr. ALONSO MILLÁN, J., *Una tierra abierta...*, op. cit., p. 249.
- ⁷⁷ GROOME, H. J., *Historia...*, op. cit., p. 175. Esta afirmación es muy importante sobre todo porque si uno acude a las cifras otorgadas por el propio ICONA o el MAPA observa que la proporción entre ambos tipos de repoblaciones es justo la contraria, queriendo así otorgar una finalidad protectora a un organismo que, en muchas ocasiones, se ha caracterizado por todo lo contrario.
- ⁷⁸ Por ejemplo, el propio Ortuño no sólo fue Subdirector del Patrimonio Forestal del Estado, sino Consejero de la empresa ENCE. Así mismo, Martínez Hermosilla, alternó sus periodos al servicio de la administración forestal con puestos en numerosas empresas del sector celulósico como SNIACE, TAFISA, CUBERC, o APF. Vid. GROOME, H. J., op. cit., pp. 324-325.
- ⁷⁹ CASTROVIEJO, S., et al., «Política forestal de España (1940-1985)», *Quercus* 19, 1985, pp. 1-51. Citado por: ABAD, C., y CAMPOS, P., «Economía, Conservación y Gestión Integral del Bosque Mediterráneo», *Pensamiento Iberoamericano*, 12, 1987, p. 226. Y esto descontando la presencia de otra serie de motivos intencionados que, al amparo de intereses especulativos han alimentado la quema de ecosistemas forestales en los últimos años.
- ⁸⁰ En efecto, cuando se comparan el beneficio neto y la rentabilidad de explotaciones madereras (de pino o eucalipto) y de dehesas en el oeste y suroeste peninsular se concluye que las segundas arrojan unos resultados entre el 22 y el 100 por 100 superiores a las primeras. Cfr. ABAD, C., y CAMPOS, P., «Economía, Conservación...», op. cit., p. 227.
- ⁸¹ Véase, por ejemplo: QUEZEL, P.; TOMASELLI, R., y MORANDINI, R., *Bosque y maquia mediterráneos. Ecología, conservación y gestión*, Barcelona, Serbal, 1982; CAMPOS, P., *Economía y energía...*, op. cit. CAMPOS, P., y MARTÍN BELLIDO, M. (coords.), *Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesa y española*, Madrid, MAPA, 1987. ABAD, C., y CAMPOS, P., «Economía, Conservación...», op. cit.
- ⁸² Se pueden consultar, a este respecto, dos trabajos pioneros de CAMPOS, P., «Valores comerciales y ambientales de las dehesas españolas», *Agricultura y Sociedad*, 66, 1993, pp. 9-41; y también: «Economía de los espacios naturales. El valor económico total de las dehesas ibéricas», *Agricultura y Sociedad*, 73, pp. 103-120.
- ⁸³ Como se hace constar en el anexo metodológico, las pajas de cereales como residuo de cultivo no las hemos computado como flujo oculto sino como flujo directo ganadero, equiparándolas al pasto, pues su destino mayoritario es la alimentación de ganado. Esto cambia algo las cifras totales respecto de nuestra anterior estimación aparecida en el artículo de 2002 en la que sí se habían considerado flujos ocultos agrícolas.
- ⁸⁴ SMIL, V., «Crop residues: Agriculture's largest harvest», *Bioscience*, Vol. 49, n.º 4, 1999, pp. 299 y 300. Los datos aportados por Smil son coherentes con la estimación realizada por Dolores Romano para 1991 arrojando una cifra de residuos agrarios de 1.800 millones de toneladas. Vid. NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico...* op. cit., p. 92.
- ⁸⁵ *Ibid.*, p. 299.
- ⁸⁶ El citado Vaclav Smil ha denunciado este hecho poniendo de manifiesto que, en la actualidad, ningún país ofrece una estadística solvente sobre la generación de residuos de cultivos agrícolas.
- ⁸⁷ Un equipo de la ETSIA de Madrid elaboró en 1980 un informe para el MAPA titulado: «Aplicación de las fuentes alternativas de energía para la agricultura», (4 volúmenes), obteniendo una biomasa residual para 1979 de 67,8 millones de toneladas, correspondiendo la mitad a los residuos agrícolas. Véase, para un resumen: FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., «La agricultura como fuente productora de energía», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 157-179. El trabajo de base para mediados de la década de los ochenta lo elaboró ENADIMSA, *Aspectos económicos del aprovechamiento energético de la biomasa residual*, Abril, 1983. Este documento sirvió a las estimaciones realizadas para 1984 y 1985 por FRIAS SAN ROMÁN, J., «Posibilidades de aprovechamiento económico de la biomasa residual», *Agricultura y sociedad*, 34, 1985, p. 219-236. Este autor estimaba para 1984 y 1985 en 25,0 y 25,6 millones de toneladas los residuos procedentes de cultivos agrícolas, cifras éstas similares a las 26,7 y 24,6 millones de toneladas que ofrecen nuestros cálculos para esos mismos años. En la misma línea: «Los residuos como fuente de energía y materiales en el marco de la integración de España en al CEE», *Información Comercial Española*, Junio 1986, pp. 99-111.
- ⁸⁸ DE MARCO, O., et al., «Material Flow Analysis of the Italian Economy», op. cit., p. 33.
- ⁸⁹ SMIL, V., «Crop residues...», art. cit., p. 300.
- ⁹⁰ Uno de los defensores más entusiastas de esta idea en España es, ya desde los años setenta, Jesús Fernández González. Puede consultarse, por ejemplo, su trabajo de 1977: «Agroenergética», *Agricultura*, 46, pp. 541-545; o también, «La agricultura como productora de energía», *Ingeniería Química*, Noviembre, 1980, pp. 23-32. Recientemente ha insistido en sus propuestas ayudado por las disposiciones del último Plan de Fomento de Energías Renovables de 1999. Vid. FERNÁNDEZ, J., «Energía de la biomasa (I) y (II)», 2001, en: MORÁN, F., y RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Y. (coords.), *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gestión, energía y salud*, Madrid, Foro Complutense, 2001, pp. 273-305. También, el documentado análisis de MENÉNDEZ, E., *Energías renovables, sustentabilidad y empleo*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 2001, pp. 155-186, parece decantarse

de nuevo por las posibilidades de los cultivos energéticos. En un sentido algo más matizado pueden consultarse los artículos de mediados de los ochenta de J. Frías ya citados.

⁹¹ FERNÁNDEZ, J., «La agricultura como productora de energía», *op. cit.*, p. 30.

⁹² FRIAS SAN ROMÁN, J., «Posibilidades de aprovechamiento económico de la biomasa residual», *op. cit.*, p. 219.

⁹³ *Ibid.*, p. 220.

⁹⁴ Existe un debate —no resuelto del todo— respecto a la correcta definición de la erosión como «desertización» o «desertificación». Nosotros hemos optado por realizar la distinción en función de la acción antrópica (humana) en el proceso, siguiendo, en este sentido a SANZ DONAIRE, J. J., y GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P., «Desertificación, erosión y degradación de suelos», *Situación*, 2, 1991, p. 58. Otros, por el contrario, diferencian entre ambos términos pero en un sentido muy distinto: reservan «desertización» para un uso socioeconómico, como el proceso general de despoblamiento por causas naturales, mientras que la «desertificación» respondería a la degradación de los parámetros ambientales del suelo por influencia climática o malas prácticas humanas. Vid. DÍAZ ÁLVAREZ, M. C., y ALMOROX ALONSO, J., «La erosión del suelo», *El Campo*, 131, 1994, pp. 81-82. Es probable que la causa de este «desajuste terminológico» se corresponda, como en tantas ocasiones, con las diferentes procedencias de los que se asoman al problema, dependiendo de si uno es geógrafo, ingeniero agrónomo, hidrólogo, ecólogo, etc.

⁹⁵ La expresión es la siguiente: $A = 2,24 \times R \times K \times L \times S \times C \times P$; donde «A» es la pérdida anual de suelo en tm/ha; «R» es el factor lluvia; «K» el factor erosionabilidad del suelo; «L» el factor de longitud de declive; «S» el factor de pendiente de declive; «C» el factor de cultivo y ordenación; y «P» factor de prácticas de conservación de suelos.

⁹⁶ MOPTMA, *Medio Ambiente en España*, 1990, p. 67.

⁹⁷ Citado por LÓPEZ LINAGE, J., «Crecimiento urbano y suelo fértil. El caso de Madrid en el periodo 1956-1980», *Pensamiento Iberoamericano*, 12, 1987, p. 260.

⁹⁸ En España, la mayoría de los estudios sobre los procesos erosivos se han centrado en la erosión hídrica hasta tal punto que en la revisión de la literatura al respecto parecería que en nuestro territorio no existiese erosión eólica. Pero, como matizan DÍAZ ÁLVAREZ y ALMOROX: «La ausencia de datos y la falta de estudios sobre este tema no implica la no existencia del problema, ni que los daños que está produciendo no sean graves». Vid. DÍAZ ÁLVAREZ, M. C., y ALMOROX ALONSO, J., «La erosión del suelo», *El Campo*, 131, 1994, p. 82.

⁹⁹ SANZ DONAIRE, J. J., y GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P., «Desertificación, erosión y degradación de suelos», *op. cit.*, p. 65.

¹⁰⁰ SMIL, V., «Crop residues...», *op. cit.*, p. 303.

¹⁰¹ Tras varias dudas, consultas, y no pocas vacilaciones, hemos decidido aplicar los coeficientes recogidos por BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., en su trabajo ya citado: *Total Material Requirement of the European Union*, EEA, n.º 56, p. 12.

¹⁰² *Ibid.*, pp. 89-90.

¹⁰³ Sin embargo, en algunos casos como las pajas de cereales, éstas pueden mezclarse con la tierra como consecuencia de lluvias torrenciales o determinadas labores dando lugar a una especie de «adobe natural» que impermeabiliza el suelo y agrava la erosión. Cfr. SANZ DONAIRE, J. J., y GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P., «Desertificación, erosión y degradación de suelos», *op. cit.*, p. 63.

¹⁰⁴ Véase, para este y otros aspectos ambientales relacionados con los cultivos de regadío: PÉREZ IBARRA, C., «Alteraciones ambientales en las transformaciones a regadío», *El Campo*, 131, 1994, pp. 117-132 (para la erosión, especialmente pp. 121-125).

¹⁰⁵ CALATAYUD, S., y GINER, J. M., «El cambio técnico...», *op. cit.*, p. 34.

¹⁰⁶ Ministerio de Fomento, *Composición y valor del patrimonio...*, *op. cit.*, p. 44.

¹⁰⁷ Esta circunstancia de escasa fiabilidad de detectó hace ya tiempo cuando se intentó cuantificar la pérdida de suelo agrícola ligada al crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid. Vid. GARCÍA ZALDIVAR, R.; GASCÓ MONTES, J. M.; LÓPEZ LINAGE, J., y NAREDO, J. M., *Evaluación de la pérdida de suelo agrícola debido al proceso de urbanización. Análisis y recomendaciones*. Madrid, MOPU, 1983. Un recomendable resumen de esa publicación se puede encontrar en el artículo de LÓPEZ LINAGE, J., «Crecimiento urbano...», *op. cit.*, (en especial, las páginas 264-265 ofrecen varios ejemplos ilustrativos), 1987.

¹⁰⁸ Materia orgánica que, como es sabido, incluye tanto restos vegetales como animales en diferente grado de descomposición, además de los microorganismos y enzimas que viven en el suelo y que suponen entre el 1 y el 2 por 100 de la materia orgánica total. Véase, por ejemplo: LABRADOR, J., *La materia orgánica en los agrosistemas*, Madrid, MAPA-Mundiprensa, 1996.

¹⁰⁹ MOPU, *Estudio sobre aprovechamiento de basuras, producción y utilización de compost*, Madrid, 1980. Cfr. DEL VAL, A., «Aprovechamiento de residuos orgánicos fermentables», *GAIA*, 16, 1999, p. 30.

¹¹⁰ SMIL, V., «Crop residues...», *op. cit.*, p. 303.

¹¹¹ ARMAN, K., «Una agricultura alternativa», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, pp. 127-128.

¹¹² NAREDO, J. M., «El crisis del olivar...», *op. cit.*, 1983, pp. 194-195; LÓPEZ GÁLVEZ, J., y NAREDO, J. M., *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*, Madrid, Fundación Argenteria-Visor, 1996. Un resumen de estos aspectos puede consultarse en el breve artículo de NAREDO, J. M., «Sobre la reposición natural y artificial de agua y de nutrientes en los sistemas agrarios y las dificultades que comporta su medición y seguimiento», en: GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *La fertilización...* *op. cit.*, pp. 17-33.

- ¹¹³ HODGES, R. D., «Los argumentos de la agricultura biológica», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, p. 33. Se pueden consultar los efectos sobre las frutas, hortalizas o pastos en las páginas 33 y 34.
- ¹¹⁴ VOGTMANN, H., «La calidad de los productos agrícolas provenientes de distintos sistemas de cultivo», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, p. 82. En la misma línea puede consultarse el artículo de MOLINA, A.; COLMERANRES, R., y PÉREZ-SARMENTERO, J., «El concepto de calidad de los alimentos desde la perspectiva de la agricultura ecológica», *El Campo*, 131, 1994, pp. 169-184; así como lo apuntado por LAMPKIN, N., en su obra: *Agricultura ecológica*, Madrid, Mundiprensa, pp. 560-576.
- ¹¹⁵ Véase: «Sobre la relación calidad-precio de los productos ecológicos», NAREDO, J.M. (coord.): *La agricultura ecológica*, Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, 1991, p. 46.
- ¹¹⁶ RASMUSSEN, P. E., y COLLINS, H. P., «Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions», *Advances in Agronomy*, 45, 1991, pp. 93-134. Cfr. SMIL, V., *op. cit.*, p. 306.
- ¹¹⁷ Sobre todo porque, aparte de la escasez de materia orgánica, la combustión de los residuos de cultivos, dada su alta proporción de carbono, agrava el problema de las emisiones de gases con efecto invernadero a través del dióxido de carbono y el metano. Estimaciones del IPCC apuntan a que, en el caso de los países ricos, aproximadamente un 10 por 100 de los residuos de cultivos se queman, cifra sensiblemente inferior a la que se produce en los países pobres donde el porcentaje supera el 25 por 100.
- ¹¹⁸ GRAVINA, H., «La Política Agraria Comunitaria (PAC)», *El Ecologista*, 26, 2001, pp. 27-28.
- ¹¹⁹ A través del Reglamento CEE, n.º 2078/92 para favorecer los métodos de protección agraria compatibles con el medio ambiente. Véase, para un comentario sobre el «alcance ambiental» de aquella reforma, el artículo de POTTER, C., «La reforma ambiental de la PAC: análisis y crítica del paquete McSharry», *Agricultura y Sociedad*, 71, 1994, pp. 51-72. Para el caso español y centrados en la primera década de los noventa, son recomendables por su carácter sintético: VILADOMIU, L., y ROSELL, J., «Medio Ambiente y PAC: una primera aproximación a los programas agroambientales españoles», *Boletín Económico de ICE*, 2484, 1996, pp. 49-58.
- ¹²⁰ Aun habiéndose demostrado que las diferencias en los rendimientos respecto a la agricultura moderna no son excesivamente importantes. Un acertado resumen sobre este debate —ya clásico— puede encontrarse en: RIECHMANN, J., «Agricultura ecológica y rendimientos agrícolas», *mientras tanto*, 78, 2000, pp. 53-76. Con mayor detenimiento y amplitud en: RIECHMANN, J., *Cuidar la (T) tierra*, Barcelona, Icaria, 2003.
- ¹²¹ NAREDO, J. M., «La modernización de la agricultura española y sus repercusiones ecológicas», 2001, en: GONZÁLEZ DE MOLINA, M., y MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.), *Naturaleza transformada*, *op. cit.*, p. 82.
- ¹²² POTTER, C., «La reforma medioambiental...», *op. cit.*, pp. 52-53.
- ¹²³ INE, *Censo Agrario, 1989 y Encuesta sobre la estructura de la explotaciones agrarias*, Madrid. Cfr. GRAVINA, H., *op. cit.*
- ¹²⁴ Ya aludimos páginas atrás al carácter perverso de apoyar ciertos cultivos (maíz,...) en zonas muy poco dotadas para ello.
- ¹²⁵ Un rasgo añadido, que es buena muestra de la incoherencia del proceso, aparece al comprobar que la transposición de esta directiva —que afecta a una fracción singular de los RSU— se realiza un año antes de la promulgación de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, que transpone la Directiva 91/156/CE en materia general de residuos.
- ¹²⁶ DEL VAL, A., «Aprovechamiento...», *op. cit.*, p. 31.
- ¹²⁷ El fenómeno de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) conocido como el mal de las «vacas locas» ha puesto sobre el tapete las verdaderas prioridades de la PAC. No otra cosa se desprende de algunos documentos manejados por la Comisión Europea donde, ya en 1990, se podían leer frases como la siguiente: «Es necesario minimizar este problema de la Encefalopatía Espongiforme Bovina practicando la desinformación. Es mejor decir que la prensa tiende a exagerar (...) Hace falta tener una actitud fría para no provocar reacciones desfavorables en el mercado. No hay que hablar más de EEB. Ese punto no debe figurar en el orden del día (...) Vamos a pedir al Reino Unido que no publique más los resultados de sus investigaciones». Vid. Comité Veterinario Permanente de la UE, (reunión del 9 y 10 de octubre de 1990): *Nota sucinta del "dossier" sobre EEB*. Véase *El País*, 24 de enero de 2001, p. 28.

5 De la economía de la «producción» a la economía de la «adquisición»: síntesis de los Requerimientos Totales de Materiales de la economía española y su comparación internacional

«El mantenimiento de esta posición es físicamente imposible. Tenemos que decidir entre una breve pero verdadera grandeza o una larga y continuada mediocridad».

WILLIAM STANLEY JEVONS, 1865¹.

1. INTRODUCCIÓN

En los dos capítulos anteriores hemos analizado con cierto detalle la evolución de los diferentes flujos físicos involucrados en el funcionamiento de la economía española. Ahora, en las páginas que siguen, trataremos de *ensamblar toda la información* con el fin de construir el indicador agregado que hemos denominado Requerimiento Total de Materiales (RTM)². Con este encaje evaluaremos la trayectoria seguida por el conjunto de los flujos físicos, así como la diferente importancia que en ella han tenido las distintas fracciones, ya sean éstas abióticas o bióticas. Por otra parte, estaremos también en disposición de estimar la «mochila de deterioro ecológico» total asociada a la extracción de los recursos naturales directos puestos en juego. Aunando todas estas cifras acometeremos un análisis comparativo a nivel internacional en el que situaremos a España en el contexto de los principales países de la OCDE, estimando hasta qué punto se ha producido o no en nuestro territorio el fenómeno «desmaterializador», y si es cierto que nuestra economía se acopla a la senda descrita por la «Curva de Kuznets Ambiental».

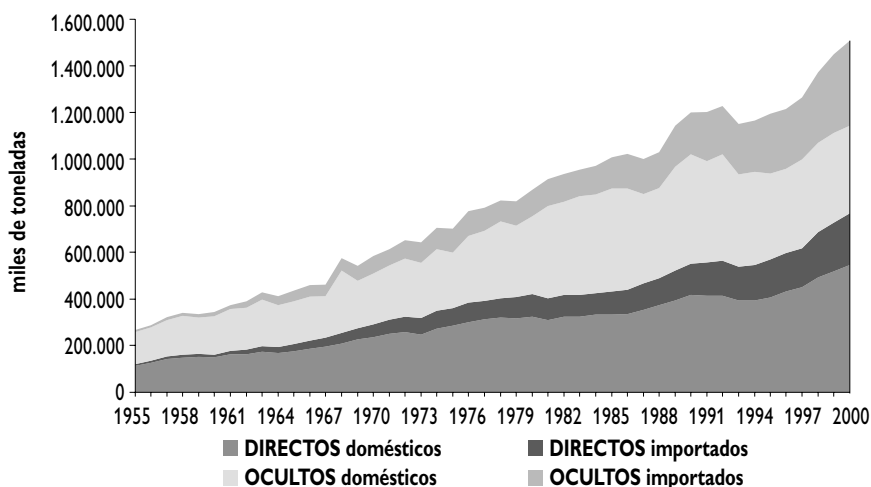
2. EVOLUCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES DESDE LA MITAD DEL SIGLO XX

Comencemos señalando que los Requerimientos Totales de Materiales de la economía española³ han experimentado un crecimiento notable en el último medio siglo, pasando de 267

millones de toneladas en 1955 a 1.508 millones a finales de la década de los noventa (Gráfico 5.1). Este incremento en 5,6 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 casi 10 tm/hab a mediados de la década de los cincuenta, a requerir 37 tm/hab en 2000 —excluida la erosión—⁴ (Tabla 5.1).

Estos rasgos generales pueden completarse añadiendo que, tanto en el plano de los flujos domésticos e importados, como también en los directos y 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 77 por 100 del total⁵. Dada la clasificación de los flujos seguida, cabría la posibilidad de incrementar ese porcentaje (hasta el 87 por 100) si añadimos los inputs procedentes de las semimanufacturas energéticas, metálicas y minerales que, aunque conlleven un proceso de manipulación industrial, mantienen un componente abiótico sustancial. En este sentido cabe resaltar que, gracias a la contabilización de los flujos ocultos, los minerales metálicos consiguen reparar la pérdida de importancia que venían arrastrando desde el punto de vista de los inputs directos. Pues éstos, al acarrear una mayor mochila de deterioro ecológico derivada del descenso de las leyes, de la generalización del laboreo a cielo abierto y de las importaciones de semimanufacturas metálicas, no sólo han logrado equilibrar aquella desventaja, sino que, desde el punto de vista de los RTM, han mantenido su peso.

Gráfico 5.1
Evolución de los RTM según origen y modalidad, 1955-2000
 (miles de toneladas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Excluida erosión.

Tabla 5.1
Evolución de los RTM, 1955-2000
(miles de toneladas y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	164.242	221.556	455.897	720.526	827.173	790.432	814.453	1.036.079
Bióticos	83.995	114.978	144.145	161.827	169.280	160.976	157.222	194.264
Semimanufacturas energéticas	1.904	1.834	2.640	7.447	13.862	16.733	14.629	19.942
Semimanufacturas minerales	140	183	1.067	84	8.965	7.261	10.448	16.127
Semimanufacturas metálicas	1.707	6.098	41.934	51.459	77.535	83.444	109.551	135.434
Flujos excavados	14.112	26.939	51.228	55.938	78.539	64.602	56.376	57.808
Otras importaciones	977	1.920	4.167	10.721	25.935	27.919	32.299	49.248
RTM	267.076	373.507	701.078	1.008.002	1.201.289	1.151.366	1.194.977	1.508.903
Domésticos	250.810	341.462	524.009	776.060	847.149	789.649	773.612	921.067
Importados	16.267	32.046	177.070	231.942	354.140	361.718	421.365	587.836
Consumo de materiales directo (Extracción + Import.-Export.)	111.836	168.010	340.804	375.929	502.049	477.035	498.669	673.679
Promemoria								
Erosión (miles de toneladas)	367.683	374.569	412.046	415.640	432.867	421.921	399.880	401.448
Erosión per capita (tm/hab)	12,6	12,2	11,6	10,8	11,1	10,8	10,2	9,9
RTM/Habitante (tm/hab)	9,2	12,2	19,8	26,2	30,9	29,5	30,5	37,3
RTM/ PIB (tm/millón)	32,1	34,7	27,6	34,1	32,1	30,8	30,4	32,5
DIRECTOS/Habitante (tm/hab)	4,2	5,8	10,2	11,2	14,3	13,8	14,6	19,0
DIRECTOS/PIB (tm/millón)	14,5	16,5	14,2	14,6	14,9	14,4	14,5	16,6
RTM/Hab. (tm/hab) inclu. Erosión	21,9	24,5	31,4	37,1	42,0	40,2	40,7	47,2
Consumo directo/hab	3,9	5,5	9,6	9,8	12,9	12,2	12,7	16,6
Consumo directo/PIB (millón)	13,4	15,6	13,4	12,7	13,4	12,8	12,7	14,5

Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Las posibles discrepancias se deben al redondeo.

Simultáneamente a este incremento, aflora una pérdida importante de la biomasa en el conjunto de los flujos, reduciéndose su papel a apenas un 12 por 100 de los RTM. Aparte de la menor importancia a este respecto de los flujos directos, también ha influido en esta última circunstancia la menor relación ocultos/directos que rige para la mayoría de los flujos bióticos.

En lo que concierne al origen de los RTM, conviene precisar que, mientras en 1955 casi el 95 por 100 de los mismos se localizaban en el interior de las fronteras, cuarenta y cinco años más tarde ese porcentaje se había reducido más de treinta puntos, situándose en el 61 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 con-

Tabla 5.2
Estructura porcentual de los RTM por grupos de sustancias, 1955-2000
 (Porcentajes y años seleccionados)

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

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

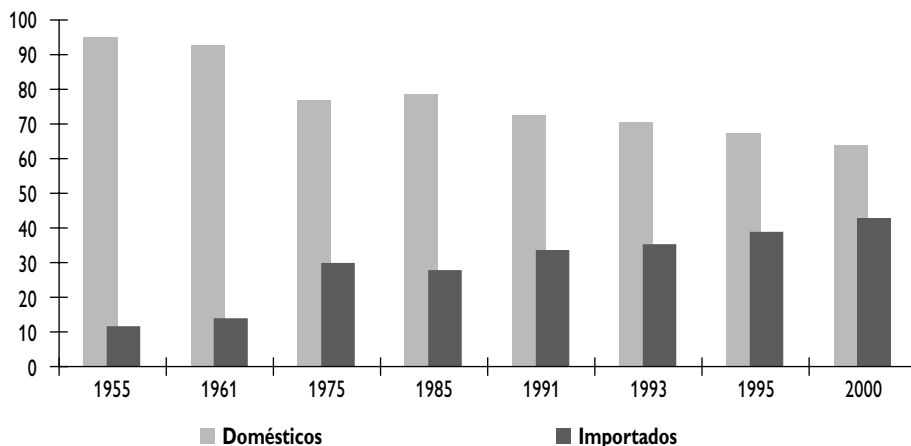
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

siguiente deterioro ambiental tanto interno como externo. La situación descrita, es decir, la tendencia desde el autoabastecimiento hacia la dependencia exterior se manifiesta, como ya vimos, cuando descendemos a los dos grandes grupos de flujos, sean éstos abióticos o biomasa. Sin embargo, aunque se mantiene la misma trayectoria, la proporción entre domésticos e importados que se desprende para los RTM difiere de la que presentaban cada una de estas dos fracciones por separado páginas atrás.

Efectivamente, en el primero de los casos, y gracias a la importancia de los productos de cantera domésticos, aún en 2000 el 66 por 100 de los flujos totales procedían del interior, mientras que el 34 por 100 restante lo hacía de terceros países. Mayores eran, no obstante, las cifras que encontrábamos en la fracción biótica donde el 88 por 100 de los flujos totales en 2000 se extraían domésticamente mientras que el 12 por 100 restante llegaba del resto del mundo⁶.

En lo que respecta a la diferente importancia de los flujos directos y ocultos en el total, cabe subrayar que, de las casi 37 tm/hab de RTM extraídas en 2000, en torno al 50 por 100, esto es, 19 tm/hab, se asignaban a los flujos directos (abióticos, bióticos y demás importaciones), mientras que el resto, 18 tm/hab, tenían que ver con los flujos ocultos subordinados a la

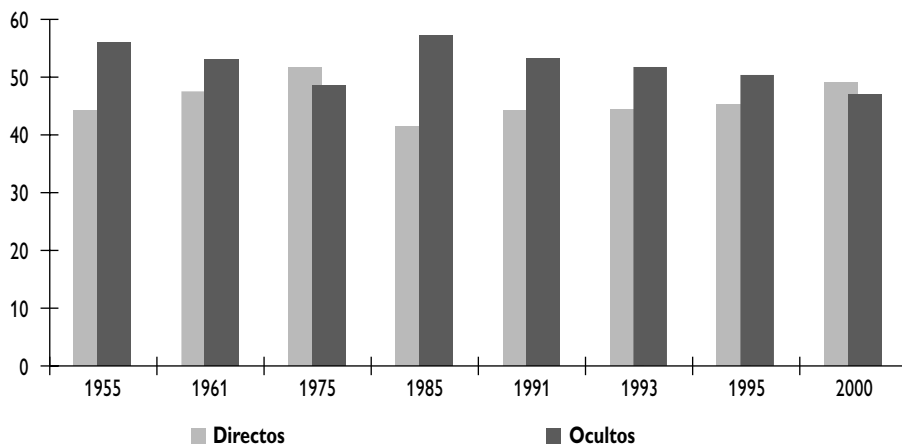
Gráfico 5.2
Procedencia de los RTM de la economía española, 1955-2000
 (porcentajes)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Excluida erosión.

extracción e importación de aquellos mismos flujos directos. A pesar de la reducción final, en general, desde 1955, los flujos ocultos totales siempre han superado a la extracción de recursos naturales directos situándose en una proporción que, aunque variable, *ha rondado el 60 por 100 para los primeros frente al 40 por 100 de los segundos* (Gráfico 5.3). Obviamente, si incluyé-

Gráfico 5.3
Estructura de los RTM según la modalidad de flujos, 1955-2000
 (porcentajes)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Excluida erosión.

ramos la erosión y los dragados dentro de estas cifras, las proporciones a favor de los flujos ocultos serían aún superiores.

Cabe señalar, sin embargo, que los inputs directos totales han experimentado una variación importante multiplicando por más de siete veces su cantidad desde 1955 hasta 2000, en una evolución que supera a la observada por los propios RTM y los flujos ocultos. Una buena muestra de esta tendencia ha sido la fracción *abiótica*, cuyos rasgos más sobresalientes fueron analizados en el capítulo tercero, y que ha condicionado con su expansión la trayectoria del conjunto de flujos directos. Aunque es cierto que al incorporar los flujos ocultos, los flujos abióticos mantenían la hegemonía en los RTM durante todo el período, esto no debe hacernos olvidar la importante *transformación interna* que se ha producido en la composición de los inputs *directos totales*. Tal y como se desprende de la Tabla 5.4 y del Gráfico 5.2., a mediados de la década de los cincuenta el grueso de los recursos *directos* de la economía española procedían de la extracción de biomasa casi en un 60 por 100, declinando su importancia a lo largo de los años hasta llegar apenas al 20 por 100 de 2000. Lo que, por otro lado, es fiel reflejo de una economía que —haciendo de la necesidad virtud— apoyaba su modo de producción y consumo en el flujo solar y sus derivados, convirtiéndose —pasado el tiempo— en un sistema económico en el que se sustituyeron progresivamente las fuentes «renovables» por los recursos «agotables».

Tabla 5.3
Evolución de los Inputs Directos Totales, 1955-2000
(miles de toneladas y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	42.557	73.000	231.864	272.040	369.596	354.518	389.813	522.010
Domésticos	38.364	63.870	174.854	207.676	287.309	274.135	302.253	408.004
Importados	4.193	9.130	57.010	64.364	82.285	80.382	87.560	114.006
Bióticos	64.326	90.699	107.373	119.548	123.741	120.650	112.548	157.084
Domésticos	63.666	88.571	100.409	113.068	114.006	110.947	97.427	138.158
Importados	660	2.127	6.964	6.479	9.734	9.703	15.121	18.926
Semimanufacturas energéticas	1.417	1.057	1.577	5.980	11.620	14.027	11.288	16.844
Semimanufacturas metálicas	245	507	4.332	8.379	8.565	7.684	11.052	17.341
Semimanufacturas minerales	53	76	200	16	3.386	2.563	3.407	5.601
Otras importaciones	977	1920	4.167	10.721	25.935	27.919	32.299	49.248
Inputs directos	109.576	167.258	349.514	416.684	542.844	527.361	560.408	768.129
Domésticos	102.030	152.441	275.263	320.744	401.315	385.082	399.680	546.162
Importados	7.546	14.816	74.251	95.939	141.526	142.278	160.728	221.967

Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Las posibles discrepancias se deben al redondeo.

Tabla 5.4
Estructura porcentual de los Inputs Directos Totales, 1955-2000
 (Porcentajes y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos (a)	15,8	13,8	18,2	23,8	20,8	21,3	19,9	17,8
Metales (b)	6,7	5,5	6,5	5,8	4,4	3,9	4,4	3,8
No metales (c)	1,6	2,1	2,3	2,8	2,8	2,4	3,0	2,8
P. Cantera	12,7	20,5	38,9	33,9	42,77	42,7	45,6	48,7
Biomasa	62,4	57,0	33,0	31,2	24,7	24,5	21,4	20,5
Otras importaciones	0,8	1,1	1,2	2,5	4,7	5,22	5,7	6,4
Directos totales	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	93,8	91,7	79,1	77,3	74,2	73,2	71,2	71,1
Importados	6,2	8,3	20,9	22,7	25,8	26,8	28,8	28,9
Abióticos (en sentido amplio)	37,6	43,0	67,0	68,8	75,3	75,5	78,6	79,5
Bióticos	62,4	57,0	33,0	31,2	24,7	24,5	21,4	20,5

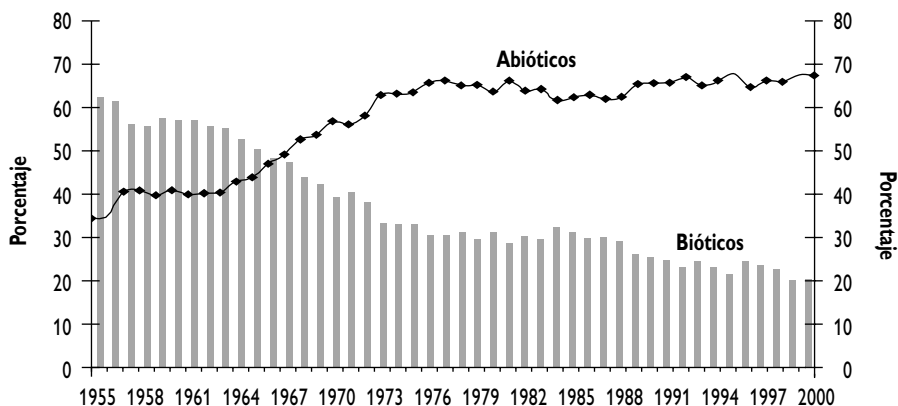
(a) Incluye semimanufacturas energéticas, (b) incluye semimanufacturas metálicas, (c) incluye semimanufacturas minerales

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Aparece aquí, por tanto, la primera mutación importante en el metabolismo de la economía española. Habida cuenta que la utilización de combustibles fósiles y minerales en modo alguno cabe calificarlo de *producción* sino de mera *extracción* y *adquisición* de recursos preexistentes; y de que, en sentido *estricto*, sólo cabe hablar de producción tal y como se hace en ecología, es decir, como generación de productos vegetales por la fotosíntesis; esta transformación ha favorecido que nuestro territorio —al igual que en todos los países ricos— haya pasado de apoyarse mayoritariamente en flujos de recursos renovables (biomasa agrícola, forestal, pesquera, etc) para satisfacer su modo de producción y consumo, a potenciar la *extracción* masiva de materias primas procedentes de la corteza terrestre y que por ello tienen un carácter agotable. Como refleja el Gráfico 5.4 haciendo tal vez de la necesidad virtud, el 60 por 100 de las 4 toneladas por habitante de energía y materiales que de forma *directa* pasaban por nuestra economía en 1955, procedían de la biomasa vegetal, mientras que el 40 por 100 restante tenía su origen en los combustibles fósiles y los minerales. Quince años más tarde, en 1970, la cifra se había duplicado alcanzando ya las 8 toneladas por habitante, pero los porcentajes se habían trastocado de forma simétrica acaparando los flujos no renovables el 60 por 100 y la biomasa vegetal el 40 restante. En 2000 las 19 toneladas por habitante de requerimientos directos se distribuían ya entre el 70 por 100 para combustibles fósiles y minerales dejando sólo el 20 por 100 para la biomasa, repartiéndose el restante 10 por 100 entre las semimanufacturas importadas y otros

Gráfico 5.4

De la «Economía de la Producción» a la «Economía de la Adquisición»: importancia relativa de los distintos recursos en los flujos directos totales de la economía española, 1955-2000



Nota: Como se puede observar en la Tabla 5.4. el porcentaje que resta en cada año hasta 100 (que en 2000 apenas llega al 10 por 100), se debe a las importaciones de semimanufacturas energéticas, metálicas, minerales y al resto de bienes finales importados.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

bienes. En esta expansión cabe resaltar la importancia de los *productos de cantera* que, constituyendo el grueso de los flujos no renovables directos, han sido determinantes en las últimas fases de auge alimentando los sucesivos *booms* inmobiliarios con una estrategia de aumento del patrimonio inmobiliario —previa destrucción del actualmente existente— que se ha demostrado muy gravosa desde el punto de vista ambiental.

Pero la expansión de los flujos *bióticos*, aunque en menor proporción que los no renovables, vino también de la mano de importantes cambios en la lógica ecológica de su aprovechamiento. De un lado, la estrategia *productivista* característica de la evolución de la agricultura, la ganadería y la gestión forestal, se ha asentado sobre *la desconexión entre la vocación productiva de los territorios, según sus características ambientales, y los aprovechamientos a que han sido destinados*. Así en la agricultura con la introducción de cultivos muy exigentes en agua y nutrientes en zonas de la península no muy bien dotadas para ello que han provocando situaciones de sobreexplotación de los propios recursos y de captación masiva de recursos no renovables (petróleo) procedentes de otros territorios, convirtiendo una actividad que tradicionalmente se apoyaba sobre la energía renovable en algo subsidiario de los combustibles fósiles. O en la ganadería, donde la orientación *productivista* incentivó la estabulación y el abandono de los pastos, extendiéndose también la misma lógica a la gestión forestal con la sustitución de especies autóctonas por otras de crecimiento rápido, y convirtiendo así las «sociedades de árboles» que son los bosques, en los «ejércitos de pinos» de las repoblaciones.

Circunstancias, en todo caso, que reflejan un cambio sustancial operado en el metabolismo de la economía española, al pasar de abastecer su modo de producción y consumo sobre la base de recursos bióticos renovables —que suponen una verdadera «creación» de materia vegetal en el sentido físico y ecológico de la palabra— a apoyarse en la extracción masiva de recursos abióticos procedentes de la corteza terrestre tanto dentro de las fronteras como en terceros países. Sin embargo, a diferencia del caso anterior, se trata de riquezas preexistentes (no renovables a escala humana) que el sistema económico «adquiere» para posteriormente disipar a través de los procesos de producción y consumo. Si la sostenibilidad ambiental del sistema económico debe articularse a través de fuentes de energía derivadas del sol y en el reciclaje y reutilización de los materiales trasegados, el cambio operado en el metabolismo económico de nuestro país y su acentuación en los últimos tiempos no parecen ir en la dirección adecuada.

2.1. Sobre la evolución y composición de la «mochila de deterioro ecológico»

Páginas atrás mencionamos que, desde el punto de vista de los RTM, los flujos ocultos totales han excedido siempre a los flujos directos. Se puede afirmar por tanto que, una vez extraído un recurso, lo que dejamos de incorporar al producto es más de lo que finalmente pasa a la cadena del valor económico. Y esto, qué duda cabe, está directamente relacionado con la evolución de la «mochila de deterioro ecológico». Para continuar el análisis de esta «mochila», iniciado ya en los capítulos anteriores, resulta ilustrativo comprobar que el total de los flujos ocultos generados por la extracción e importación total de recursos directos ascendía en 2000 a 740 millones de toneladas (19,7 tm/hab), de las cuales el grueso, es decir, el 69 por 100, estaban relacionadas con los flujos abióticos. Si a esta cantidad, se añaden otros flujos que se podrían considerar así mismo dentro de este apartado (semimanufacturas y flujos excavados), el montante total ascendería al 95 por 100.

A pesar de la importancia en el tonelaje, los flujos ocultos considerados en nuestro trabajo se han incrementado en una proporción ligeramente inferior a los inputs directos, multiplicándose por algo más de cinco veces desde 1955. Cabe recordar de todos modos que, dentro de los ocultos, la fracción de abióticos en sentido estricto ha menguado su importancia simultáneamente con el incremento de los flujos derivados de las importaciones de semimanufacturas en un fenómeno por lo demás ya analizado. Por su parte, los flujos ocultos bióticos prosiguen también aquí su declive aunque es preciso resaltar el fuerte aumento de aquellos procedentes del resto del mundo.

Y como se desprende de la Tabla 5.7. y del Gráfico 5.5., la mochila ecológica que conforman estos flujos en asociación con los directamente extraídos ha oscilado considerablemente

Tabla 5.5
Evolución de los Inputs Ocultos Totales, 1955-2000
(miles de toneladas y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	121.685	148.541	223.981	456.657	457.538	435.914	424.113	514.070
Domésticos	115.756	140.354	169.224	373.136	333.880	310.024	288.993	295.151
Importados	5.929	8.187	54.758	83.521	123.658	125.890	135.120	218.919
Bióticos	8.824	13.412	24.944	27.345	31.741	29.174	35.407	37.180
Domésticos	8.038	10.864	17.786	20.653	21.826	20.714	21.998	21.946
Importados	786	2.548	7.158	6.693	9.915	8.460	13.408	15.233
Semimanufacturas energéticas	487	777	1.063	1.467	2.242	2.706	3.340	3.098
Semimanufacturas minerales	87	108	867	68	5.579	4.699	7.041	10.526
Semimanufacturas metálicas	1.461	5.591	37.602	43.080	68.970	75.760	98.498	118.093
Flujos excavados	14.112	26.939	51.228	55.938	78.539	64.602	56.376	57.808
Ocultos totales	146.657	195.367	339.685	584.555	644.608	612.855	624.775	740.774
Domésticos	137.906	178.156	238.238	449.727	434.246	395.340	367.367	374.905
Importados	8.750	17.211	101.447	134.828	210.363	217.515	257.409	365.869

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 5.6
Estructura porcentual de los Inputs Ocultos Totales, 1955-2000
(Porcentajes y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	83,0	76,0	65,9	78,1	71,0	71,1	67,9	69,4
Domésticos	78,9	71,8	49,8	63,8	51,8	50,6	46,3	39,8
Importados	4,0	4,2	16,1	14,3	19,2	20,5	21,6	29,6
Bióticos	6,0	6,9	7,3	4,7	4,9	4,8	5,7	5,0
Domésticos	5,5	5,6	5,2	3,5	3,4	3,4	3,5	3,0
Importados	0,5	1,3	2,1	1,1	1,5	1,4	2,1	2,1
Semimanufacturas energéticas	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4
Semimanufacturas minerales	0,1	0,1	0,3	0,0	0,9	0,8	1,1	1,4
Semimanufacturas metálicas	1,0	2,9	11,1	7,4	10,7	12,4	15,8	15,9
Flujos excavados	9,6	13,8	15,1	9,6	12,2	10,5	9,0	7,8
Ocultos totales	100	100	100	100	100	100	100	100
Domésticos	94,0	91,2	70,1	76,9	67,4	64,5	58,8	50,6
Importados	6,0	8,8	29,9	23,1	32,6	35,5	41,2	49,4

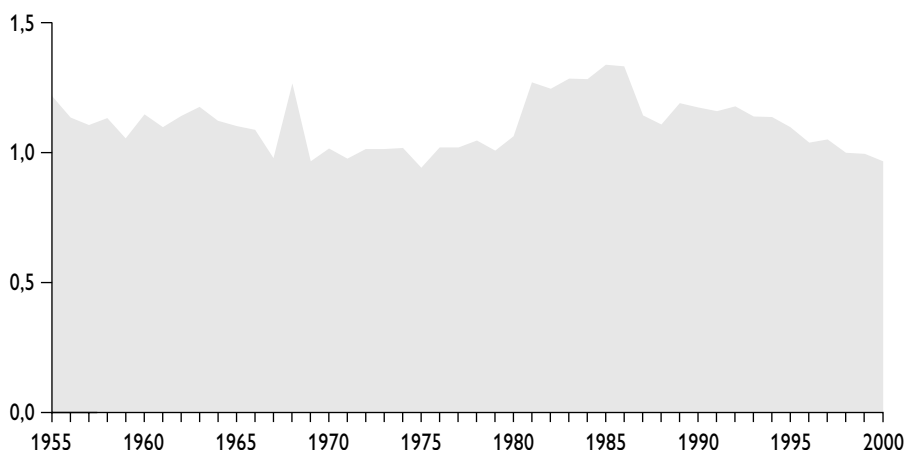
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 5.7
Evolución de la «mochila ecológica» por grupos de flujos, 1955-2000
 (tm oculto/tm directo)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	2,86	2,03	0,97	1,65	1,24	1,23	1,09	0,98
Bióticos	0,11	0,13	0,21	0,20	0,23	0,22	0,29	0,24
Abióticos en sentido amplio (1)	2,79	2,08	1,11	1,72	1,36	1,37	1,28	1,15
Mochila total	1,22	1,10	0,94	1,34	1,16	1,14	1,10	0,96
Doméstica	1,22	1,09	0,83	1,33	1,05	1,00	0,90	0,69
Importada	1,16	1,16	1,34	1,37	1,46	1,51	1,57	1,65

(1) Incluye el conjunto de semimanufacturas. La mochila total es un cociente entre los flujos ocultos y directos totales, incluyendo como flujos ocultos los flujos excavados —que no llevan asociados flujos directos— y los flujos de otros bienes importados —para los que no se han calculado flujos ocultos—. Se ha operado así para poder comparar con otros países.

Gráfico 5.5
Evolución de la mochila ecológica global de la economía española, 1955-2000
 (tm de ocultos/tm de directos)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

en el tiempo. Si no realizamos ninguna consideración sobre la procedencia de los inputs ocultos (importados o domésticos) en el total, en 1955 la extracción de cada tonelada de recursos llevaba asociada por término medio 1,22 toneladas de flujos ocultos sólidos abióticos (incluidos los de excavación) y bióticos, mientras que en 2000 esta cantidad había disminuido hasta las 0,96 toneladas. Esta reducción del 21 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. Este hecho refleja, efectivamente, que la generación de residuos sólidos por tonelada

de input ha descendido, pero hay que tener presente al menos dos aspectos. De un lado la subestimación de los flujos ocultos realizada que no incorpora aquellos derivados de las actividades de dragado ni de numerosos productos manufacturados para los que no se han calculado «mochilas». Por otra parte, la mencionada reducción se ha producido *a costa de un aumento de la emisión de residuos gaseosos a la atmósfera* tal y las estadísticas de emisiones atmosféricas de CO₂ vienen a poner de manifiesto. Fenómeno éste que también ha ocurrido en otros países cuando se estudia el metabolismo de las economías industriales desde el lado del «output», contabilizándose el incremento de residuos que se emiten a la atmósfera simultáneamente a la reducción de los vertidos a otros medios⁷.

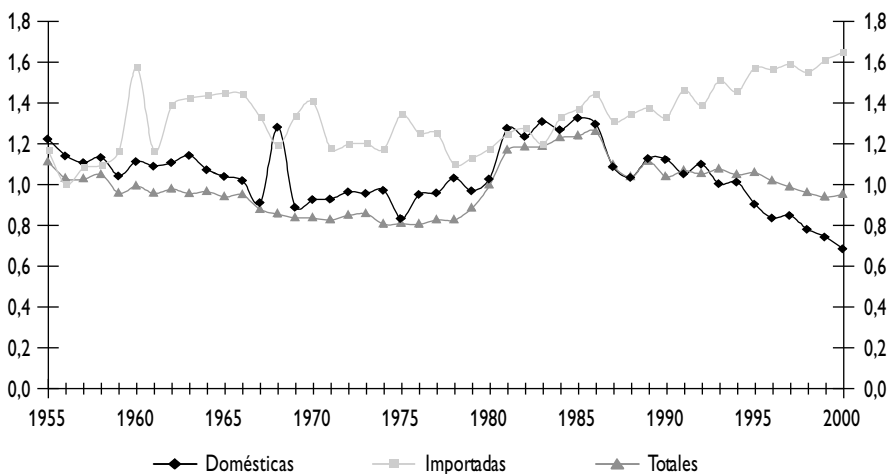
Pero no hará falta recurrir al cómputo de unos flujos como los gaseosos —excluidos previamente del análisis por motivos metodológicos— para demostrar que la mochila ecológica no ha menguado tanto en realidad. Pues cabe señalar que, globalmente y sin más consideraciones, *el descenso absoluto de la relación ocultos/directos 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*. En términos cíclicos, en ambos casos se observa una reducción de la mochila ecológica del 23 por 100 hasta el año 1975 para después iniciar un incremento que llega al 57 por 100 en 1985 para descender un 28 por 100 en 2000 con respecto a 1985. Las razones hay que buscarlas en la evolución de los flujos abióticos como responsables principales del volumen y composición de estas mochilas de deterioro ecológico. En el capítulo tercero reseñamos cómo una parte considerable de la reducción 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. A esta circunstancia habría que sumar la incorporación masiva de los productos de cantera con que sufragar la expansión de la construcción y las ciudades en la década de los sesenta, que si bien contribuyeron fuertemente al crecimiento de los inputs directos, no supusieron un incremento similar en el caso de los ocultos dado su bajo coeficiente de generación.

Así pues, tiene interés destacar la diferente evolución que experimenta la relación ocultos/directos según estemos hablando de los flujos domésticos o de los importados. Aunque se comprende que la evolución de la mochila total siga el rastro de la correspondiente doméstica —dado el mayor volumen de flujos involucrados— desde comienzos de la década de los sesenta la mochila por tonelada extraída asociada a las importaciones va a superar tanto a la que procede de los flujos domésticos como a la mochila total de la economía española. Circunstancia que adquiere especial relevancia a partir de 1986 cuando la «mochila importada» sigue una tendencia al alza que casa mal con la trayectoria descendente seguida por las otras dos. En efecto,

mientras en 1985 la mochila doméstica tenía un valor de 1,33 tm/tm, la importada de 1,37 y la total de 1,34; en 2000 los valores pasan a ser 0,69; 1,65; y 0,96 respectivamente (Gráfico 5.6)⁸. En la explicación de este resultado confluyen varios factores. En primer lugar, se produce una sustitución no despreciable entre sustancias domésticas y foráneas que lleva a incrementar las importaciones de recursos energéticos y minerales metálicos con elevadas mochilas ecológicas por tonelada. Por ejemplo, entre 1986 y 2000, el recurso a la hulla extranjera que pasa de 8,6 a 20,3 millones de toneladas, hace descender las extracciones domésticas que se reducen un 40 por 100 entre ambas fechas. En el mismo período, continúan la tendencia minerales metálicos básicos como el hierro o el cobre experimentando retrocesos en la extracción doméstica del 98 y el 54 por 100 respectivamente, mientras que las importaciones de los primeros crecían un 47 por 100 y las de los segundos lo hacían en un 276 por 100. Pero lo más determinante en la expansión de la mochila importada es la escalada que presentan las importaciones de *semimanufacturas metálicas*, es decir, la compra de los metales ya limpios de polvo y paja que no precisan de laboreo alguno para aumentar su pureza.

La peculiar coyuntura internacional hizo que, desde mediados de los ochenta, se importaran crecientes cantidades de metal de hierro y acero, de plomo y de cobre, que con elevadas mochilas ecológicas generadas en terceros países se sumaban a los minerales en bruto ya importados para tratar en las fábricas españolas: en apenas quince años, es decir, entre 1985 y 2000, los flujos ocultos asociados a las semimanufacturas metálicas casi se triplicaron pasando de 47 a 118

Gráfico 5.6
Evolución de las mochilas ecológicas simples según el origen de los flujos, 1955-2000
 (tm de ocultos/tm de directos)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

millones de toneladas o, lo que es lo mismo, de representar el 7,5 por 100 del total de ocultos en la primera de esas fechas a suponer el 16 por 100 en 2000. Además, salvo el petróleo, la escasa relevancia de importaciones con bajo coeficiente de generación de ocultos (bióticos, productos de cantera, etc.) ayudó a consolidar la tendencia alcista, si bien corregida en el caso de la mochila total por los factores ya aludidos en el capítulo tercero, y que no es cuestión de volver a repetir aquí. Pasemos ahora a discutir si, con estos mimbres, se puede decir algo coherente sobre la dependencia del crecimiento económico reciente respecto de los recursos naturales y hasta qué punto y en qué sentido se puede hablar de «desmaterialización» de la economía española.

3. LEJOS DE LA DESMATERIALIZACIÓN ABSOLUTA Y AMBIGUA DESMATERIALIZACIÓN RELATIVA

En efecto, una vez ensamblados los diferentes componentes parece oportuno traer de nuevo a colación el debate sobre la «desmaterialización» de la economía española en las últimas décadas. En esta ocasión se trata de enfrentar *al conjunto de los RTM y los Directos* con la evolución tanto del PIB al coste de los factores como de la población. Como ya vimos páginas atrás al analizar la evolución de los inputs *abióticos directos*, la tesis de la desmaterialización en sus dos versiones tenía serias dificultades para prosperar habida cuenta la creciente utilización de ese tipo de inputs a ritmos superiores al incremento del PIB c.f. y de la población. Sin embargo, en el caso de los flujos bióticos, la tendencia era precisamente la contraria, siendo ésta fiel reflejo de su menor expansión y de la pérdida de importancia de la producción agraria. La conjunción de ambos factores unido a la incorporación de los flujos ocultos modificará algo este resultado en algún periodo de tiempo concreto cuando lo queramos aplicar a los RTM. Sin demasiados aditamentos, y aunque a veces se olvide mencionarlo, a la vista del Gráfico 5.7 cabe concluir que el crecimiento económico experimentado por la economía española en los últimos decenios aparece estrechamente vinculado con la utilización de recursos naturales de todo tipo. La trayectoria casi simultánea seguida tanto por los inputs directos como por los RTM obliga a reforzar esta idea, pues 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 ese comportamiento 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 los servicios en el PIB.

Si quisiéramos descomponer la variación experimentada tanto por los RTM como por los inputs directos totales veríamos que el grueso de este incremento se puede asociar al creci-

miento económico *per capita* en unos porcentajes que, para el conjunto del período, esto es, entre 1955 y 2000, ascienden al 82 por 100 para el caso de los RTM y al 80 por 100 si hablamos de los flujos directos (Tabla 5.8)⁹. Juntamente con estos datos no parece que el aumento de la población haya sido tan determinante en la expansión de los requerimientos de materiales dado que su variación apenas es responsable del 20 por 100 de la evolución tanto total como directa. Parece claro, además, que las escasas ganancias en eficiencia o productividad material

Gráfico 5.7

Evolución paralela del crecimiento económico y la utilización de recursos naturales, 1955-2000

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 5.8

Descomposición de la tasa de variación anual acumulativa de los RTM y los Directos, 1955-2000
(Porcentajes)

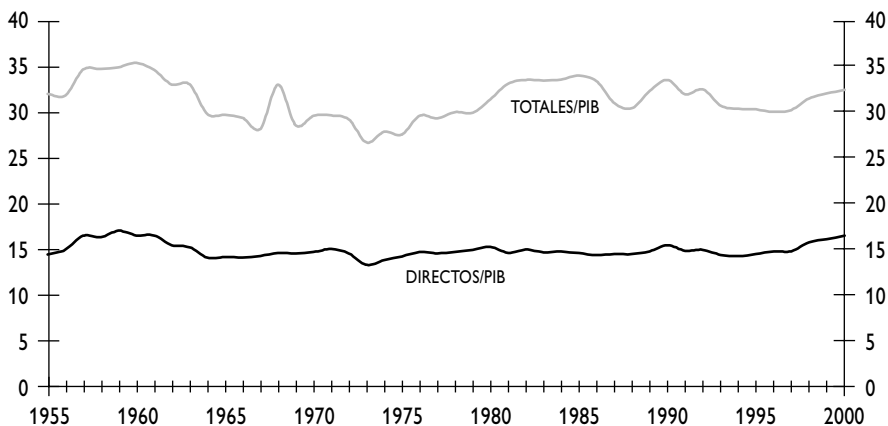
	1955-61	1961-75	1975-85	1985-91	1991-93	1993-95	1955-1995	1955-2000
RTM (1) = (2)+(3)+(4)+(5)	5,75	4,60	3,70	2,96	-2,10	1,89	4,78	3,39
RTM/PIB (2)	1,32	-1,61	2,12	-1,02	-1,99	-0,66	1,36	-0,12
PIB/HAB (3)	3,45	5,20	0,72	3,79	-0,33	2,44	2,69	2,82
Población (4)	0,89	1,06	0,82	0,22	0,21	0,14	0,66	0,67
Residuo (5)	0,09	-0,05	0,04	-0,03	0,00	-0,01	3,37	0,01
I. Directos (1) = (2)+(3)+(4)+(5)	6,74	5,18	1,79	4,33	-1,65	2,90	6,14	3,52
I. Directos/PIB (2)	2,28	-1,06	0,24	0,30	-1,53	0,32	2,68	0,01
PIB/Hab. (3)	3,45	5,20	0,72	3,79	-0,33	2,44	2,69	2,82
Población (4)	0,89	1,06	0,82	0,22	0,21	0,14	0,66	0,67
Residuo (5)	0,13	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,11	0,02

Fuente: Véase el Anexo Metodológico. $RTM \equiv (RTM/PIB) \times (PIB/POB) \times (POB)$. En el caso de los flujos directos el mecanismo es el mismo.

—que es la inversa de la intensidad en el uso de materiales (RTM/PIB)—, considerando el período en su conjunto, no han podido compensar el incremento en el consumo derivado del crecimiento económico. Con todo, cuando descendemos al detalle por diferentes etapas los resultados, o bien se confirman, o vienen a matizar algo la tendencia general. En efecto, aunque se *puede descartar claramente la presencia de desmaterialización en términos absolutos* —dada la ausencia de una reducción en los RTM a la vez que aumenta el PIB—; desde el punto de vista relativo, la trayectoria seguida por los indicadores de intensidad material a través del ciclo económico merece algunos comentarios.

En primer lugar, se perciben dos grandes momentos en lo referente a la desmaterialización relativa en términos de PIB c.f. (Gráfico 5.8). Por un lado, aunque entre 1955 y 1960 se incrementa la intensidad un 8 por 100 en términos totales y un 14 por 100 desde el punto de vista directo, va a ser entre 1960 y 1975 donde los RTM por millón de pesetas de PIB desciendan un 20 por 100¹⁰ pasando de 35 tm/millón a las 27 tm/millón de mediados de los setenta. A la vez, la intensidad material directa se reduce también en un 14 por 100 desde las 16,5 tm/millón de 1960 a las 14,2 de 1975. Esta última fecha supone un aldabonazo en la trayectoria de las intensidades materiales pues, en los quince años que van desde 1975 a 1990 los RTM por millón de PIB recuperan el porcentaje cedido en los años previos volviendo a las 34 y 33 tm/millón en 1985 y 1990, para acabar declinando algo hasta finalizar en 2000 con 32 tm/millón. La aparente paradoja de que sea precisamente en las épocas de fuerte crecimiento cuando desciende la intensidad material y viceversa tiene que ver con algunos rasgos ya comentados. El comportamiento

Gráfico 5.8
 «Desmaterialización» relativa de la economía española en términos de PIB c.f., 1955-2000
 (toneladas por millón de pesetas de 1986)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

«desmaterializador» de la primera etapa tiene su origen, no tanto en la evolución de la fracción oculta *abiótica*, como en la senda seguida por los flujos *bióticos* que, aunque aumentan en términos absolutos en tonelaje, descienden su participación relativa en la intensidad material respecto al PIB en casi un 50 por 100, llegando en 1995 a suponer el 39 por 100 de lo que representaban a mediados de siglo. La contribución de los flujos ocultos en la década de los sesenta se reduce por el recurso a materiales con mochilas comparativamente más bajas (como es el caso ya mencionado de la sustitución del carbón por el petróleo y el gas natural). Lo cierto es que la sucesión de periodos «desmaterializadores» respecto del PIB con épocas de fuerte «rematerialización», no permiten concluir nada taxativo sobre la tendencia general para todo el período. Sobre todo porque la fuerte pérdida de importancia de la biomasa en el conjunto de los flujos, sean directos o totales, hace que las conclusiones cambien si se prescinde de su efecto. Tal y como refleja el Gráfico 5.9, si dejamos de contemplar la reducción del peso de los flujos bióticos, observamos claramente la tendencia rematerializadora a largo plazo que presenta la economía española respecto de los flujos directos energéticos, minerales y de productos de cantera.

Esto concuerda además con las tendencias manifestadas por algunos flujos *directos* importantes como los energéticos, donde la economía española parece ser fiel al comportamiento que combina las fases de «desmaterialización relativa» con las de fuerte «rematerialización», hecho éste que corroboraría la tesis Sander De Bruyn y Johannes Opschoor, sobre la senda de crecimiento en forma de «N», más que a la famosa «U» invertida de Kuznets¹¹. Pues mientras que en 1955 el input energético primario de combustibles fósiles por unidad de producto¹² ascendía a

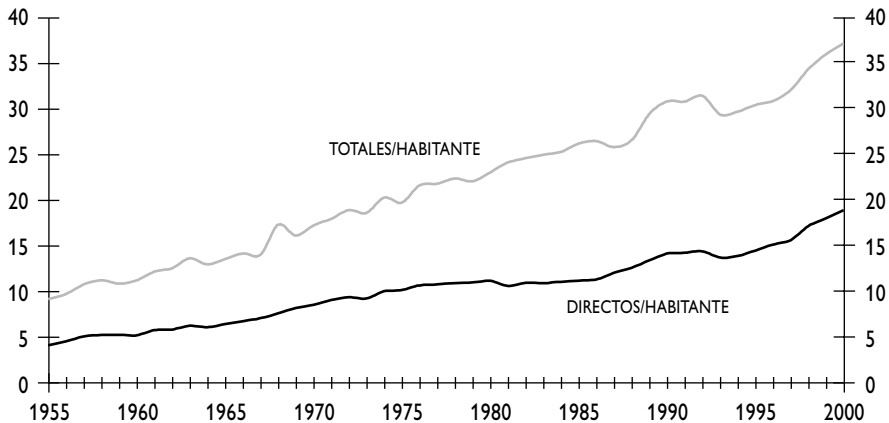
Gráfico 5.9
Rematerialización relativa de recursos abióticos en términos de PIB c.f., 1955-2000
 (incluye energéticos, minerales, productos de cantera y semimanufacturas)



1,17 tep/millón (0,65 de origen doméstico y 0,52 importadas), la década de los setenta arrojará un crecimiento importante—contradictoriamente con el resto de los países de la OCDE— llegando a un máximo en 1983 de 2,58 tep/millón (0,49 nacionales y 2,09 del resto del mundo)¹³.

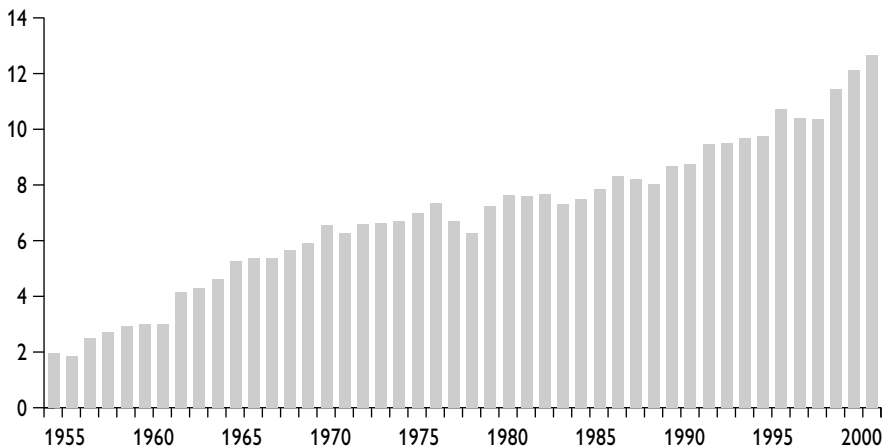
En cambio, las posibles dudas sobre la desmaterialización total o directa respecto al PIB c.f. desaparecen cuando lo que queremos es hacer un seguimiento del proceso «desmateriali-

Gráfico 5.10
Rematerialización relativa en términos per capita, 1955-2000
 (toneladas por habitante)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Gráfico 5.11
Flujos importados totales en relación al PIB, 1955-1995
 (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f.)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

zador» en términos *per capita*, porque asistimos a incrementos importantes, ya sea desde la perspectiva de los RTM como de los inputs directos. En ambos casos se cuadruplican los niveles de utilización de inputs *per capita* pasando de las 10 tm/hab de 1955 a las casi 38 tm/hab de 2000 para los primeros; o saltando de las 4 tm/hab de 1955 a las 19 tm/hab de finales de los noventa en el caso de los segundos (Gráfico 5.10). Tal es así que salvo escasas excepciones, en ninguna de las etapas del ciclo económico consideradas han declinado los valores totales ni los directos. Así pues, podemos afirmar que el fenómeno «desmaterializador» arroja resultados ambiguos en términos relativos (PIB c.f.), ya que la pauta descrita dependerá del período elegido. Ahora bien, la ambigüedad se difumina un tanto cuando desagregamos los RTM según el origen (doméstico o importado) o los flujos directos según su carácter abiótico o biótico, haciéndose además evidente el creciente apoyo de la producción de bienes en los flujos procedentes

Tabla 5.9
Evolución relativa de los RTM y Directos por grupos de sustancias, 1955-2000
 (toneladas por habitante y por millón de pesetas. Años seleccionados)

	1955		1961		1975		1985		1991		1993		1995		2000	
	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB	RTM /hab	RTM /PIB
Energéticos (a)	3,6	12,6	3,9	11,1	5,0	7,0	10,2	13,3	10,1	10,5	9,7	10,2	9,4	9,3	10,0	8,7
Metálicos (b)	1,3	4,5	1,7	5,0	3,6	5,0	4,4	5,7	4,9	5,1	4,9	5,1	5,3	5,3	6,5	5,7
No metálicos (c)	0,2	0,7	0,3	0,8	0,5	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	1,1	1,1	1,5	1,3
P. Cantera	0,7	2,4	1,6	4,4	5,1	7,1	4,9	6,4	7,8	8,1	7,5	7,8	8,5	8,5	11,8	10,3
Biomasa	2,9	10,1	3,8	10,7	4,1	5,7	4,2	5,5	4,3	4,5	4,1	4,3	4,0	4,0	4,8	4,2
Excavación	0,5	1,7	0,9	2,5	1,4	2,0	1,5	1,9	2,0	2,1	1,7	1,7	1,4	1,4	1,4	1,2
Otras importac.	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,2	1,1
RTM	9,1	32,1	12,2	34,7	19,8	27,6	26,2	34,1	30,9	32,1	29,5	30,8	30,5	30,4	37,3	32,5
	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR
	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB	/hab	/PIB
Energéticos (a)	0,7	2,3	0,8	2,3	1,9	2,6	2,7	3,5	3,0	3,1	2,9	3,1	2,9	2,9	3,4	2,7
Metálicos (b)	0,3	1,0	0,3	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6
No metálicos (c)	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
P. Cantera	0,5	1,8	1,2	3,4	4,0	5,5	3,8	5,0	6,1	6,3	5,9	6,1	6,6	6,6	9,2	7,5
Biomasa	2,6	9,0	3,3	9,4	3,4	4,7	3,5	4,5	3,5	3,7	3,4	3,5	3,1	3,1	3,9	3,1
Otras importac.	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,2	1,0
Directos	4,2	14,5	5,8	16,5	10,2	14,2	11,2	14,6	14,3	14,9	13,8	14,4	14,6	14,5	19,0	15,3

(a) Incluye semimanufacturas energéticas.

(b) Incluye semimanufacturas metálicas.

(c) Incluye semimanufacturas minerales.

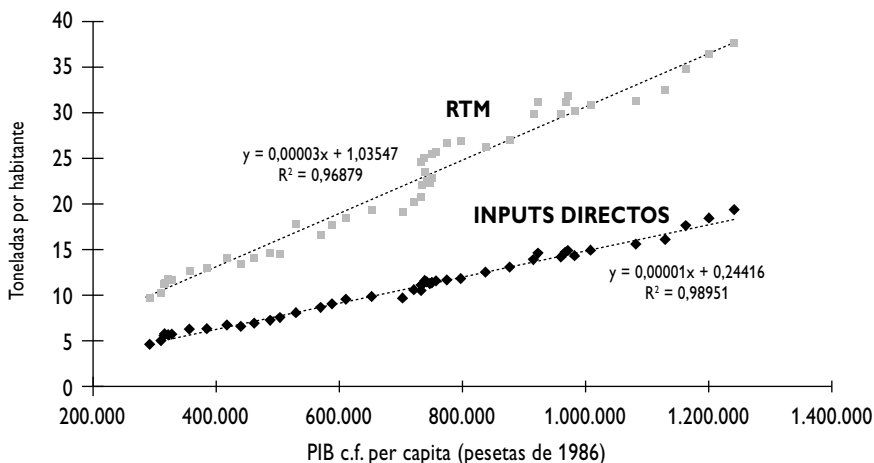
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

del resto del mundo, que multiplican por seis su contribución al PIB c.f. entre 1955 y 2000. Del mismo modo desaparecen las dudas cuando enjuiciamos la desmaterialización relativa en términos *per capita* o, simplemente, al hacer el seguimiento de la desmaterialización en términos absolutos o fuertes. *Todo lo cual permite concluir que la pérdida de peso de la agricultura, la minería y la industria, unida a la creciente terciarización de nuestra economía, no ha originado en España ninguna «desmaterialización» de la misma sino que, por el contrario, dio lugar a una rematerialización continuada desde los años setenta.*

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

Parece razonable acometer ahora una discusión para la que contamos con la información adecuada, a saber: si la economía española responde a la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) mencionada ya páginas atrás o, por el contrario, su evolución se desmarca de esa polémica tendencia. A juzgar por los datos contenidos en el Gráfico 5.12. *no parece razonable pensar que España haya entrado en una senda de aumento del PIB per capita simultáneamente con una reducción en su utilización de recursos naturales, ni directos ni totales per capita.* Más bien se observa una fuerte dependencia estadística entre ambas variables que un ajuste lineal simple se encarga también de corroborar, aunque sea posible apelar a mayores refinamientos econométricos utilizados en otros casos y que han confirmado la misma conclusión para países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Holanda y Finlandia: tampoco allí se han observado relaciones como la propuesta por la CKA, al menos para el caso de los inputs directos¹⁴. No parece, entonces, que nuestra economía haya alcanzado el «punto de inflexión» o el «máximo» que permita describir una senda en la cual los sucesivos aumentos del PIB *per capita* convivan con disminuciones significativas en la utilización de recursos naturales por habitante. Es cierto que siempre se podrá argumentar que, la nuestra, es una economía cuyo comportamiento responde a la primera parte (ascendente) de la CKA, pero a cambio habría que concluir también que nuestro nivel de desarrollo se encuentra en sus «primeras fases». Descartando por temeraria la hipótesis «subdesarrollista», el resultado coincide con las conclusiones que para España, y durante el período 1988-1997, ha vertido un reciente trabajo de ámbito europeo¹⁵ donde se estiman los requerimientos totales y directos de la UE. Nuestro país se encontraría así entre aquellos que —junto a Holanda, Bélgica, Austria, Dinamarca y Portugal— compaginaría tasas de crecimiento del PIB *per capita* con elevados ritmos de utilización de inputs directos. Por contra, se detecta-

Gráfico 5.12
Curva de Kuznets Ambiental Material para la economía española, 1955-2000



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

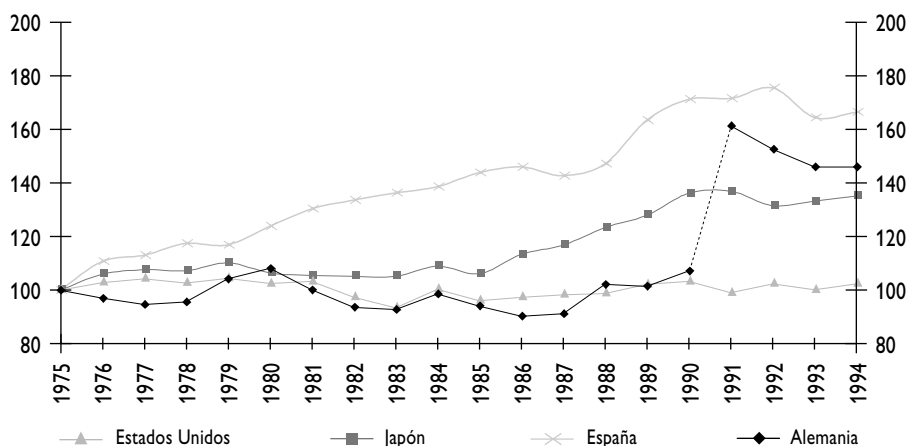
rían ejemplos de desmaterialización absoluta en países como Finlandia, Francia, Italia y Reino Unido —que se habrían situado en la parte descendente de la CKA—, acompasando incrementos importantes del PIB junto a reducciones en la utilización de inputs directos¹⁶. En el resto, los aumentos del PIB se habrían acompañado de evoluciones constantes de los requerimientos directos sin mostrar una tendencia clara desde el punto de vista de la mejora en la eficiencia ambiental. Con todo, cabe subrayar que el resultado obtenido por nosotros para la economía española en este período de 45 años refuerza los hallazgos que también se han realizado en el campo de los contaminantes atmosféricos, y que han permitido descartar la existencia de la CKA para todos los compuestos más importantes (salvo el SO₂) como el CO₂, COVs, metano, etc.¹⁷

5. LA ECONOMÍA ESPAÑOLA COMO «DRAGÓN EUROPEO»: UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN TÉRMINOS DE FLUJOS DE ENERGÍA Y MATERIALES

Resultará, sin duda, ilustrativo abundar más en las comparaciones internacionales complementando los rasgos «materiales» del comportamiento económico español con las tendencias manifestadas por los principales países de la OCDE y la Unión Europea, más allá de la verificación o no de la hipótesis anterior. En este sentido, la particular forma de la Curva de Kuznets que hemos mostrado explicaría además un hecho que merece la pena destacar: *que haya sido*

nuestro país el protagonista del mayor incremento en la utilización de RTM, directos y ocultos desde mediados de los setenta en comparación con las principales economías industriales. Pues tal y como muestra el Gráfico 5.13 en los años que van de 1975 a 1994 los RTM se han incrementado en un 66 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 aproxi-

Gráfico 5.13
Comparación internacional de Requerimientos Totales de Materiales, 1975-1994



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.*

Tabla 5.10
Evolución internacional comparada de los Inputs Directos y Ocultos, 1975-1994
(1975 = 100)

	1975	1980	1985	1990	1994
Directos					
Alemania	100	104	90	99	139
Japón	100	109	98	127	115
Estados Unidos	100	107	109	123	126
España	100	117	119	154	153
Ocultos					
Alemania	100	109	110	110	145
Japón	100	100	136	136	143
Estados Unidos	100	101	98	98	96
España	100	132	170	191	182

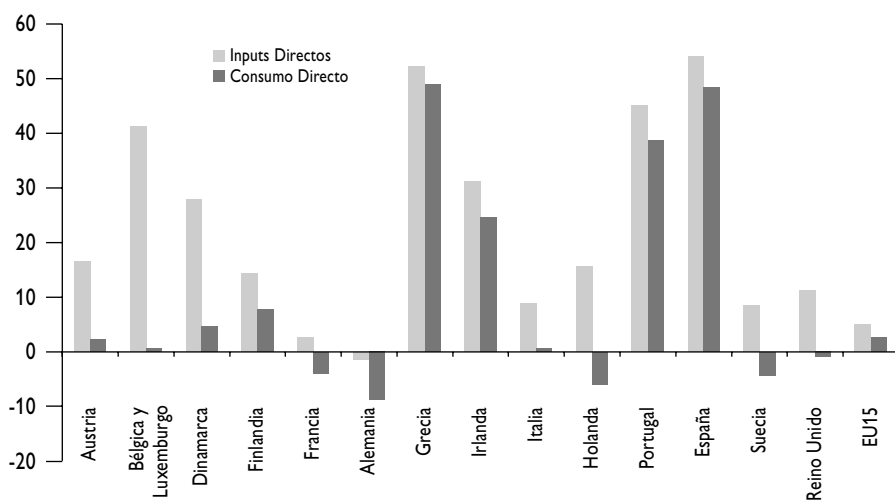
Fuente: Ibid.

ma a la economía española explica la explosión de sus inputs directos a partir de 1991 por el proceso de reunificación interna del territorio. Se trata de cifras que, por analogía con los países del sudeste asiático, justificarían para nuestro país el calificativo de «dragón europeo», en lo que concierne a las tasas de crecimiento en la utilización de energía y materiales.

Como cabría esperar, las tendencias *totales* reflejadas siguen una trayectoria similar o se acentúan cuando hablamos de la evolución comparada tanto de los flujos *directos* como de los flujos *ocultos*. En el primero de los casos, esto es, para los flujos directos el incremento es menor al registrado para los RTM llegando al 53 por 100, aunque muy por encima del 39 por 100 de Alemania o del 26 por 100 de Estados Unidos. Datos que, cuando hablamos de los flujos ocultos, alcanzan el 82 por 100, o en algunos años como 1990, disparándose al 91 por 100 respecto a 1975.

En lo que atañe a los flujos directos, esta tendencia ha sido también recientemente confirmada a través del estudio encargado por EUROSTAT al IFF vienes que actualiza hasta el año 2000 —y sólo para los flujos directos— los resultados para la UE-15 elaborados por Bringezu y Schütz. En efecto, *España aparece también como el país que ha experimentado el mayor incremento de los inputs materiales en el período 1980-2000, ya sea en términos de extracción doméstica (38 por 100) como respecto a los inputs directos totales (54 por 100), lo que también tiene un reflejo desde el punto de vista per capita*¹⁸. Aunque con ligeras diferencias metodológicas en la contabilización de los flujos ocultos, el estudio de Eurostat en que se apoya el Gráfico 5.14 pone

Gráfico 5.14
Evolución de los Inputs Directos y el Consumo Material Directo en la Unión Europea
entre 1980 y 2000
 (porcentajes sobre el tonelaje total)



Fuente: EUROSTAT, (2002): *Material Use in the European Union, 1980-2000*, op. cit., p. 16.

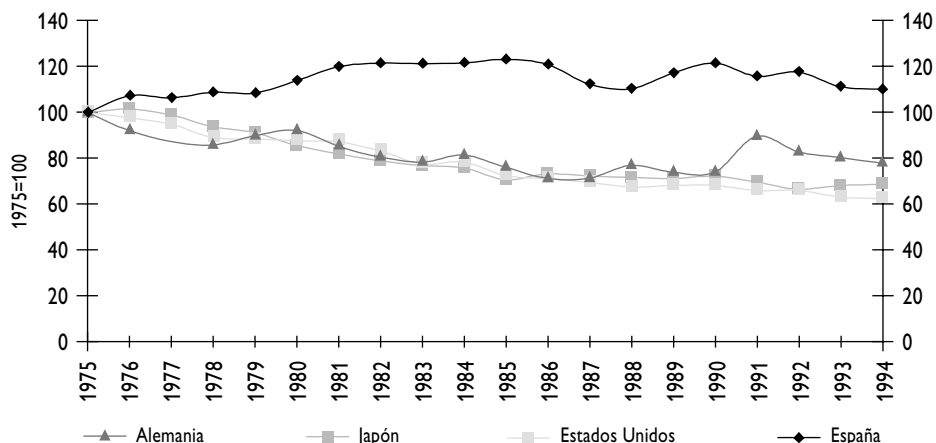
claramente de manifiesto la situación «aventajada» de la economía española a este respecto, más aún cuando la revisión de los datos de Bringezu y Schütz practicada por el IFF vienés corrige algunos errores de estimación que fueron especialmente importantes en el caso de España donde las cifras presentaban una sobrevaloración del 34 por 100. A pesar de ello, nuestro país siguió presentando la mayor tasa de expansión de los inputs directos, quedando casi empatado con Grecia cuando se habla del crecimiento en el consumo material directo (esto es, deducidas las exportaciones).

La información manejada hasta ahora permite así explicar la posición atípica que la economía española ocupa en el contexto internacional cuando se habla de desmaterialización desde mediados de la década de los setenta. Pues, si ya estaba claro que en relación al PIB la fase que comienza en esas fechas supone para nuestra economía una etapa de fuerte «rematerialización» en todos los sentidos, también es cierto que, aplicando la contabilidad de flujos materiales desarrollada en la década de los noventa, los tres principales países a escala mundial (Estados Unidos, Alemania y Japón) dieron síntomas —en el mismo período y respecto del PIB— de una cierta «desmaterialización relativa».

Y en estas diferencias tiene mucho que ver la diferente estrategia para hacer frente al aumento de los precios del petróleo en esos países y en España. No en vano, en una estrategia que apenas tuvo continuidad una vez que los precios del crudo volvieron a la «normalidad», Alemania, Estados Unidos y Japón mejoraron su eficiencia energética a través de mecanismos tecnológicos en la industria y el consumo que, sin embargo, fueron víctimas años más tarde, del ya citado «efecto rebote», o «paradoja de Jevons». Además, fruto del comportamiento descrito por la «regla del notario», las reconversiones de sus respectivas industrias hicieron que, poco a poco, se fueran cargando sobre el resto del mundo aquellos procesos más intensivos en la utilización de recursos naturales y contaminación que, aunque recogidos a través de los flujos ocultos importados, su cálculo por imputación ofrece una mayor incertidumbre. En cambio, España, en vez de volcarse en las opciones que primaban el ahorro, la eficiencia y la promoción de energías renovables, optó por incentivar las extracciones de carbón y otros recursos minerales que, con unas mochilas de deterioro ecológico superiores, determinaron el resultado ilustrado por el Gráfico 5.15.

Podemos reforzar aún más el argumento si comparamos los RTM y la proporción de flujos ocultos e importados para las principales economías del planeta. Con el ánimo de mostrar este aspecto, hemos añadido la Tabla 5.11 en la que a los habituales países considerados hemos incorporado a Finlandia, mostrando cómo las exigencias de una economía esencialmente extractiva al servicio del resto del mundo hace que presente el indicador de RTM por habitante más elevado. Las mismas cifras de la Tabla 5.11 apuntan *la relevancia de considerar o no la erosión den-*

Gráfico 5.15
«Rematerialización relativa» de la economía española en relación con los principales países de la OCDE, 1975-1994
 (RTM/PIB)



Fuente: *Ibid.*

tro de los RTM de los diferentes países. Así, el declive de los RTM por habitante (erosión incluida) en el caso de Estados Unidos tiene su origen en la reducción en la erosión provocada por la actividad agrícola, fruto básicamente de la aplicación del «Conservation Reserve Programme» que subvencionó a los agricultores —con cargo al presupuesto federal— el abandono de cultivos muy erosivos¹⁹.

Unido a esto es preciso mencionar la finalización, durante la década de los ochenta y comienzos de los noventa, del sistema federal de autopistas interestatales que redujo a la mitad los flujos excavados para infraestructuras de transporte. Ambas circunstancias van a sumarse a una tendencia demográfica estadounidense al alza que irá incorporando población inmigrante a fuerte ritmo, pasando de los 220 millones de 1975 a los 264 de 1994. Este aumento del 20 por 100 supera ampliamente el crecimiento de la población ofrecido por el resto de los países (12 por 100 Japón, apenas un 6 por 100 en Alemania sin considerar la reunificación, y un 10 por 100 en España), produciendo todavía un ligero descenso de los RTM *per capita* de casi el 3 por 100 entre 1975 y 1994. Se puede ver también la progresión manifestada por la economía española que, aunque presenta los porcentajes más bajos en cuanto a flujos ocultos (salvo Finlandia) e importados sobre el total, mantiene unos niveles de RTM (incluida la erosión) de 40 tm/hab en 1994, muy similares a las 41 tm/hab demandados por Japón²⁰, esto es, por la tercera economía del planeta. Lo que, por otra parte, se comprende por la trascendencia de este flujo oculto en la economía española que alcanza casi las 10 tm/hab, y que contrasta con la escasa importancia de la erosión en Japón,

consecuencia del reducido peso de la agricultura doméstica dentro del sistema económico nipón. Así, al dejar de lado la erosión, los RTM de la economía española se reducen a 30 tm/hab para ese mismo año. En todo caso, sorprende que, dadas las diferencias en renta *per capita* entre Japón y nosotros, al descender a los requerimientos *directos*, las 14 tm/hab de España en 1994 no se distancien en exceso de las 16 tm/hab de Japón. No en vano es aquí donde, una vez más, será España la que se lleve la palma del crecimiento en los requerimientos *directos per capita* con un incremento de casi el 40 por 100 respecto a 1975, bastante alejado del 10 por 100 estadounidense, del 5 por 100 alemán o del 14 por 100 japonés. En resumidas cuentas, la Tabla 5.11²¹ atestigua que el papel de España cada vez se homologa más al comportamiento de aquellos países intensivos en la utilización de recursos naturales, que se vienen apoyando progresivamente y en mayor proporción, tanto en los recursos procedentes de otros territorios, como en la extracción de flujos ocultos, generando un considerable deterioro ambiental interno y externo.

Un resultado éste que se corrobora al comparar a España con otros territorios según los diferentes grupos de sustancias. En la Tabla 5.12 hemos tratado de descomponer tanto los RTM como los flujos *directos* por tipos de recursos, incorporando junto a los resultados para el conjunto de la Unión Europea —con alguna diferencia metodológica respecto a nuestro trabajo ya comentada—, los datos aportados para una economía como China²², habida cuenta su significado en términos poblacionales. La prudencia invita a realizar las comparaciones a este nivel con cierta calma pues, aunque el grueso de la metodología coincide, existen ligeras diferencias en el tratamiento de alguna rúbrica que afectan al resultado final y que es preciso tener en cuenta. En todo caso, los órdenes de magnitud son lo suficientemente significativos para que podamos realizar algunos comentarios.

En primer lugar, según nuestros datos, la situación de España dentro del conjunto de la Unión se encontraría por debajo de la media tanto en términos de RTM como de flujos *directos per capita*. Mientras desde el punto de vista *total* nuestra economía presentaba en 1995 unas exigencias de 43 tm/hab (con erosión) que suponían el 86 por 100 de la media comunitaria, las 14 tm/hab *directas* representaban el 81 por 100 de la media de la UE. Estos porcentajes casan bien con las proporciones representadas por la renta y el PIB *per capita* español en relación a la media comunitaria, lo que supone la prueba del nueve de la dependencia que el crecimiento económico ejerce sobre la extracción de recursos²³. A pesar de la menor cantidad en términos absolutos, la economía española ofrecía en 1995 una mayor proporción de metales, minerales y productos de cantera que la UE-15 dentro de los RTM; ventaja que, sin embargo, se acortaba al considerar únicamente los flujos *directos*.

Por otro lado, cuando comparamos las cantidades y proporciones españolas con las estadounidenses, japonesas o chinas, las diferencias alcanzan otro tono, otro matiz. Mientras que, por

Tabla 5.11
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 (con erosión)	64	69	61	67	76
RTM p.c (sin erosión)	63	68	60	66	69
% Ocultos	64	64	64	65	63
% Importados	50	45	41	46	34
RDM p.c	23	24	21	22	24
Estados Unidos					
RTM p.c (con erosión)	99	97	86	89	84
RTM p.c (sin erosión)	72	73	66	72	70
% Ocultos	71	71	69	69	69
% Importados	6,7	6,5	6,4	6,0	5,9
RDM p.c	20	21	20	22	22
Japón (*)					
RTM p.c. (con erosión)	35	35	34	41	41
RTM p.c (sin erosión)	35	33	33	40	40
% Ocultos	64	65	68	70	73
% Importados	52	57	62	62	63
RDM p.c	14	16	14	18	16
Finlandia					
RTM p.c. (con erosión)	—	76	78	91	86
RTM p.c (sin erosión)	—	74	76	88	83
% Ocultos	—	43	46	48	49
% Importados	—	30	32	36	42
RDM p.c	—	40	39	44	40
España					
RTM p.c. (con erosión)	31	34	37	41	40
RTM p.c (sin erosión)	20	23	26	30	30
% Ocultos	48	51	57	54	53
% Importados	25	24	23	26	32
RDM p.c	10	11	11	14	14

Nota: Excluida de los cálculos la erosión en todos los casos. Si se incluyera la erosión en Estados Unidos nos encontraríamos con la «sorpresa» de que los porcentajes calculados para los ocultos y los importados arrojarían siempre números enteros dándose la circunstancia de que además el porcentaje de flujos importados respecto de los RTM es en todos los años el mismo, el 5 por 100.

(*) Téngase en cuenta lo dicho en la nota 20.

Tabla 5.12
Comparación internacional de los RTM y Directos (RDM) según grupos de sustancias, 1994-1995
 (toneladas por habitante)

	UE-15		EE.UU		Japón		China				España			
	1995		1994		1994		1994		1995		1994		1995	
	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM
Combustibles	14,2	4,0	31,4	6,9	12,5	3,3	11,3	1,2	12,3	1,3	9,2	2,9	9,4	2,9
Metales	10,1	0,8	9,4	0,8	6,1	1,1	2,6	0,6	2,9	0,7	5,0	0,4	5,3	0,7
Minerales y P. Cantera	10,7	8,1	10,5	8,7	9,6	9,4	(a)	(a)	(a)	(a)	8,6	6,7	9,5	7,1
Biomasa	6,0	3,2	6,0	3,9	2,0	1,6	0,5	0,5	0,6	0,6	4,1	3,2	4,0	2,9
Excavación	3,4	—	13,1	—	9,4	—	11,8	—	16,2	—	2,1	—	1,4	—
Otras importaciones	1,8	1,8	1,4	1,4	0,5	0,3	0,5	0,1	0,4	0,1	0,8	0,8	0,9	0,9
Totales sin erosión	46,2	17,9	71,8	21,7	40,2	15,7	26,8	2,4	32,2	2,6	29,8	14,0	30,5	14,5
Erosión	4,6	—	12,8	—	1,3	—	4,2	—	4,1	—	10,3	—	10,2	—
Totales con erosión	50,8	—	84,5	—	41,4	—	30,9	—	36,4	—	40,1	—	43,1	—

(a) Incluidos en los metales.

Nota: No hemos aportado los datos para Alemania debido a la imposibilidad de separar los flujos ocultos por tipos de sustancias para así obtener los RTM.

Fuente: *Ibid.*

ejemplo, los Estados Unidos triplican los RTM *per capita* de combustibles de la economía española²⁴, superando nuestras cifras para todas las demás rúbricas, se advierte que las proporciones *relativas* —totales y directas— de casi todo el resto de sustancias juegan a favor de nuestro territorio: el porcentaje de metales con un 17 por 100 de los RTM supera a su análogo estadounidense (13,1 por 100), doblando la proporción en el caso de los minerales y productos de cantera con el 28 por 100 frente al 14 por 100 norteamericano. Desde el punto de vista directo, el reparto favorece las similitudes aunque manteniendo la ventaja española. La principal diferencia se presenta al comparar la relevancia de los flujos excavados, donde las cifras estadounidenses multiplican por seis las alcanzadas por la economía de nuestro país. Esta circunstancia debe mucho al despliegue horizontal favorecido por el ordenamiento territorial norteamericano, tanto desde el punto de vista de las infraestructuras viarias como de la nueva construcción. Tendencia, por otro lado, a la que poco a poco nos vamos acercando en nuestro país²⁵.

Una valoración similar ofrece la comparación de los resultados con Japón. Del mismo modo que nuestra economía casi se equiparaba a la japonesa en RTM al incluir en los cálculos la erosión; algo cambiará, pero a la inversa, cuando prescindamos de este factor. Y la culpa de ello la tiene aquí también la excavación de infraestructuras y la nueva construcción que, con 9,4 tm/hab en 1994 para el país asiático, casi quintuplica la cifra estimada para la economía española. En este

Tabla 5.13
Estructura porcentual de los RTM y RDM per capita a escala internacional, 1994-1995
 (%)

	UE-15		EE.UU		Japón		China				España			
	1995		1994		1994		1994		1995		1994		1995	
	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM	RTM	RDM
Combustibles	30,7	22,4	43,8	31,9	31,2	21,3	42,3	48,5	38,1	48,6	30,9	20,7	30,8	20,0
Metales	21,9	4,6	13,1	3,6	15,2	7,1	9,7	25,7	8,8	26,1	16,8	2,9	17,4	4,8
Minerales y P. Cantera	23,2	45,2	14,6	40,3	23,9	59,7	(a)	(a)	(a)	(a)	28,9	47,9	31,1	49,0
Biomasa	13,0	17,8	8,4	18,0	5,1	9,9	2,0	22,4	1,7	21,8	13,8	22,9	13,1	20,0
Excavación	7,4	—	18,3	—	23,4	—	44,2	—	50,1	—	7,0	—	4,6	—
Otras importaciones	3,9	10,0	1,9	6,3	1,2	2,0	1,7	3,4	1,2	3,5	2,7	5,7	3,0	6,2
Totales	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

caso, aparte de que nuestros datos presenten una subestimación al no incluir los dragados, es posible pensar que el *boom* inmobiliario experimentado por la economía japonesa en el segundo quinquenio de los ochenta superó, desde esta perspectiva, la burbuja que, con similares características, se desarrolló en España por aquellas mismas fechas. Pero, en este sentido, más espectacular es aún el caso de China donde los flujos excavados suponen casi la mitad de los RTM, dominados fundamentalmente por el movimiento de tierras ligado a la construcción de embalses e infraestructuras hidroeléctricas, además de la erosión propia de las tareas agrícolas tradicionales. Paradójicamente, como revelan las tablas anteriores, la desproporción que presenta este país entre la extracción de recursos total y la directamente empleada —para utilizar directamente 2,6 tm/hab hicieron falta 32,2 tm/hab de recursos en 1995— hace que la degradación ambiental que se produce en China sea mucho más dañina que la que se genera en Estados Unidos, España o Japón; a la vez que dicho país se beneficia de un consumo directo de energía y materiales comparativamente muy reducido²⁶. El reflejo de esta situación aflora al comparar las secuelas dejadas por las «mochilas de deterioro ecológico» que la extracción agresiva de combustibles y minerales produce en los diferentes territorios y que, salvo la excepción de China, muestran importantes similitudes. Cabe añadir algo a lo dicho sobre un aspecto relacionado con la «mochila», inusualmente baja (4,46), de los flujos metálicos japoneses. Se superponen en esta cifra, al igual que en el resto de los casos, las diferentes relaciones ocultos/directos tanto domésticas como importadas. En la mayoría de los casos, dominan las extracciones interiores y con ellas las mochilas correspondientes que suelen ser superiores a sus homólogas importadas. Sin embargo, en el caso de la economía nipona, la alta mochila doméstica de 20 tm/tm pero con

Tabla 5.14
Comparación internacional de las «mochilas de deterioro ecológico» por grupos
de sustancias, 1994-1995
 (tm de ocultos/tm de directos)

	UE-15	EE.UU.	Japón	China		España (*)	
	1995	1994	1994	1994	1995	1994	1995
Combustibles	2,54	3,55	2,75	8,69	8,82	2,18	2,20
Metales	11,33	11,21	4,46	3,21	3,25	7,39	7,18
Minerales y Productos de Cantera	0,32	0,20	0,03	—	—	0,35	0,35
Biomasa	0,88	0,54	0,31	—	—	0,25	0,29
Total	1,52	2,31	1,56	10,11	11,54	1,05	1,06

(*) En este caso, se han considerado todas las sustancias ocultas (incluidas semimanufacturas). Esta circunstancia explica que la cifra presentada aquí difiera en algo de la calculada en la Tabla 5.4. En la consideración de los flujos ocultos de biomasa en España, también hay alguna ligera diferencia en la estimación respecto de los otros países al considerar una parte de los residuos de cultivos (pajas) dentro de los flujos directos, lo que afecta ligeramente a la baja a la mochila de esta fracción.

Fuente: *Ibidem*.

escaso material extraído, debe hacer hueco a los flujos importados con menor mochila (4,95 tm/tm de media) que abastecen casi el 100 por 100 de los requerimientos metálicos japoneses, donde domina literalmente el hierro con el 90 por 100 de las importaciones en 1994 y una relación oculto/directo, o mochila ecológica, de 4,64 tm/tm.

Finalmente, merece la pena terminar con un dato ya comentado para la economía española, pero que consolida una tendencia a nivel internacional preocupante: *la escasa relevancia de los flujos de biomasa (renovables) tanto en los RTM como en los flujos directos, lo que muestra bien a las claras la distancia que separa el comportamiento ambiental de las economías industriales respecto de las pautas de sostenibilidad requeridas.*

6. 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 y cinco años— información sobre los flujos físicos de recursos naturales que han recorrido nuestra economía en la segunda mitad del siglo XX. Una labor que ha pretendido 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 del crecimiento» más en boga.

A menudo, dicha interpretación que señala el origen de este crecimiento en la acumulación del stock de capital y el «progreso técnico», olvida 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 directo. Insostenibilidad que se ha manifestado también en un creciente recurso a los flujos procedentes del exterior, así como en el 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 de Kuznets Ambiental» relativa a la utilización de energía y materiales, 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.

NOTAS

- ¹ JEVONS, W.S., *The coal question*, op. cit., p. 486.
- ² Que, como es sabido, engloba la suma de los flujos directos más los ocultos.
- ³ 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.
- ⁴ Aunque se ofrece de modo indicativo, 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, *Economy-wide material flow accounts and derived indicators*, 2001, 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, al menos en unas 10 toneladas más.
- ⁵ 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.
- ⁶ Conviene tener en cuenta que la inclusión de los flujos ocultos trastoca las proporciones que mantenían los correspondientes flujos directos dentro de cada fracción. Lo que tampoco debe hacer olvidar la importancia de los flujos importados respecto de algunos grupos de sustancias en particular (energéticas, metálicas, etc.).
- ⁷ Vid. MATHEWS, E., et al., *The weight of nations*, Washington, World Resources Institute, 2000.
- ⁸ En la Unión Europea a 15 países, y en 1995, la mochila ecológica de los flujos importados era de 4,28, mientras que la de los domésticos estaba en los 0,92, ascendiendo la mochila total a 1,52 toneladas (incluida erosión). Vid. BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total Material Requirement of the European Union*, European Environmental Agency, Technical Report, n.º, 55, 2001, p. 22.
- ⁹ Partiendo de la definición $RTM \int (RTM/PIB) \times (PIB/POB) \times (POB)$, como el producto de la intensidad material (RTM/PIB) por el crecimiento per capita (PIB/POB) y por la población. En el caso de los flujos directos el mecanismo es el mismo.
- ¹⁰ El «pico» mostrado en 1968 se debe fundamentalmente al incremento en los flujos ocultos excavados consecuencia de la imputación estadística a ese año de la terminación de 5.349 kilómetros de carreteras del estado, provinciales y comarcales.
- ¹¹ En un efecto conseguido con datos relativos al consumo de energía (producción + importaciones - exportaciones) por RAMOS-MARTÍN, J., op. cit., 1999 y 2001.
- ¹² Excluidas, por razones metodológicas, la hidroelectricidad y la energía nuclear.
- ¹³ 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 destacada en diversos trabajos. Véase, por ejemplo, la revisión panorámica, aunque matizable en algún aspecto, de SUDRIÁ, C., op. cit., 1997. Desde otra perspectiva y recurriendo a una descomposición de factores que tratan de explicar esta tendencia, resulta de interés el artículo de ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., op. cit., 1996.
- ¹⁴ En algún caso como el Japonés, el R^2 del ajuste polinómico se encuentra por debajo de 0,2. Véase: SEPPÄLÄ, T., HAUKIOJA, T. KAIVO-OJA, J., «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*, 3.ª 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, 2000, pp. 217-238.
- ¹⁵ BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total Material Requirement of the European Union*, op. cit. La parte metodológica del estudio, con el mismo título, se puede encontrar en el n.º 56. Este trabajo presenta algunas diferencias metodológicas respecto a nuestros cálculos. Pocos meses más tarde, los mismos autores publicaron, con alguna leve modificación, una actualización, llevando hacia atrás la serie e incorporando el balance de materiales completo, es decir, también los flujos por el lado del output. Vid. «Material use indicators for the European Union, 1980-1997», *Eurostat Working Papers*, 2/2001/B/2, 2001.
- ¹⁶ *Ibid.*, p. 28. El caso de Finlandia entraría en cierta contradicción con las conclusiones del trabajo citado en la nota 14, aunque por otro lado los periodos de análisis sólo coinciden en parte.
- ¹⁷ Esto se demuestra en los artículos de ROCA, J., et al., «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, 2001, pp. 89-99; y ROCA, J., y ALCÁNTARA, V., «Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29, 2001, pp. 553-556.
- ¹⁸ EUROSTAT, *Material Use in the European Union, 1980-2000*, op. cit., 2002, p. 16. Desgraciadamente, este estudio no actualiza las cifras para los RTM de los diferentes territorios ni de la UE en su conjunto.

¹⁹ ADRIANSE, A., et al., *Resource Flows... op. cit.*, 1997, p. 60.

²⁰ Queremos insistir en que a este resultado se llega corrigiendo un error de cálculo para la economía japonesa hallado en el trabajo de ADRIANSE, A., et al., *Resource Flows*. En principio los datos para la economía japonesa arrojaban para 1994 una cifra de RTM de 44,6 tm/hab (incluida erosión). Sin embargo, en las páginas 46 y 47 del citado estudio, en la rubrica de flujos ocultos de mercancías importadas («Hidden Flows of Imported Commodities») la suma de los diferentes conceptos parciales es inferior al total —cosa que no ocurre con el resto de rúbricas— por lo que si se dan por buenos los datos parciales, es preciso recalcular los indicadores. El resultado corregido es el que aparece en la Tabla 5.11.

²¹ Para la comparación realizada en la Tabla 5.11. hemos preferido recoger los resultados arrojados por el estudio pionero de *Resource Flows...* en vez de los presentados en el trabajo reciente para la UE de Bringezu y Schütz. Las razones descansan en que —a parte de que la serie temporal es más larga y mayor la disponibilidad de datos— la metodología es completamente idéntica a la nuestra en el tratamiento de los flujos, al considerar el primer estudio los flujos de recubrimiento como flujos ocultos, que, sin embargo, aparecen como directos en el segundo caso. Con todo, cuando la naturaleza de los flujos lo permita intentaremos realizar algunas comparaciones que pueden ser ilustrativas entre España y la UE-15.

²² CHEN, X., y QIAO, L., «A Preliminary Material Input Analysis of China», *Population and Environment*, 23, (1), 2001, pp. 117-126.

²³ En efecto, en 1995 el PIB p.c español equivalía al 78 por 100 de la media comunitaria, mientras que los RTM suponían el 73 por 100 y los flujos directos el 80 por 100.

²⁴ Superando ampliamente a la propia UE-15. El elemento diferenciador a este respecto son las exigencias que, en términos de consumo de transporte, presenta la economía estadounidense con una ordenación del territorio tributaria de desplazamientos a largas distancias con vehículo privado.

²⁵ No obstante, en este caso es claro que las diferencias están afectadas por el enfoque empleado, pues la comparación de esta rúbrica se ve alterada por el diferente método de estimación. En un caso (España) se han utilizado coeficientes de generación, mientras que en Estados Unidos, al igual que en Japón, se ha supuesto que el movimiento de tierras es directamente proporcional al dinero invertido en la construcción de la infraestructura o edificio.

²⁶ Como señalan Chen y Qiao: «Una comparación entre China y los EE.UU con una superficie equivalente muestra que los RTM de China eran 1,7 veces superiores a los RTM de EE.UU en 1994, pero los flujos directos eran sólo un 50,7 por 100 de los flujos directos estadounidenses». Véase: «A Preliminary Material Input...», *op. cit.*, p. 122.

6

La sostenibilidad a través de una aproximación territorial: la *huella ecológica* de la economía española (1955-2000)

El *Homo sapiens*... es una especie que se ha abierto paso, como quién dice a codazos, sobre un mundo ya ocupado y multitudinariamente poblado.

RAMÓN MARGALEF, 1996¹.

¡Menos humos,
chimeneas!

JESÚS LÓPEZ PACHECO, 1996²

1. INTRODUCCIÓN

Ya dimos noticia en otro lugar³ del proceso que llevó a la ciencia económica a desligarse de sus referentes biofísicos para concentrarse en el universo propio de los valores de cambio. Implícitamente, esta operación llevaba aparejada también el abandono de otro elemento que, más vinculado a la tierra, seguía manteniendo cierto eco de las viejas inquietudes, a saber: la concepción del «territorio» como soporte tanto de las propias actividades económicas como de los recursos utilizados para la producción de bienes y servicios y el vertido de todo tipo de residuos. No debe extrañar por tanto que esta «desespacialización» de la Economía permitiera «...dejar de lado el contenido territorial que impregnaba originariamente a las preocupaciones económicas de Bodino, Petty, Linneo, Cantillon o Quesnay, para desembocar en las abstracciones de la “economía neoclásica” sobre las que se levanta la ciencia económica establecida»⁴. En otro lugar hemos señalado⁵ cómo en España la institucionalización de la disciplina económica desde mediados del siglo XX favoreció este proceso al sustituir la tradicional *Geografía Económica* —con todas sus deficiencias— por la entonces nueva *Estructura Económica*, que se postulaba precisamente como superadora del enfoque fundamentalmente espacial de la primera. También

mencionamos allí, y no es cuestión de repetirlo, que la Economía Regional parecía una firme candidata a recoger el testigo de las preocupaciones territoriales, aunque su posterior evolución y recientes desarrollos dejaron en suspenso este deseo.

Con tales antecedentes se comprende que, paradójicamente, la reinserción del «territorio» en las preocupaciones de los economistas (en especial los ecológicos) viniera de la mano de los geógrafos preocupados por el impacto ambiental de las actividades económicas. En lo que nos atañe ahora más directamente, las aportaciones se plasmaron en la elaboración de un indicador sintético, ya presentado en el capítulo segundo de este trabajo habida cuenta el uso de él que más tarde íbamos a realizar. Como se recordará, el objetivo consistía en traducir a términos territoriales la utilización de una buena parte de los recursos naturales considerados páginas atrás. Y el instrumento mencionado, que responde al nombre de huella ecológica, puede sernos útil para esta tarea⁶.

2. APROXIMACIONES LOCALES Y REGIONALES A LA HUELLA DE ALGUNOS TERRITORIOS ESPAÑOLES

Antes de entrar en harina, esto es, de ver cuál ha sido la evolución de la apropiación de capacidad de carga territorial efectuada por la economía española en su conjunto, merece la pena prestar atención a algunos intentos, parciales pero interesantes, que han trasladado la metodología estándar internacional a casos locales y regionales. Bien es verdad que, en algunos casos, la forma convencional de proceder se ha modificado en gran medida para adaptarla a las condiciones del territorio objeto de análisis, por lo que, en cierto modo, coinciden con la opción de cálculo manejada por nosotros.

Para comenzar, cabe anticipar que el primer intento de cálculo de la huella ecológica en nuestro país se realizó para la ciudad de Barcelona en 1998 por Anna Prat bajo la dirección de Ferrán Relea⁷. Allí, con una metodología que modifica la propuesta original de Rees y Wackernagel⁸, y con datos de toda Cataluña extrapolados localmente, se confirmaron *territorialmente* las exigencias en recursos de energía y materiales, que venían movilizándose en forma de tonelaje. Aunque los resultados ofrecen problemas tanto de infravaloración como de sobrevaloración de ciertas rúbricas por la reducción de los datos catalanes a los barceloneses⁹, los órdenes de magnitud son lo suficientemente expresivos del impacto ambiental. Por ejemplo, no es asunto baladí que, en el caso de los cultivos, las 723.314 hectáreas superen en 4,23 veces todas las hectáreas dedicadas al cultivo en la *provincia* de Barcelona, constituyendo además el 93 por 100 de la

superficie total. Tan sólo subrayar que las 4.880.983 hectáreas que abarca la huella total de Barcelona exceden claramente todo el territorio catalán cifrado en 3.193.182 hectáreas (Tabla 6.1.). Datos, por otro lado, inferiores a los que se obtienen de las huellas calculadas para metrópolis similares en relación con las regiones de procedencia. Así, en el caso de Santiago de Chile, ésta supera en 16 veces la extensión de la región; en 19 veces en el caso de Vancouver; 125 veces para Londres; 145 si hablamos de Munich o 287 si consideramos Toronto. Diferencias que se reducen considerablemente cuando comparamos entre sí las huellas en términos *per capita* de esos mismos territorios. Aquí, Barcelona se encontraría entre las 2,4 has/hab de Santiago de Chile y las 4,5 has/hab de un habitante de Vancouver; y muy cerca de las 3,5 has/hab de Munich o de Helsinki¹⁰.

Un caso similar al barcelonés en cuanto a cifras globales y metodología lo tenemos en Navarra. Allí, el Departamento de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda patrocinó en 2000 un estudio¹¹ en el que, sumadas las huellas provocadas por la utilización de cada tipo de ecosistema productivo, se alcanzaba la cifra de 3,47 has/hab. La huella de Navarra supera en 1,62 veces la superficie total de la región por lo que, cabe suponer también aquí, un desequilibrio entre recursos y utilización importante. No en vano, si lo comparamos con el caso de Barcelona, veremos que esa semejanza global esconde importantes diferencias que tienen que ver principalmente con la presión sobre los pastos y sobre la superficie marítima.

Pero tal vez sea el estudio elaborado para Andalucía con especial atención a la conurbación sevillana¹² el que arroja unos resultados más interesantes al comparar los datos proporcionados por la metodología convencional con una opción modificada en sentido similar a la planteada para los casos anteriores —aunque con diferencias—. Cabe señalar, en primer lugar, que la utilización de

Tabla 6.1
Huella ecológica de Barcelona y Navarra

	Navarra (1998)		Barcelona (1996)	
	Hectáreas <i>per capita</i>	Hectáreas totales	Hectáreas <i>per capita</i>	Hectáreas totales
Cultivos	0,56	297.258	0,49	739.314
Bosque	0,39	207.019	0,08	120.704
Área de absorción de CO ₂	1,23	652.907	1,02	1.538.981
Pastos	0,24	127.396	0,99	1.493.717
Mar	0,99	525.510	0,65	980.723
Terreno construido	0,05	26.540	0,005	7.544
Total	3,47	1.841.941	3,23	4.880.983

Fuente: Prat, A., (1998), *op. cit.*, p. 147. Departamento de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda de Navarra, (2000).

Tabla 6.2
Huella ecológica per capita de Andalucía y Sevilla, 1996

	Metodología estándar (ha/hab)				Metodología modificada (ha/hab)	
	Andalucía		Sevilla		Sevilla	
	Huella	Superficie disponible	Huella	Superficie disponible	Huella	Superficie disponible
Cultivos	2,83	2,40	3,82	2,38	1,55	0,47
Pastos	0,21	0,12	0,29	0,15	0,27	0,13
Bosques	0,15	0,10	0,07	0,03	0,10	0,08
Área de absorción de CO ₂	2,16	—	1,56	—	(a)	—
Terreno construido	0,09	0,08	0,07	0,09	0,02	0,02
Mar productivo	0,08	0,04	0,08	0,04	0,96	0,47
Total	5,51	2,42*	5,89	2,69	2,91	1,17

(a) En el caso concreto de la tierra necesaria para la absorción de CO₂, la metodología modificada no aporta valor alguno ya que sólo se considera el terreno ocupado por las explotaciones mineras y las instalaciones de enriquecimiento de combustible, ya incluidos como territorio utilizado de forma directa. La huella energética está sin embargo incluida en la huella de los cultivos puesto que el método planteado es sustituir los combustibles fósiles por biocombustibles apoyados en cultivos energéticos.

*Ya descontado el 12 por 100 para biodiversidad.

Fuente: Calvo Salazar, M., y F. Sancho Royo, (2001), *op. cit.*, pp. 115-116.

productividades medias mundiales inferiores a las locales eleva considerablemente el valor de la huella, afectando también a la disponibilidad de superficie para satisfacer el modo de consumo de la población. La Tabla 6.2. ilustra este hecho para el caso de la provincia de Sevilla, donde se comprueba que con la metodología estándar se obtiene una huella ecológica de 5,89 has/hab, un 70 por 100 mayor que la obtenida aplicando las productividades locales. Las diferencias globales se trasladan, en general, a las diferentes rúbricas parciales ya estemos hablando de superficie disponible o de huella ecológica. En todos los casos las discrepancias tienen que ver con la unidad de medida ya que unas veces se trata de hectáreas de productividad media mundial y territorio productivo estándar—obtenidas a partir de la aplicación de factores de equivalencia entre diversos tipos de terreno—mientras que con la metodología modificada se tienen en cuenta los datos provinciales reales¹³.

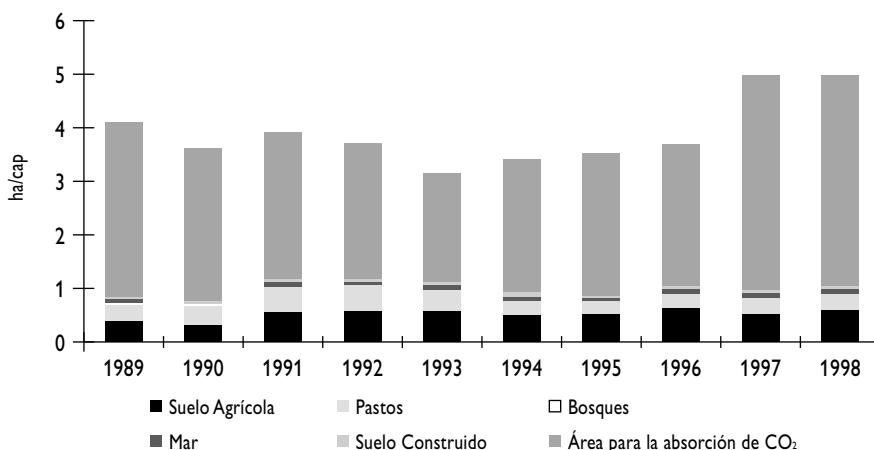
En definitiva, ya sea con una u otra metodología, los datos revelan que la superficie *disponible* para satisfacer el consumo de la población sevillana se encuentra entre el 40 y el 45 por 100 de lo que realmente ocupa, mientras que si consideramos el conjunto de la región andaluza el porcentaje asciende al 43 por 100. Lo que, en otras palabras, quiere decir no sólo que la presión ejercida por los habitantes de la capital andaluza es superior a la media regional utilizando una metodología similar, sino que también el déficit territorial absoluto es superior (−3,20 has/hab frente a −3,10 has/hab), aunque en términos relativos respecto al territorio disponible sea ligeramente inferior.

Estas cifras, al confrontarlas con las calculadas a escala mundial, ponen sobre el tapete que, si todos los habitantes de la Tierra quisieran vivir como los andaluces, harían falta casi tres planetas para soportar ese volumen de consumo. O dicho de otro modo, y aportando una nueva perspectiva a la cuestión de la superpoblación: «...con los niveles de consumo de recursos iguales a los producidos en 1996, tanto Andalucía como la Provincia de Sevilla sustentan una población del doble de lo que es ambientalmente sostenible, es decir, ambas están ampliamente superpobladas»¹⁴.

Mientras en los casos barcelonés, navarro o andaluz, los cálculos se limitaban a explorar el desfase entre capacidad de carga y huella ecológica en un año concreto, fuera éste 1996 o 1998, el trabajo realizado por Iván Murray para las Islas Baleares abarca un período de tiempo mayor: de 1989 a 1998¹⁵. Además posee un interés adicional, pues incorpora una cuantificación relevante sobre los efectos ambientales de una actividad como el turismo que, por difusa, a menudo escapa a la red analítica de la economía convencional.

El *Indicador de Presión Humana* propuesto para la ocasión tiene la virtud de sumar al análisis de la huella ecológica no sólo la población residente de manera habitual en el archipiélago, sino también aquella población turística considerada como «flotante» teniendo en cuenta el período de tiempo que reside en ese lugar. Esto hace, por ejemplo, que «los 10,8 millones de turistas de 1998 se conviertan en 318 mil residentes equivalentes durante todo el año»¹⁶. Circunstancia que explica el incremento de la huella del archipiélago que ha pasado en la década considerada de las 4,17 has/hab de 1989 a las 4,28 de 1998. Traducido a hectáreas totales supondría, sin embargo, un incremento del 16 por 100 desde el punto de vista del impacto territorial total.

Gráfico 6.1
Huella ecológica per capita de las Baleares (1989-1998)



Fuente: Murray, I., (2002), *op. cit.*, p. 11.

Con estos precedentes, y una vez relatadas brevemente las cuatro experiencias más importantes sobre cálculos de huella ecológica en poblaciones peninsulares, nos detendremos ahora en presentar los resultados obtenidos a escala nacional para el período 1955-2000, primero en cada una de las diferentes rúbricas, para luego resumir los resultados agregados al final del capítulo. Habida cuenta de que en el Anexo Metodológico se ofrece la justificación de las modalidades de cálculo elegidas, no nos detendremos ahora en una prolija discusión sobre las ventajas e inconvenientes de las diferentes opciones para cuantificar la huella de deterioro ecológico. Baste señalar que, entre las razones para adoptar una metodología modificada, está la ventaja de poder utilizar datos concretos de rendimientos y disponibilidades relativos a la economía española, sabiendo que al evitar transformarlos a territorio homogéneo se pierde información de cara a las comparaciones internacionales. Preferimos, en cambio, comentar los resultados obtenidos aceptando que son interpretables, según el caso, ya sea en términos de tierra ecológicamente *productiva* existente en nuestro país (o bien ecológicamente *disponible*) necesaria para producir la biomasa (agrícola, pastos, forestal y marina) consumida anualmente por la población española; añadiendo aquella parte destinada a los ecosistemas forestales necesarios para absorber el CO₂ emitido por la quema de los combustibles fósiles (huella energética)¹⁷.

3. LA HUELLA DE DETERIORO ECOLÓGICO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS Y SU EXTENSIÓN TERRITORIAL

Si dejamos a un lado la superficie necesaria para absorber el CO₂ derivado de la combustión energética, la huella ecológica por habitante relacionada con los cultivos agrícolas se viene manteniendo en torno al 30 por 100 de la huella total; en un escenario donde, desde 1955, se ha producido un incremento poblacional respetable y un aumento de los rendimientos agrícolas también considerable. Sin embargo, estos dos efectos se han visto claramente contrarrestados por el crecimiento en el consumo de alimentos tanto con destino humano como, fundamentalmente, al cebado de ganado, lo que explica la estabilidad del valor global estimado para la huella de los cultivos en este período. La Tabla 6.3 ilustra razonablemente este hecho. Por un lado, el grueso del impacto se concentra en una variedad de cultivos, los cereales grano que, con una huella de 1.945 m² por habitante en 2000, suponen el 46 por 100 del total para ese año. Desde el punto de vista porcentual, aunque siguen siendo mayoritarios, han visto reducido su peso desde el 53 por 100 en 1955, dando paso al empuje de la huella de los cultivos industriales con 592 m²/hab, el olivar con 527 m²/hab, y los forrajeros y frutales. Sin embargo, a pesar de

que la tendencia de la huella ecológica en el caso de los cereales grano es descendente —dado que los rendimientos por hectárea superan al crecimiento del consumo—, esto no se traduce en una reducción del déficit «ecológico». Tal y como se desprende de la Tabla 6.4, la trayectoria seguida por este grupo de cultivos ha venido acompañada de una importante ocupación de espacio en el resto del mundo que, a mediados de los noventa, presentaba una punta de 3.298.549 hectáreas y terminaba en 2000 con más de un millón.

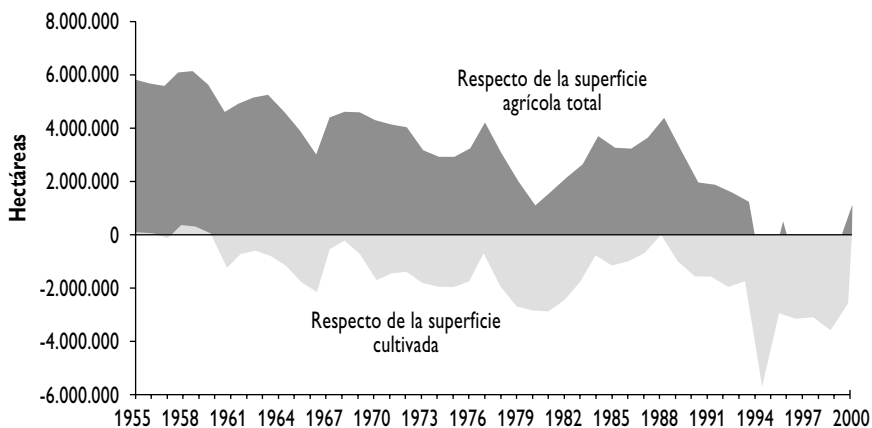
No en balde el recurso masivo a las importaciones de grano para la alimentación animal ya resaltado páginas atrás —y que ahora se puede cuantificar territorialmente— ha acabado pasando factura en términos de ocupación de suelo más allá de nuestras fronteras. Los cereales grano afloran así como los abanderados de una tendencia de la agricultura española en la que ésta ha pasado de abastecer al resto del mundo en los años cincuenta, poniendo a disposición del extranjero 88.207 hectáreas¹⁸ para, después, ocupar esas hectáreas en terceros países: 1,3 millones a comienzos de los sesenta, alcanzando una década más tarde los 2 millones necesarios para sus-

Tabla 6.3
Huella ecológica de los cultivos agrícolas, 1955-2000
(has/hab y años seleccionados)

Cultivos	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales	0,2611	0,2747	0,2382	0,2035	0,2120	0,1809	0,2548	0,1945
Leguminosas	0,0390	0,0374	0,0216	0,0124	0,0184	0,0145	0,0428	0,0275
Tubérculos	0,0125	0,0138	0,0110	0,0086	0,0073	0,0058	0,0054	0,0033
Cultivos Industriales	0,0117	0,0211	0,0603	0,0573	0,0595	0,0970	0,0781	0,0592
Cultivos Forrajeros	0,0231	0,0269	0,0319	0,0299	0,0307	0,0303	0,0279	0,0284
Hortalizas	0,0083	0,0102	0,0119	0,0106	0,0103	0,0089	0,0075	0,0072
Flores	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Cítricos	0,0004	0,0019	0,0027	0,0031	0,0031	0,0025	0,0027	0,0023
Frutales	0,0076	0,0080	0,0186	0,0167	0,0360	0,0377	0,0347	0,0196
Viñedo	0,0517	0,0529	0,0455	0,0401	0,0351	0,0313	0,0294	0,0273
Olivar	0,0718	0,0680	0,0578	0,0493	0,0509	0,0513	0,0521	0,0527
Otros Cultivos Leñosos	0,0054	0,0054	0,0042	0,0029	0,0025	0,0022	0,0019	0,0018
Huella total (ha/hab)	0,4926	0,5204	0,5038	0,4343	0,4659	0,4626	0,5373	0,4239
Huella total (miles has)	14.276	15.900	17.833	16.680	18.129	18.078	21.057	17.167
Superficie agraria (miles has)	20.456	20.730	20.834	20.415	20.089	19.657	18.753	18.304
Déficit (-)/ Excedente (+) (miles has)	6.180	4.830	3.001	3.735	1.960	1.579	-2.304	1.137
Superf. cultivada (miles has)	14.364	14.561	15.824	15.958	16.639	16.193	15.378	14.723
Déficit (-)/ Excedente (+) (miles has)	88	-1.339	-2.009	-722	-1.490	-1.885	-5.679	-2.444

Fuente: Véase el Anexo Metodológico

Gráfico 6.2
Déficit (-) / Excedente (+) ecológico de los cultivos agrícolas, 1955-2000
 (hectáreas según el tipo de superficie)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico

tentar nuestro consumo de productos agrícolas. Al finalizar el siglo, estas exigencias netas sobrepasaban en 1995 los cinco millones de hectáreas¹⁹ —descendiendo a 2,4 millones en 2000— y estaban concentradas fundamentalmente en los cereales, las leguminosas grano²⁰, y en los cultivos industriales procedentes de las economías del norte de Europa y Estados Unidos desde los años setenta y, ya en la década de los ochenta, de la actual Unión Europea. Lo que, de paso, explica que el déficit ecológico que arrastra la agricultura española en términos de cultivos equivaliera en 2000 al 16 por 100 de la superficie cultivada de nuestro país.

Precisamente es cuando diferenciamos entre el total agrario y la superficie efectivamente cultivada, por lo que podemos vislumbrar la verdadera evolución deficitaria en términos territoriales de la agricultura española. Mientras en el primero de los casos, el desequilibrio no se manifiesta hasta mediados de los noventa —con esos 2,2 millones de hectáreas globales—; los mismos dos millones aparecen ya en 1975 cuando nos referimos a la superficie efectivamente cultivada. Una tendencia al declive que apenas es compensada por los «excedentes territoriales» que la agricultura presenta en cultivos como las hortalizas, los frutales, los cítricos y el olivar que, con 426.931 hectáreas de excedente ecológico total apenas pueden hacer variar la trayectoria deficitaria general²¹. En cuanto a los cereales grano cabe subrayar que el grueso del déficit territorial se localiza en los países de la Unión Europea fundamentalmente a causa de las importaciones netas de trigo; un tonelaje que —si lo estimamos en tierra agrícola española necesaria para suplir las importaciones— supuso, por ejemplo, la apropiación de 2.849.110 hectáreas en 1995 de las cuales 1.075.857 se localizaban exclu-

Tabla 6.4
Déficit (-) o excedente (+) ecológico por tipos de cultivos según la superficie cultivada, 1955-2000
 (superficie cultivada menos huella ecológica, en hectáreas para los años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales grano	-71.637	-1.462.665	-1.238.890	-226.395	-501.916	-690.860	-3.298.906	-1.062.690
Leguminosas	-5.277	-4.207	-100.204	-75.415	-426.421	-360.050	-1.179.942	-656.967
Tubérculos	975	2.981	162	2.523	-14.804	-14.887	-5.141	-10.777
Cultivos Industriales	8.597	-93.799	-999.767	-887.958	-948.951	-1.394.821	-1.622.753	-1.236.082
Cultivos Forrajeros	—	—	—	—	—	—	—	—
Hortalizas	11.305	18.577	35.855	65.854	71.142	77.746	95.012	114.307
Flores	—	—	54	131	188	156	334	448
Cítricos	72.713	51.466	118.061	94.937	124.144	150.334	141.072	167.188
Frutales	22.055	73.939	120.194	133.515	103.126	248.445	106.351	117.679
Viñedo	—	—	1.975	12.297	13.139	11.354	7.476	6.272
Olivar	49.476	74.099	55.256	158.821	92.328	87.908	78.253	120.235
Otros Cultivos Leñosos	—	—	—	-1.103	-2.272	-331	-630	-3.874
Total	88.207	-1.339.610	-2.007.304	-722.793	-1.490.297	-1.885.005	-5.678.874	-2.444.261
Población	28.980.378	30.555.000	35.400.859	38.407.691	38.915.563	39.082.551	39.188.194	40.499.791
per capita	0,0030	-0,0438	-0,0567	-0,0188	-0,0383	-0,0482	-0,1449	-0,0604

Fuente: Véase el Anexo Metodológico

sivamente en Francia²². Las importaciones de maíz desde Estados Unidos también se reflejaron territorialmente con una ocupación de suelo de 354.224 hectáreas en el mismo período. (Tabla 6.5).

Vale la pena también prestar atención a la progresión experimentada por el déficit ecológico de los cultivos industriales y, dentro de éstos, de la soja que con destino a la alimentación de ganado, es importada prácticamente en su totalidad. Los más de dos millones de toneladas de mediados de los noventa explicarían en gran medida los casi 1,4 millones de hectáreas de suelo agrícola apropiado por España en terceros países, entre los que se encuentran Estados Unidos con 900 mil hectáreas, seguido de Brasil con 370 mil y Argentina con 120 mil²³. Asistimos, por tanto, a una destacable transformación en el patrón con el que la economía española se había insertado en el comercio internacional a mediados del siglo pasado, a saber: de ser netamente abastecedores del resto del mundo en materias primas agrícolas, a demandar crecientemente recursos y territorio de terceros países²⁴. Una transformación que encontró un asidero permanente a partir de los años sesenta en un modelo de crecimiento con unas características, por lo demás, bien documentadas. El Gráfico 6.2. se encargó ya de resumir la senda desplegada por el comportamiento de la agricultura española, mostrando que sus crecientes exigencias «territoriales» frente al resto del mundo se saldaban con un progresivo y preocupante «déficit ecológi-

Tabla 6.5
Ejemplo de apropiación de capacidad de carga en terceros países a través
de las importaciones netas de cultivos españolas, 1994-1995
(cultivos seleccionados)

	1994			1995		
	Tm	Apropiación (has)	Apropiación (has)	Tm	Apropiación (has)	Apropiación (has)
Cereales seleccionados		(A)	(B)		(A)	(B)
Trigo						
Unión Europea	1.687.177	766.899	314.069	2.659.879	1.773.253	495.138
Francia	1.040.105	472.775	155.798	1.613.785	1.075.857	241.729
Maíz						
Unión Europea	1.011.813	146.640	132.056	316.190	43.915	40.161
Francia	996.463	144.415	127.311	389.732	54.129	50.483
Estados Unidos	1.110.885	160.998	127.732	2.550.413	354.224	358.154
Cultivos Industriales seleccionados						
Soja						
Estados Unidos	1.248.750	692.212	443.606	1.630.097	906.617	694.545
Brasil	360.799	199.999	166.882	666.963	370.947	303.717
Argentina	203.965	113.063	100.973	215.990	120.128	105.670

(A) Hectáreas ocupadas en esos países si hubiera que cultivar esos productos con los rendimientos españoles.

(B) Hectáreas ocupadas aplicando los rendimientos propios de esos países para cada uno de los cultivos.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

co». Pero si dejamos al margen el año 1995 por sus peculiares características veremos que la década de los noventa potenció este desequilibrio pasando de los 1,8 millones a comienzos de los noventa a los 2,4 millones de hectáreas de déficit en el año 2000.

4. «TODA CARNE ES HIERBA»... Y PLANCTON: CAMBIOS EN LA DIETA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA ALIMENTACIÓN

4.1. Del problema del hambre al impacto ambiental de la dieta

Una parte importante de aquellos cultivos a que nos hemos referido no han tenido —ni tienen— como principal vocación la alimentación humana *directa*. Esta circunstancia, sin embargo, es

propia tanto de España como de la mayoría de los países «ricos», y viene a colación por los posibles impactos directos e indirectos ocasionados por la dieta. Cabe recordar que, desde hace décadas, se ha vertido abundante literatura en relación con el problema del hambre en el mundo y las posibilidades abiertas para su resolución²⁵. Del viejo debate se pudo concluir que, con la cosecha mundial de grano, se podían satisfacer las necesidades energéticas de la población y que, si no se llegaba a este resultado, era por problemas distributivos y falta de voluntad política. En los últimos veinte años, sin embargo, la antigua discusión en torno a la pobreza, la riqueza y el hambre comenzó a incorporar de forma más sistemática un interesante análisis sobre las consecuencias ecológicas asociadas a diferentes modelos de alimentación y consumo²⁶. El camino para este tipo de reflexiones no fue difícil de recorrer habida cuenta que gran parte de los participantes acumulaban una experiencia considerable en la elaboración de balances energéticos de la agricultura desde los años setenta, por lo que fue fácil vincular aquellas investigaciones con las «nuevas» preocupaciones. Más que nada porque siempre habían estado relacionadas y muchas de ellas se deducían como simples corolarios de los resultados obtenidos en los años setenta²⁷. Las bases científicas proporcionadas por la ecología, a través del análisis de las cadenas tróficas permitían anclar sólidamente la reflexión, mostrando los límites energéticos de las estrategias alimentarias a nivel social²⁸. Se trataba, por tanto, de explicitar con datos en la mano la relación que un acontecimiento tan cotidiano como la forma de alimentarse tenía sobre la degradación ambiental, mostrando así que, pese a todo, la «dieta también importaba»²⁹. Resultó sencillo estrechar, con fuerte nudo, los problemas socioeconómicos clásicos con el deterioro ambiental sufrido por nuestro planeta; y si bien la preocupación por las relaciones entre las exigencias energéticas de la dieta y el impacto ambiental han alcanzado cierta maduración y difusión entre la Academia en los últimos años, no conviene olvidar aquí tampoco que ya existieron reflexiones ecológico-económicas pioneras con casi un siglo de antigüedad, expuestas por autores como Popper-Lynkeus y Ballod-Atlanticus, y afortunadamente rescatadas por la mano de J. Martínez Alíer³⁰.

Dado que los animales cuya carne ingerimos se alimentan cada vez menos de pasto y, cada vez más de grano y cultivos forrajeros, una de las primeras conclusiones que vertieron la mayoría de estos trabajos era que *las dietas ricas en carne vienen requiriendo aproximadamente tres veces más territorio cultivado que las dietas vegetarianas*³¹. De aquí que, con las cifras de población mundial actuales en torno a los 7 mil millones de personas, se barajasen algunas estimaciones juzgando «soportable» la alimentación del planeta —a los actuales niveles de nutrición— *pero con una dieta vegetariana*³². En la misma línea, J. Cohen, en un célebre cálculo, explicaba a mediados de los noventa que los requisitos para una correcta dieta vegetariana eran aproximadamente 2.500 kcal/hab/día, pero que si quisiéramos obtener el 30 por 100 de esa energía a través del ganado, esto supondría elevar, directa e indirectamente, nuestra ingesta hasta las 9.250 kcal/hab/día, es

decir, 3,7 veces más calorías de las que se obtienen con la cosecha mundial actual³³. Las exigencias, no sólo territoriales, sino también de energía, agua y otros recursos serían tan desproporcionadas que evidenciaban claramente la imposibilidad de generalizar una dieta rica en proteínas y grasas animales a todos los habitantes del planeta; poniendo de nuevo sobre el tapete la cuestión distributiva frente al ideal del crecimiento: «Si toda la población come algo de carne — afirma R. Goodland— sólo 2.500 millones de personas podrán alimentarse. Esto excluye casi a dos tercios de la población actual. Y esta es la razón por la cual es tan importante para el mundo permanecer en los primeros eslabones de la cadena alimentaria: aquellos que están arriba deberán descender, y la población desfavorecida avanzar»³⁴.

La expresión «territorial» de esa mala distribución aparece cuando comprobamos que mientras la huella ecológica provocada por el consumo de vegetales es relativamente parecida entre diferentes territorios, existe una gran disparidad en lo concerniente a la huella asociada al consumo de productos animales³⁵. La Tabla 6.6. ilustra este hecho con contundencia: los ciudadanos de América del Norte presentan una huella ecológica asociada al consumo de carne 7,4 veces mayor que los habitantes africanos o casi 5 veces respecto de los asiáticos, triplicando a su vez la media asignada a la población mundial. Proporciones similares encontramos también en los habitantes de Oceanía y Europa donde las distancias presentan ordenes de magnitud semejantes. Si a los datos anteriores unimos la dosis de calorías tanto vegetales como animales ingeridas por las diferentes poblaciones veremos, por ejemplo, que aunque un norteamericano consume aproximadamente sólo un 50 por 100 más de calorías que un habitante del continente africano, el

Tabla 6.6.
Estructura de la huella ecológica de la alimentación por regiones del mundo, 1985-1995
(en hectáreas de tierra productiva estándar)

Región	Huella total (has/hab)		Huella vegetal (has/hab)		Huella animal (has/hab)		Porcentaje animal/total	
	1985	1995	1985	1995	1985	1995	1985	1995
África	0,191	0,197	0,149	0,160	0,042	0,037	22	19
Asia	0,182	0,212	0,146	0,156	0,036	0,056	20	26
América (Central y Sur)	0,297	0,315	0,182	0,191	0,115	0,124	39	39
Oceanía	0,442	0,422	0,166	0,167	0,276	0,255	62	60
Europa	0,413	0,380	0,190	0,182	0,223	0,198	54	52
América del Norte	0,524	0,545	0,241	0,268	0,283	0,277	54	51
Mundo	0,249	0,259	0,162	0,169	0,087	0,090	35	35

Fuente: White, Th., (2000): «Diet and the distribution...», *op. cit.*, p. 150. Los datos para 1985 son una media de 1984, 1985 y 1986. En el caso de 1995, se trata de una media de los correspondientes a 1994, 1995 y 1996.

creciente origen cárnico de las mismas hace que el impacto ambiental producido finalmente sea un 175 por 100 superior. Incluso se da la paradoja de que siendo, en 1995, mayores las calorías consumidas por el habitante medio europeo (2.231 kcal/hab/día) que las ingeridas por un habitante de Oceanía (1.975 kcal/hab/día), estos últimos presentaban una mayor huella e impacto ambiental que aquéllos, debido también a su mayor componente de kilocalorías animales³⁶.

Lo que nos lleva también a afirmar que las desigualdades en el impacto ambiental son superiores a las derivadas del estricto consumo de energía endosomática³⁷. Algo que se expresa en la alta proporción representada por la «huella animal» en el total de los países ricos donde alcanza valores en torno al 50-60 por 100, doblando casi la media mundial del 35 por 100 y triplicando la misma huella de los habitantes africanos y asiáticos.

Cabe subrayar además que, en la mayoría de los casos y países —sobre todo «ricos»— se detecta una constante bastante robusta: la asimetría entre la evolución de los requerimientos energéticos de la población —que se han mantenido prácticamente inalterados desde la prehistoria en torno a los 10 MJ/día— y la trayectoria seguida por el gasto alimentario que se ha disparado. Esto ha dado pie a profundizar en un doble divorcio que también viene de antiguo: el que se da entre las necesidades fisiológicas y el gasto monetario, y entre las propias necesidades y la ocupación territorial que produce su satisfacción. De aquí se desprende que los cambios en la dieta, más que incrementar el consumo físico de alimentos, derivan en una mayor presión sobre el área ecológicamente productiva, tanto del propio país como de terceros³⁸. Esta asimetría nos invita a reflexionar sobre el componente sociológico y cultural que cada vez más rodea el fenómeno del consumo alimentario, a la vez que denota las servidumbres impuestas por el peculiar modo de vida y organización social y laboral de las ciudades. Cabría entonces la posibilidad de precisar qué parte de los requerimientos territoriales o huella ecológica están asociados a la satisfacción de las necesidades fisiológicas de la población, y qué parte aparece entrelazada con la vertiente cultural y social de la propia alimentación. Estas consideraciones han llevado a un equipo de investigadores holandeses a diferenciar tres niveles de consumo, como forma de avanzar en la cuantificación de estas exigencias territoriales.

Sobre la base de una ingesta de 10 MJ/hab/día³⁹, podríamos definir, en primer lugar, un nivel *básico*, que lograría ese consumo energético a partir de una dieta de cereales (fundamentalmente trigo). Un segundo nivel, denominado de *subsistencia*, garantizaría ese aporte energético con las dosis diarias de nutrientes (pan, patatas, verduras, carne, leche, frutas, etc.) *recomendadas* por los organismos especializados. Por último, estaría lo que Gerbens-Leenes y sus colaboradores denominan el nivel *cultural*, que se correspondería con el patrón actual de consumo en las sociedades industrializadas⁴⁰. Y es precisamente al incorporar este último elemento cuando se da un paso adelante respecto de estudios y trabajos anteriores: pues mientras aquellos solían única-

mente comparar la dieta vegetariana respecto a una rica en carne, en este último caso se va más allá incorporando elementos como las bebidas y *mostrando que el consumo de te o café ocupa mayor espacio ambiental que alimentos tradicionales como la carne de cerdo o de pollo*. Estos elevados requerimientos territoriales permanecían en gran parte inestudiados en los análisis anteriores⁴¹. Cruzando entonces las cifras ofrecidas en la Tabla 6.7., con los datos de consumo de los hogares holandeses en 1990 se concluyó que cada hogar⁴² de ese país ocupaba por término medio 3.490 m², de los cuales el 43 por 100 se debía al consumo de sólo seis alimentos⁴³. Destaca, además, cómo las bebidas, dejadas de lado en otros estudios, han ido escalando puestos en el «ranking de impacto» con 368 m²/hogar (11 por 100) de los que 203 m², es decir, más de la mitad, recaían únicamente sobre dos bebidas: el café y el te. No debe sorprendernos, por tanto, que «...el área de terreno necesaria para estas dos bebidas fuera incluso mayor que los requerimientos territoriales de alimentos básicos como el pan, las patatas, las frutas o las verduras»⁴⁴. Y así lo muestra la Tabla 6.7.

Ahora bien, los resultados para el caso holandés se apoyan en una agricultura con elevados rendimientos que dificultan la extrapolación automática de las cifras a otros territorios. Es probable que los datos ofrecidos empeorasen considerablemente en aquellos países menos favorecidos por la productividad de sus tierras. Para salvar este escollo, el equipo holandés se afanó por traducir territorialmente estos consumos con vistas a la comparación internacional⁴⁵, pero

Tabla 6.7.
Requerimientos territoriales por clases de alimentos en Holanda (años 90)

Clase de alimento	Requerimientos de tierra (m ² /kg)	Clase de alimento	Requerimientos de tierra (m ² /kg)
Bebidas		Productos lácteos y huevos	
Cerveza	0,5	Leche entera	1,2
Vino	1,5	Leche semidesnatada	0,9
Café	15,8	Mantequilla	13,8
Té	35,2	Queso	10,2
Grasas		Huevos	3,5
Aceite	20,7	Cereales, verduras y frutas	
Margarina	21,5	Cereales	1,4
Otras	10,3	Azúcar	1,2
Carnes		Patatas	0,2
Vaca	20,9	Verduras (media)	0,3
Cerdo	8,9	Frutas (media)	0,5
Pollo	7,3		

Fuente: Gerbens-Leenes, P.W., et al., (2002): «A method for determine...», op. cit., p. 53.

Tabla 6.8.
Requerimientos de tierra para alimentación en diferentes países, 1995

País	Requerimiento de tierra relativo (unidades de tierra)*	Ingesta calórica (MJ/hab/año)
Dinamarca	130	5.991
Francia	118	5.241
Grecia	107	5.607
Italia	107	5.202
Austria	106	5.104
Bélgica/Luxemburgo	106	5.353
Irlanda	104	5.491
Holanda	102	4.672
España	101	5.028
Suecia	100	4.698
Finlandia	99	4.666
Alemania	98	4.851
Reino Unido	96	4.855
Portugal	95	5.008
Media Europea	105	5.126

(*) 100 unidades de tierra se corresponden con los requerimientos de tierra asociados al consumo per capita de Holanda en 1990, con los rendimientos agrícolas de este país.

Fuente: Gerbens-Leenes, P.W. y S. Nonhebel, (2002): «Consumption patterns...», *op. cit.*, p. 195.

dadas esas importantes diferencias en rendimientos, clima, etc., entre distintos países se decidió utilizar como referente comparativo los rendimientos de la agricultura holandesa en 1990. Tomando el consumo holandés *per capita* en ese año como igual a 100 unidades de tierra con esos rendimientos (equivalente al nivel *cultural*), las cifras demostraron que, para la propia Holanda, la satisfacción del nivel *básico* requería de 23 unidades de tierra, mientras que pasar al nivel de *subsistencia* exigía casi el triple, esto es, 67 unidades. Esto quiere decir que ascender hasta el nivel *cultural* de consumo alimentario exigió un tercio más (33 unidades de tierra) en términos territoriales.

En la comparación internacional para 1995 (sobre la citada base de 1990) se obtuvieron los resultados ilustrados por la Tabla 6.8., de la que merece la pena extraer algunas conclusiones. En primer lugar, aunque la media europea relativa se encuentre en 105 unidades, existen importantes diferencias entre países, reforzándose además un dato ya mencionado: no existe necesariamente correlación entre incremento energético y aumento de la ocupación de suelo, tal y como ponen de manifiesto la comparación entre Grecia y Francia o entre Italia y Austria. Por

ejemplo, en el caso de España, satisfacer la alimentación en 1995 implicaba un aumento del 1 por 100 en los requerimientos territoriales con los rendimientos propios de la agricultura holandesa. No obstante, es conveniente diferenciar la parte relativa al consumo fisiológico necesario de 10 MJ/hab/día —o 3.650 MJ/hab/año con dosis manejadas para el nivel de subsistencia— del resto de consumo alimentario. Aquí, por ejemplo, el europeo medio destina al uso estrictamente fisiológico el 70 por 100 de las 105 unidades de tierra, oscilando entre las 69 de Irlanda y las 82 de Francia. España se encontraría en una posición intermedia dentro de la UE destinando a este consumo aproximadamente el 76 por 100 del total, y eso a pesar de que es el país con mayor proporción de consumo de carne sobre la ingesta global⁴⁶.

La media europea se encuentra significativamente por debajo de Estados Unidos que la supera en un 34 por 100, siendo la causa principal la elevada proporción de carne (45 por 100) sobre el consumo total en el país norteamericano. Sin embargo, cuando descendemos más al detalle aflora otra diferencia: los europeos tienen un patrón de consumo en el que dominan más los productos lácteos que en el caso americano. Conjugando ambas circunstancias, si quisiéramos homogeneizar los patrones de consumo aumentando la utilización de carne en el «viejo» continente, e incrementando paralelamente el consumo de productos lácteos en Estados Unidos, las exigencias territoriales en Europa crecerían un 17 por 100, mientras que en Norteamérica aumentarían un 12 por 100⁴⁷. De todos modos, el reforzamiento de la dieta a través de variaciones —incluso «marginales»— encaminadas a *eleva*r el consumo de carne de una población ya saciada, aunque sean reducidas, tienen consecuencias ecológicas nada despreciables:

«...pequeñas modificaciones en los patrones de consumo alimentario pueden tener importantes impactos sobre el área requerida para producir estos alimentos. Por ejemplo, en Holanda, una comida caliente incluye carne, patatas, arroz o pasta, y verduras. Un ligero aumento en el consumo de carne en sólo un bocado (10 gramos) por habitante y día incrementaría la tierra necesaria en 103 m² por hogar y año (+3 por 100), mientras que el mismo aumento en el consumo de patatas produciría un incremento de sólo 2 m² por hogar y año (+0,005 por 100)»⁴⁸.

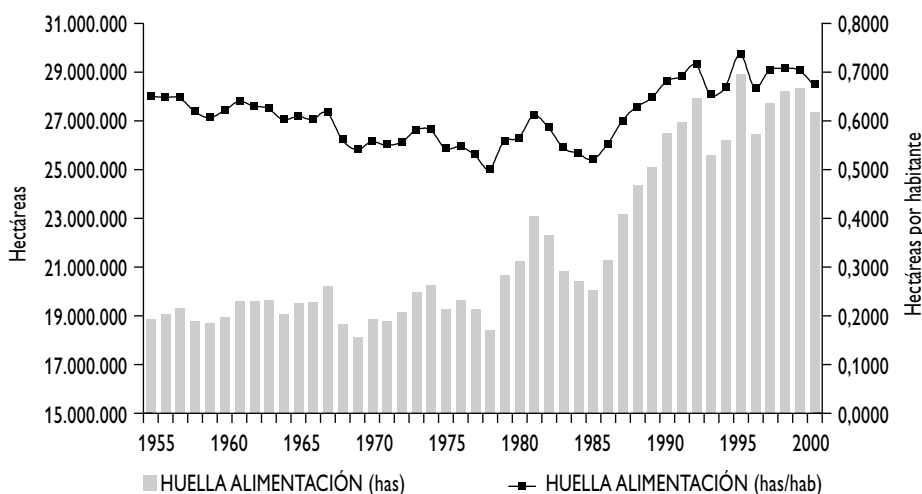
Resultados como los anteriores se dan, pues, de bruces con los argumentos que hacen descansar la solución del hambre en la extensión generalizada de la dieta euronorteamericana rica en carne. Algo difícil de admitir también cuando sabemos que: «...un acre de cereales puede producir entre dos y diez veces más proteínas que un acre destinado a la producción de carne de vaca. Lo mismo que un acre de leguminosas puede producir entre dos y veinte veces más que un acre destinado a la producción de carne»⁴⁹.

4.2. Evolución y cambios en la huella ecológica de la alimentación en España

Con estos mimbres vamos a explorar con algo más de detalle —y algunas diferencias metodológicas— el impacto ambiental en términos territoriales producido por el consumo alimentario en nuestro país, desde la década de los cincuenta hasta casi nuestros días. En este sentido, se puede recordar que algunas de las transformaciones mencionadas desde el punto de vista global también tuvieron su repercusión dentro de nuestras fronteras. En el capítulo dedicado a los recursos de biomasa, advertíamos que en 2000 la superficie de grano destinada a alimentación animal significaba ya el 69,3 por 100 del total, dejando el 30,7 restante para consumo humano directo. Este epígrafe, complementario de aquellas reflexiones, intentará analizar qué parte de la huella de deterioro ecológico reflejada en los cultivos se origina en la alimentación «vegetal» y qué fracción se debe a la ingesta de productos «animales». Sin olvidar que en el afianzamiento de la fracción animal dentro de la dieta ha tenido también mucho que ver el incremento del consumo de pescado.

Tal y como pone de manifiesto el Gráfico 6.3. entre 1955 y 2000 para satisfacer la demanda producida por el consumo de los principales alimentos la huella de deterioro ecológico ha aumentado un 10 por 100 pasando de los 6.515 a los 7.387 m²/hab en 1995 y 6.762 en 2000⁵⁰. Dado el crecimiento poblacional experimentado entre ambas fechas, este incremento *per capita* se ha saldado en términos absolutos —es decir, respecto a la cantidad total del territorio ocu-

Gráfico 6.3
Evolución de la huella ecológica de la alimentación en España, 1955-2000

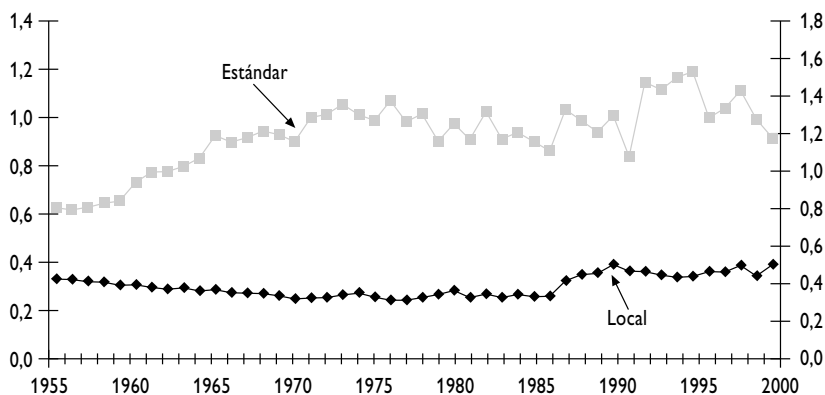


Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

pado para la alimentación— con una expansión de la superficie en casi el 50 por 100. No en vano, los 18,8 millones de hectáreas de 1955 se van a transformar en 28,9 millones en 1995 y 27,8 millones en 2000. Bien es verdad que es preciso mencionar la peculiar estructura que presenta esta huella «alimenticia» en el caso español. Por un lado, cabe diferenciar el componente terrestre expresado por la suma de huella ecológica asociada al consumo de cultivos agrícolas para alimento directamente humano, y las exigencias territoriales que acarrea la alimentación de ganado que sirve para el posterior consumo de carne en sus diversas formas. Además, a la vertiente terrestre se debe añadir la fracción de la dieta que tiene su origen en la captura de pescado, bien sea dentro o fuera de las propias aguas jurisdiccionales, y que denominaremos huella *marítima*. A la vista de las cifras ofrecidas tal vez sorprenda el tamaño de esta última huella.

En la explicación de este dato intervienen tanto la peculiar estructura geográfica de nuestro país rodeado de litoral, *la menor productividad de los mares en relación a otros territorios*, o la fuerte expansión tanto del consumo doméstico de pescado como de la flota española más allá de los límites asignados administrativamente. Aunque en términos *per capita*, el impacto espacial ha aumentado un 10 por 100 desde los años cincuenta hasta 2000, entre medias se han producido oscilaciones importantes y cambios en el origen territorial, sea éste doméstico o importado, de la huella marítima. Una evolución en la que destaca, por ejemplo, la reducción operada entre 1955-1975 y que llega hasta 1985, amparada en un ritmo de capturas muy superior al propio crecimiento en el consumo por habitante. Se pasa de consumir, en 1955, 26 kg/hab con unas extracciones de 62 kg/ha a demandar 41 kg/hab en 1975 con unas capturas de 120 kg/ha. *Obviamente, en este escenario, una reducción de la huella marítima no debe interpretarse mecánicamente como una mejora ambiental, pues a menudo encubre una política de capturas agresiva que, lejos de practicar extracciones sostenibles, acaba esquilmando el propio recurso pesquero*⁵¹. Y este es precisamente el caso de la economía española como consecuencia de la expansión y crecimiento de la flota pesquera interna y externa. Se hace, pues, necesario profundizar en la evolución de las rúbricas del propio indicador y sobre todo en sus valores *absolutos*, que efectivamente empeoran consecuencia de una especie de «efecto rebote». No obstante, la valoración de esta circunstancia también se puede realizar calculando la huella marítima con la metodología estándar, es decir, computando una productividad fija de los mares de 29 kg/ha y comparándola con el consumo *per capita* de España. De esta manera se obtiene una huella mayor para la economía española que presenta una trayectoria diferente de la huella marítima utilizada por nosotros y que se puede observar en el gráfico 6.4. En efecto, mientras en el caso estándar la productividad fija y sostenible lleva a que el incremento de la huella por habitante derivada del consumo de pescado se acerque al 47 por 100 entre 1955 y 2000, en el supuesto utilizado por nosotros ese aumento *per capita* alcanza el 14 por 100. Dado el carácter prudente de las estimaciones hemos preferido manejar principalmen-

Gráfico 6.4
Comparación entre la huella marítima estándar y la huella marítima
con «productividades» locales, 1955-2000
 (hectáreas por habitante)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Siendo difícil hallar datos específicos, las «productividades locales» se estiman, por analogía con la agricultura, en el sentido de «extracciones por hectárea» de mar.

te el segundo dato aunque siendo conscientes de las ventajas que también presenta en este caso la metodología estándar. No obstante, en varias tablas de este capítulo ofrecemos como «pro-memoria» la huella de la alimentación incorporando la cifra de la huella marítima estándar.

De cualquier modo, será a partir de la entrada de nuestro país en la CEE cuando se produzca un repunte de la huella marítima consecuencia, por un lado, de la leve pero progresiva reducción de las capturas por la sobreexplotación de los bancos autóctonos —que no llega a sus últimas consecuencias debido a la ocupación de caladeros en terceros países— y, de otra parte, un alza en el consumo aparente de pescado *per capita*, al calor también de la fuerte expansión de las importaciones netas⁵².

Aunque, con las variaciones señaladas, las huellas marítimas por habitante en 1955 y 2000 no sean muy diferentes según la metodología modificada, globalmente, las hectáreas ocupadas en *términos absolutos* lejos de reducirse se han incrementado también un 58 por 100. Esta circunstancia ha extendido nuestra acción sobre las aguas en más de 7 millones de hectáreas en 2000, superando ampliamente la propia Zona Económica Exclusiva (ZEE), lo que supone aproximadamente también un déficit que representa el mismo porcentaje respecto de dicha área de uso restringido. El problema es que no podemos confiar en una expansión indefinida de nuestra huella marítima para hacer frente a las exigencias de una dieta cada vez más rica en proteínas y calorías animales, y no sólo porque se haga a costa de terceros países. Como subraya oportunamente Ramón Margalef:

«La extracción de productos del mar por parte del hombre representa solamente 30 mg de carbono orgánico por metro cuadrado y año, una fracción pequeñísima de la producción primaria. Es, además, como el tres por ciento, aproximadamente, de la cantidad de materia orgánica que los ecosistemas continentales exportan a los oceánicos. Un rendimiento tan exiguo contrasta con las esperanzas puestas, en un pasado próximo, en el mar como despensa de la humanidad. Sabemos que, por unidad de superficie, el mar produce una tercera parte de lo que produce la tierra firme. Además esta producción no es utilizable ni directamente (fitoplancton) ni en los niveles más próximos de la cadena trófica. No podemos comer zooplancton, y las especies aprovechables que constituyen una parte importante de fitoplancton son pocas (...) Todo esto ayuda a comprender que sólo el dos por ciento de los alimentos que consume la humanidad (en calorías) procede de los océanos»⁵³.

El problema añadido estriba, además, en que la propia actividad pesquera se muestra efectivamente «cara» desde muchos puntos de vista: «Hay que pensar —recuerda el ecólogo catalán— que una caloría de pescado en el plato representa, por lo menos, de 8 a 10 calorías gastadas en exploración, pesca, refrigeración y transporte»⁵⁴. Cifras que, en modo alguno, pueden llevar a postular estas prácticas como una alternativa para la alimentación humana viable indefinidamente y a un coste soportable.

Pero dejemos, de momento, a un lado los requerimientos territoriales del consumo de pescado, y centrémonos en las exigencias que acarrea la alimentación con productos derivados, directa o indirectamente, de la tierra. Aquí vamos a tener en cuenta tanto la huella ecológica vinculada al consumo de productos vegetales como una estimación de los requerimientos territoriales asociados al consumo de carne procedente del ganado. En este último caso, consideramos que la carne consumida procede de animales alimentados a base de cereales grano (salvo el trigo y el arroz), de leguminosas grano (a excepción de las judías, las lentejas y los garbanzos), la soja (clasificada dentro de los cultivos industriales), y de cultivos forrajeros⁵⁵; todo según los rendimientos propios de nuestro país para cada año⁵⁶. Además, realizamos una estimación del grano necesario para alimentar al ganado cuya carne importamos, lo que podremos traducir a las correspondientes hectáreas de cultivo. Juntando estos elementos, obtenemos la superficie que cada año es necesaria para satisfacer el contenido animal (terrestre) de nuestra dieta, resaltando la amplitud creciente del impacto producido por esta actividad tan cotidiana.

En la Tabla 6.9. se recogen los requerimientos asociados tanto al consumo de productos vegetales de utilización «directa» por parte de la población⁵⁷, como al propio consumo de carne. Ambos consumos, sumados en la denominada huella terrestre, han pasado de requerir 2.307 m²/hab en 1955 a exigir 3.172 m²/hab en 1995, para descender finalmente a 1.964 en 2000. Expan-

Tabla 6.9.
Huella ecológica de la alimentación, 1955-2000 (*)
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
H.VEGETAL (m ² /hab) (1)	2.004	2.164	1.331	1.027	1.391	1.268	1.572	1.150
H.Trigo	1.498	1.621	752	535	707	611	937	735
H.Arroz	20	15	16	16	19	11	14	20
H.Judías	87	84	53	29	39	39	36	13
H.Lentejas	13	15	20	23	33	32	17	19
H.Garbanzos	97	90	48	34	28	26	65	38
H.Hortalizas	83	102	119	106	103	89	75	72
H.Tubérculos	125	138	110	86	73	58	54	33
H.Cítricos	4	19	27	31	31	25	27	23
H.Frutales	76	80	186	167	360	377	347	196
H.ANIMAL (m ² /hab) (2) = (3) + (4)	4.511	4.251	4.140	4.194	5.540	5.283	5.816	5.612
H. CARNE (m ² /hab) (3)	303	409	823	719	1.016	922	1.503	814
H. Bovino	135	157	249	159	199	187	257	156
H. Porcino	151	184	307	371	580	533	874	493
H. Ovino	5	5	5	6	7	7	8	6
H. Carpino	4	3	2	3	2	2	2	2
H. Aves	6	44	219	160	202	167	313	135
H. Conejo	3	17	41	22	25	27	50	22
H. PESCADO (m ² /hab) (4)	4.208	3.841	3.317	3.474	4.525	4.361	4.313	4.798
H.ALIMENTACIÓN (m ² /hab) (1 + 2)	6.515	6.414	5.481	5.221	6.932	6.551	7.387	6.762
H. Terrestre (1) + (3)	2.307	2.573	2.165	1.746	2.407	2.190	3.075	1.964
H. Marítima (4)	4.208	3.841	3.317	3.474	4.525	4.361	4.313	4.798
H.VEGETAL (has) (1)	5.806.568	6.611.098	4.711.998	3.944.383	5.414.499	4.955.615	6.159.138	4.655.822
H.Trigo	4.340.647	4.953.912	2.662.414	2.056.317	2.751.772	2.386.052	3.670.731	2.975.975
H.Arroz	58.417	44.790	55.032	61.362	72.350	44.665	56.662	81.300
H.Judías	251.767	255.457	189.230	111.658	151.303	153.024	140.953	54.360
H.Lentejas	38.531	45.752	70.900	87.258	126.478	124.344	65.205	78.192
H.Garbanzos	281.646	275.609	170.138	129.781	107.485	101.443	253.475	151.877
H.Hortalizas	240.305	312.403	420.387	405.888	401.593	348.055	294.454	292.343
H.Tubérculos	363.585	421.899	388.478	331.457	283.374	225.137	212.681	133.974
H.Cítricos	10.876	57.508	95.928	119.705	119.557	98.559	106.576	94.415
H.Frutales	220.796	243.767	659.491	640.957	1.400.588	1.474.336	1.358.401	793.387
H.ANIMAL (has) (2) = (3) + (4)	13.073.390	12.987.704	14.831.600	16.107.033	21.560.470	20.646.727	22.790.766	22.729.862
H. CARNE (has) (3)	878.560	1.250.712	2.949.244	2.763.106	3.953.029	3.604.068	5.890.464	3.296.845
H. Bovino	390.038	479.618	891.388	608.888	775.850	730.531	1.008.673	630.174
H. Porcino	436.370	562.860	1.099.340	1.424.188	2.257.959	2.081.849	3.423.335	1.997.991

Tabla 6.9.
Huella ecológica de la alimentación, 1955-2000 (*)
(años seleccionados) (continuación)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
H. Ovino	14.893	15.667	18.156	23.281	27.280	26.892	29.704	23.528
H. Caprino	11.703	7.847	7.088	9.703	8.628	8.803	8.461	9.025
H. Aves	17.669	134.263	785.473	612.639	787.711	652.230	1.225.174	546.462
H. Conejo	7.887	50.456	147.798	84.406	95.601	103.762	195.117	89.667
H. PESCADO (has) (4)	12.194.830	11.736.992	11.882.356	13.343.927	17.607.441	17.042.659	16.900.303	19.433.017
H. ALIMENTACIÓN (has) (1 + 2)	18.879.957	19.598.802	19.636.732	20.051.416	26.974.969	25.602.341	28.949.904	27.385.684
H. Terrestre (1) + (3)	6.685.128	7.861.810	7.754.376	6.707.488	9.367.528	8.559.682	12.049.601	7.952.667
H. Marítima (4)	12.194.830	11.736.992	11.882.356	13.343.927	17.607.441	17.042.659	16.900.303	19.433.017
PROMEMORIA								
H. Marítima con prodv. estándar (m ² /hab)	8.045	9.937	12.686	11.554	10.773	14.340	15.297	11.756
H. Marítima con prodv. estándar (has)	23.315.379	30.362.586	44.910.345	44.375.862	41.424.138	56.044.828	59.944.828	47.610.414
H. Alimentación con marítima estándar (m ² /hab)	10.352	12.510	14.681	13.300	13.180	16.530	18.371	13.719
H. Alimentación con marítima estándar (has)	30.000.507	38.224.396	51.972.920	51.083.350	51.291.666	64.604.510	71.994.429	55.563.081

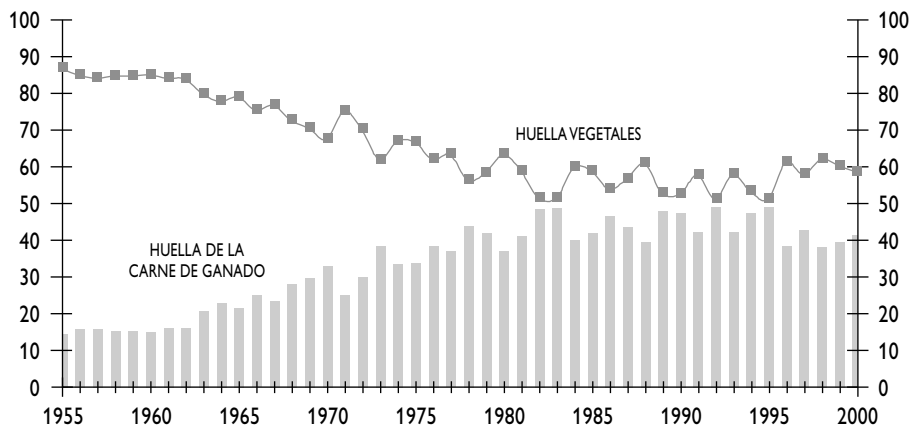
(*) Sólo se considera la huella de los animales sacrificados para consumo, no el total del ganado alimentado.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

sión que alcanza mayores cotas cuando lo traducimos a hectáreas totales pues la cifra de los años cincuenta que alcanza los 6,6 millones de hectáreas se transforma en 12,4 millones a mediados de los noventa y casi 8 millones en 2000, mostrando un incremento del casi el 20 por 100 hasta esa última fecha. Sin embargo, la tendencia general al alza esconde comportamientos particulares muy diferentes. Contrastando con la expansión global, han sido los productos vegetales la única gama que, en conjunto, presentan una huella *por habitante* en progresivo declive desde los años cincuenta, pues la ganancia de rendimientos por hectárea consecuencia de la «modernización» agraria ha sido muy superior al incremento en el consumo de este tipo de productos. De hecho, de no ser por el mal dato de 1995, relacionado con circunstancias climatológicas adversas, ni siquiera el crecimiento poblacional habría incrementado la ocupación *absoluta* de territorio por este motivo.

En efecto, mientras los 2.004 m²/hab de 1955 suponían 5,8 millones de hectáreas, los 1.572 m²/hab de 1995 supusieron 6,1 millones; si bien dos años antes, en 1993, apenas llegaban a 5 millones de hectáreas para acabar 2000 con 4,6 millones⁵⁸. Este descenso de la huella vegetal ha provocado un cambio importante en la estructura interna de la huella *terrestre*, pues de repre-

Gráfico 6.5
Composición de la huella ecológica de la alimentación en España, 1955-2000
 (porcentaje excluido el pescado)



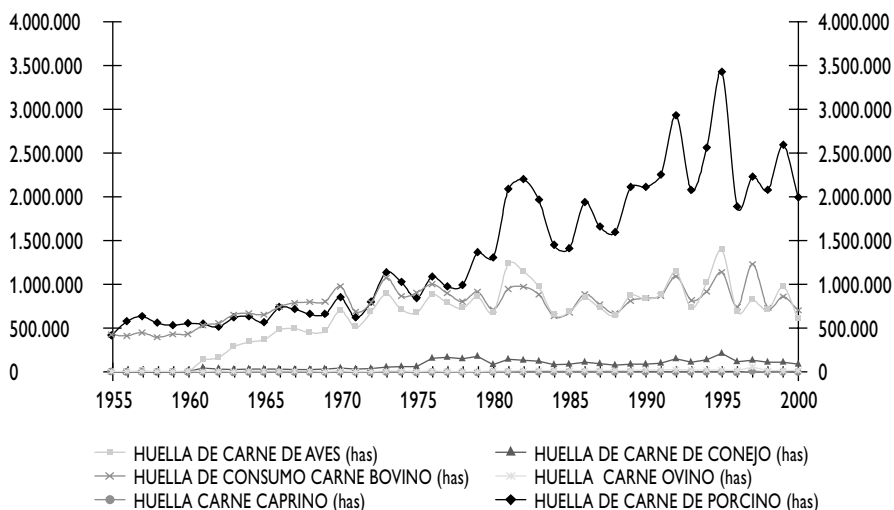
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

sentar el 87 por 100 de los requerimientos territoriales en 1955, ha pasado al 50-60 por 100 al acabar el siglo XX, tal y como refleja el Gráfico 6.5.

Como cabría esperar, este «declive vegetal» ha sido consecuencia de importantes modificaciones en el aparato productivo y en el consumo de las familias, empeñadas en favorecer la ingesta de productos y proteínas de origen animal en una secuencia, por lo demás, bastante contrastada que liga el crecimiento en la renta con la mayor demanda de productos cárnicos. Bien es verdad que, como ya vimos, se trató de una estrategia fomentada desde instancias políticas que favorecieron la transformación de la ganadería extensiva y la puesta en marcha de cebaderos de cría y engorde de ganado para satisfacer dicha demanda. Lo que explica que el consumo *per capita* de carne se haya incrementado en 7,1 veces desde 1955, saltando de los 14 kilos a los 114 de 2000; y, por lo tanto, que las exigencias territoriales por habitante consecuencia de este mayor consumo se hayan multiplicado por casi tres (de 303 m²/hab en 1955 a 814 m²/hab en 2000) y los requerimientos absolutos por casi cuatro veces, de las 878 mil hectáreas a mediados de siglo XX a los 3,2 millones de 2000. Hay que advertir que el principal causante de esta explosión en el impacto territorial viene de la mano del consumo de carne de cerdo, que en 2000 era responsable del 60 por 100 de la huella ecológica por este concepto, con 493 m²/hab y una ocupación espacial de 1,2 millones de hectáreas en 2000.

Con ligeros altibajos en el segundo puesto acompañan a la huella del consumo de carne porcina, la carne de vacuno y de pollo que rondaban a finales de los noventa el millón de hectáreas entre las dos, si bien en el último caso se ha producido una auténtica «explosión» que ha

Gráfico 6.6
Evolución de la huella ecológica relacionada con el consumo
de carne procedente del ganado, 1955-2000
 (hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 6.10.
Consumo per capita de algunos alimentos y sus requerimientos relativos de tierra, 1955-2000
 (años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Consumo por habitante (kg/hab)								
Productos vegetales	479,0	611,1	603,9	642,5	672,5	589,7	560,4	677,6
Trigo	139,4	143,4	121,6	139,6	173,9	149,5	138,3	222,7
Arroz	11,7	7,9	9,5	9,9	11,5	7,6	8,7	14,2
Judías	3,5	4,7	3,5	2,0	2,4	2,1	2,2	1,7
Lentejas	0,8	1,0	1,5	1,8	1,6	2,2	1,8	1,7
Garbanzos	5,2	4,4	2,4	2,1	2,1	1,8	1,9	2,7
Hortalizas	133,2	203,4	198,1	196,7	206,7	189,3	174,9	211,2
Tubérculos	145,1	163,6	151,7	154,7	141,5	105,8	105,8	84,8
Cítricos	5,2	33,3	37,3	50,6	58,8	45,1	49,8	47,6
Frutales	34,9	49,4	78,2	85,1	74,0	86,3	77,0	85,8
Carne de ganado	14,8	21,0	55,2	76,9	95,5	98,2	106,4	114,1
Carne de Bovino	4,8	5,9	13,6	11,2	13,0	13,3	13,3	14,1
Carne de Porcino	6,5	8,0	18,2	36,3	50,0	53,1	55,9	66,0
Carne de Ovino	2,6	3,4	3,9	5,0	5,8	5,7	5,7	5,6
Carne de Caprino	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5

Tabla 6.10.
Consumo per capita de algunos alimentos y sus requerimientos relativos de tierra, 1955-2000
(años seleccionados) (continuación)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Carne de Aves	0,4	2,7	18,0	21,8	24,4	23,2	28,0	25,2
Carne de Conejo	0,1	0,7	1,2	2,0	2,0	2,5	3,0	2,8
Pescado	23,3	28,8	36,8	33,5	31,2	41,6	44,4	34,1
Requerimientos territoriales (m²/kg)								
Productos vegetales (media simple)	4,2	3,5	2,2	1,6	2,1	2,1	2,8	1,7
Trigo	10,7	11,3	6,2	3,8	4,1	4,1	6,8	3,2
Arroz	1,7	1,9	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,4
Judías	25,0	17,9	15,5	14,5	16,5	18,4	16,3	7,8
Lentejas	16,2	26,5	12,8	12,6	20,4	14,7	62,4*	11,1
Garbanzos	18,5	20,3	19,7	15,8	13,1	14,7	33,6*	13,9
Hortalizas	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
Tubérculos	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
Cítricos	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Frutales	2,2	1,6	2,4	2,0	4,9	4,4	4,5	2,3
Carne de ganado (media simple)	20,5	19,5	12,0	9,4	10,6	9,4	14,1	7,1
Carne de Bovino	28,1	26,4	16,7	14,2	15,4	14,0	19,3	11,1
Carne de Porcino	23,1	23,0	13,3	10,2	11,6	10,0	15,6	7,5
Carne de Ovino	2,0	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,0
Carne de Caprino	8,6	7,0	5,5	5,6	5,6	5,6	6,1	4,8
Carne de Aves	16,6	16,5	9,5	9,5	8,3	7,2	11,2	5,4
Carne de Conejo	24,4	24,3	14,0	14,1	12,3	10,6	16,5	7,9
Pescado	180,4	133,3	93,9	103,7	144,8	104,9	97,2	140,75

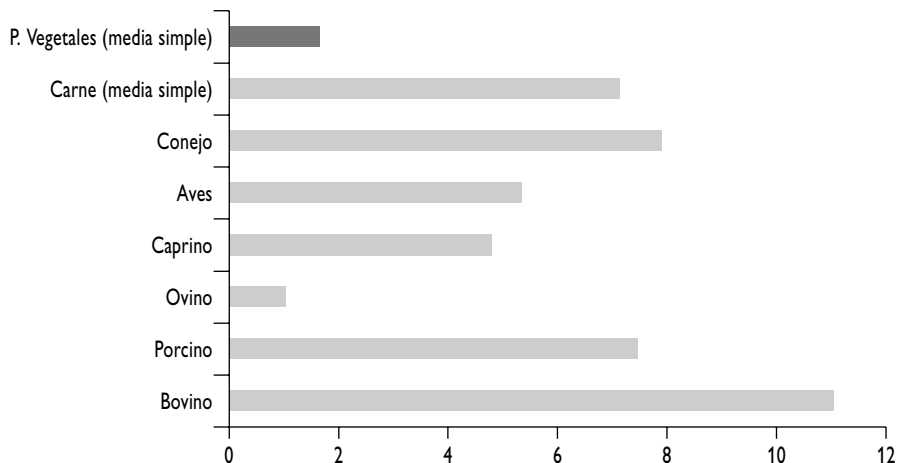
Nota: No está incluida la carne de equino por no tener la cría de este ganado una vocación básicamente alimentaria, ni tampoco la carne de otros animales por no tener cifras desagregadas completas. En todo caso, ambos consumos son muy minoritarios. El pescado incluye sólo las capturas frescas interiores y el saldo comercial con el exterior, pero no otro tipo de productos semielaborados.

(*) El espectacular crecimiento se debe a la mala cosecha de 1995 que, aumentando la superficie cultivada supuso una reducción de dos tercios en la producción, lo que implicó también un declive importante del consumo aparente que se reflejó así en un aumento espectacular de los requerimientos de tierra por kilogramo. El efecto es el mismo que una caída brusca en la productividad del suelo.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

tenido su traducción ambiental correspondiente. Bien es cierto que las exigencias de pienso por kilogramo de carne no son las mismas en cada especie ganadera y que la eficiencia en la conversión de grano en carne y proteínas animales varía de una especie a otra⁵⁹. Sin embargo, en este punto, por ejemplo, las ganancias ofrecidas en la transformación por parte del ganado porcino, o de las aves, respecto del ganado bovino, se suelen perder con los incrementos en el consumo de esas mismas especies, en otro documentado ejemplo de «efecto rebote».

Gráfico 6.7
Requerimientos territoriales por tipo de carne en España, 2000
(metros cuadrados por kilogramo)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Al poseer los datos de consumo por habitante, tipo de producto y huella ecológica *per capita* de cada alimento, es posible obtener una aproximación a las cifras de exigencias de espacio por kilogramo de producto y ver qué alimentos presentan mayor intensidad territorial en el consumo y cuáles menor. La Tabla 6.10. ilustra precisamente este hecho. Y lo hace resaltando, en primer lugar, el mayor ritmo de crecimiento en el consumo por habitante respecto del aumento de la huella ecológica de cada bien, lo que se explica por la tendencia al alza de los rendimientos de los cultivos que sirven de apoyo al consumo tanto de productos vegetales como del pienso para la alimentación animal. Esta situación desemboca en la convivencia de elevadas cifras de consumo *per capita* y reducción de los requerimientos de tierra por cantidad consumida desde 1955.

Los datos ofrecidos por la Tabla 6.10 e ilustrados por el Gráfico 6.7 para el caso del año 2000 revelan además que, a pesar de las ganancias en eficiencia, *un kilo de carne de bovino exige entre 11 y 20 m² para el cultivo de grano y forraje⁶⁰, que la misma cantidad de cerdo necesita entre 7 y 15 m², y que esta cifra asciende a 5-11 m² en el caso del pollo o 8-16 m² en el del conejo. Como media, cada kilogramo de carne demandaba a finales de la década de los noventa 7 m² de territorio para el cultivo de la alimentación del ganado correspondiente, mientras que la misma cantidad procedente de alimentos vegetales exigía cuatro veces menos territorio, es decir, 1,7 m² por kilo.*

Tendencias todas que al confrontarlas con el tonelaje total consumido *per capita* se vuelven, si cabe, más preocupantes: representando la carne ganadera sólo el 14 por 100 de los kilogramos ingeridos en 1995 supone casi el 50 por 100 de la huella terrestre alimentaria. Es cier-

Tabla 6.11.
Composición de la dieta en España, 1961-2000
 (datos por habitante y día para los años seleccionados)

	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Calorías (Kcal)	2.631	2.990	3.120	3.340	3.289	3.249	3.352
Vegetales (%)	87	79	76	73	74	74	72
Animales (%)	13	21	24	27	26	26	28
Proteínas (gr.)	79	93	99	106	107	106	110
Vegetales (%)	67	50	43	41	39	39	37
Animales (%)	33	50	57	59	61	61	63
Grasas (gr.)	68	102	123	144	144	142	150
Vegetales (%)	67	61	60	59	60	59	59
Animales (%)	33	39	40	41	40	41	41

Fuente: FAO, (varios años): *Food Balance Sheets*, Roma.

to que las tres leguminosas consideradas (judías, lentejas y garbanzos) hacen gala de unos requerimientos relativos bastante elevados aunque se recordará por la Tabla 6.9. que su bajo consumo hace que la huella por habitante sea bastante más reducida que la de carnes como el bovino o el porcino. Aún así, el alimento que mayor impacto tiene desde este punto de vista es el pescado que con apenas el 6 por 100 de consumo *per capita* acumula por sí solo el 71 por 100 de la huella alimentaria total. Algo que está directamente relacionado con la baja productividad de los mares en la satisfacción de este tipo de consumo.

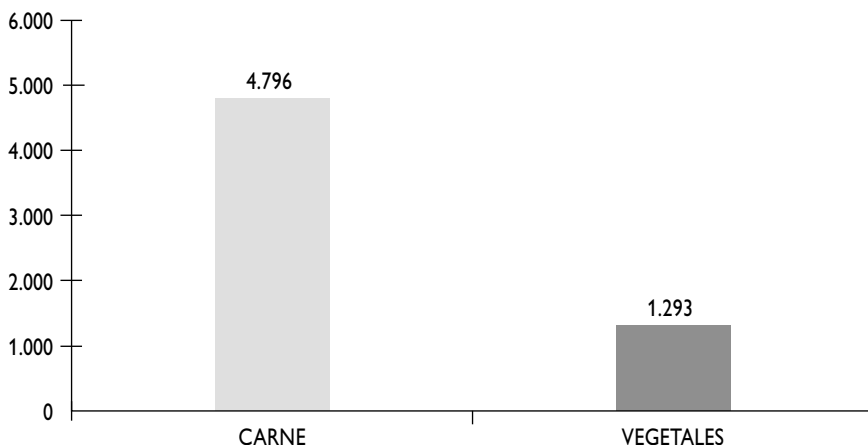
Si damos un paso más y transformamos el tonelaje consumido en kilocalorías por habitante, los datos nutricionales desde los años sesenta reflejan que en la evolución de los productos vegetales y animales comentada páginas atrás aflora un creciente protagonismo de las calorías, proteínas o grasas de origen animal. En el primero de los casos, el paso de una ingesta de 2.631 kcal/hab/día en 1961 a 3.352 kcal/hab/día en 2000 ha supuesto un incremento energético del 27 por 100, es decir, de 721 Kcal (Tabla 6.11).

Un crecimiento procedente en un 80 por 100 (579 kcal) de la vertiente animal de la alimentación (carne, pescado y derivados), que ha llevado al aumento de este componente calórico en la dieta desde el 13 al 28 por 100. Mayor ha sido, no obstante, esta evolución para las proteínas, donde las originadas en el consumo de derivados cárnicos (incluido el pescado) han desplazado a las proteínas vegetales de su lugar hegemónico a mediados de siglo.

Una vez que disponemos de datos que revelan la ingesta de calorías totales, la proporción de éstas originadas en la alimentación vegetal y animal (incluido pescado), y la huella de deterioro ecológico asociada con la propia dieta, podemos vincular ambas cifras y determinar la evo-

lución manifestada por un indicador— que nos informe de la *huella de deterioro ecológico por kilocaloría, proteína o grasa ingerida*⁶¹, distinguiendo también las de origen animal de las procedentes de alimentos vegetales. Cabe subrayar, sin embargo, que las proporciones mostradas en la Tabla 6.11. incluyen todo tipo de alimentos, algunos de ellos no considerados en el cálculo de la huella ecológica (leche, huevos, aceite, vino, etc.) por lo que al cotejarlos con las cifras de requerimientos territoriales hay que tenerlo en cuenta. Ya vimos que el impacto producido por la dieta rica en carne es muy superior al rastro dejado por una alimentación menos intensiva en kilocalorías animales. En el caso de España, a finales de los noventa, *mientras las calorías de origen animal (pescado incluido) representaban el 28 por 100 de la ingesta total, eran sin embargo responsables del 82 por 100 de la huella ecológica dejada por la alimentación*. Más sorprendente es, por ejemplo, que las 64 kcal/hab/día que aportaba el pescado en 1995, es decir el 2 por 100 del total, tenían una repercusión mucho más desproporcionada, pues sólo ellas eran responsables del 70 por 100 de la huella alimenticia total en 2000. Circunstancia reflejada en que el impacto por millón de kilocalorías de la carne era a finales del siglo pasado 3,7 veces superior al derivado del consumo de productos vegetales, llegando esta cifra a las 100 veces en el caso del pescado. O, lo que es lo mismo: *mientras que para conseguir un millón de kilocalorías a partir del consumo de carne se necesitaban 4.796 m² de territorio (15 hectáreas en el caso del pescado), el mismo aporte energético se podía obtener con 1.293 m² destinado al cultivo de alimentos vegetales* (Gráfico 6.8.). Hay que advertir que en una primera fase, hasta los años setenta y comienzos de los ochenta, las dife-

Gráfico 6.8
Impacto ecológico por kilocaloría ingerida en España, 2000
 (metros cuadrados por millón de kilocalorías)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 6.12.
Impacto territorial por energía consumida con la alimentación en España, 1961-2000

	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Impacto calórico relativo total (m ² /millón Kcal)	6.679	5.083	4.584	5.686	5.457	6.229	5.527
Carne	12.461	10.567	6.257	7.046	6.223	10.118	4.796
Pescado (has/millón Kcal)	22,3	17,0	20,2	20,6	16,8	18,4	15,8
Vegetales	2.603	1.576	1.192	1.556	1.433	1.802	1.293
Impacto proteínico relativo total (m ² /Kg. proteína)	222	164	145	179	168	191	168
Carne	150	117	75	88	78	126	61
Pescado	1.367	1.069	1.236	1.252	1.057	1.115	1.027
Vegetales	112	81	66	88	83	104	76
Impacto de grasas relativo total (m ² /Kg. grasa)	259	149	116	132	124	142	123
Carne	173	155	88	97	85	140	65
Pescado	1.196	662	567	821	791	782	888
Vegetales	130	60	38	45	40	51	36

Nota: Los diferentes impactos tienen en cuenta la relación correspondiente entre huella total de alimentación y calorías, proteínas y grasas totales, huella vegetal y calorías, proteínas y grasas vegetales, y huella animal (de carne y de pescado) respecto a las correspondientes calorías, proteínas y grasas animales.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico

rencias totales se redujeron conforme los rendimientos mejoraban por encima del consumo, pero desde esa década, el crecimiento en el número total de calorías y el recurso al pienso compuesto importado supera con creces las ganancias de productividad de los cultivos-grano domésticos, empeorando el impacto ecológico total de la dieta por kilocaloría ingerida y sus correspondientes fracciones animal y vegetal. De todos modos, la mejora inicial y el posterior empeoramiento se han llevado a cabo simultáneamente con la exportación del impacto ambiental hacia el resto del mundo.

Pero la alimentación no es sólo una cuestión de aporte energético. También deben estar presentes proteínas y otros compuestos vitamínicos y elementos nutritivos. Dado que tenemos datos de las proteínas y las grasas ingeridas podemos realizar la misma operación para estos componentes de la dieta y ver cómo ha evolucionado el impacto territorial por gramo de proteína o grasa consumida. La Tabla 6.12. será de gran ayuda a este respecto ya que también refrenda la mayor eficiencia de los alimentos vegetales en la obtención de proteínas y grasas respecto a la carne y el pescado, con una senda muy similar a la descrita para el caso de los aportes energéticos, pero con menores diferencias que en aquella ocasión.

Llegados aquí cabe hacer una importante matización. En lo que concierne a la huella del consumo de carne, sólo nos hemos referido hasta ahora al impacto provocado por la alimenta-

Tabla 6.13.
Requerimientos de tierra necesarios (huella ecológica) para la alimentación
de la cabaña ganadera total con piensos, 1955-2000
(ganado vivo y sacrificado para consumo)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
H. Cultivos para pienso (has/hab)	0,1517	0,1568	0,2302	0,2042	0,2023	0,1890	0,2590	0,1979
H. Cultivos para pienso (miles has)	4.396.137	4.792.313	8.149.743	7.844.005	7.873.555	7.384.973	10.148.357	8.013.335
H. Pienso importados netos (ha/hab)		0,0016	0,0046	0,0138	0,0281	0,0261	0,0278	0,0309
H. Pienso importados netos (has)		49.379	161.303	528.381	1.095.249	1.020.482	1.090.740	1.250.443
H. GANADO TOTAL (ha/hab)	0,1517	0,1585	0,2348	0,2180	0,2305	0,2151	0,2868	0,2287
H. Carne consumida	0,0303	0,0409	0,0823	0,0719	0,1016	0,0922	0,1503	0,0814
H. Animales vivos	0,1214	0,1175	0,1524	0,1460	0,1289	0,1229	0,1365	0,1473
H. GANADO TOTAL (has) (A)	4.396.137	4.841.692	8.311.046	8.372.387	8.968.804	8.405.455	11.239.097	9.263.779
H. Carne consumida	878.560	1.250.712	2.949.244	2.763.106	3.953.029	3.604.068	5.890.464	3.296.845
H. Animales vivos	3.517.577	3.590.980	5.361.802	5.609.281	5.015.775	4.801.387	5.348.633	5.966.933
PROMEMORIA								
H. Cultivos agrícolas (has/hab)	0,4926	0,4936	0,4931	0,4722	0,4694	0,4798	0,5204	0,5055
H. Cultivos agrícolas (has) (B)	14.276.031	14.492.614	14.686.825	14.289.116	14.427.605	14.599.935	15.900.801	15.681.340
(A) / (B) x 100	30,8	33,4	56,6	58,6	62,2	57,6	70,7	59,1
Superficie nacional disponible dedicada a grano para alimentación del ganado (has) (C)	4.369.030	4.384.320	5.922.308	6.766.742	6.750.683	5.571.064	5.899.5865	5.838.681
Déficit ecológico de alimentación de ganado con grano (has) = (A) - (C)	-27.107	-457.372	-2.388.738	-1.605.645	-2.218.121	-2.834.391	-5.340.126	-3.425.098

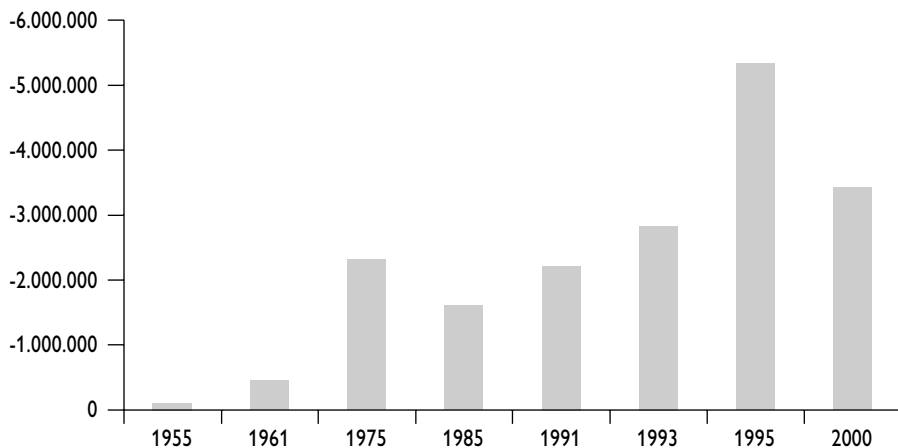
Nota: Existe además una parte importante de la alimentación del ganado que procede de las importaciones de piensos compuestos elaborados industrialmente que es preciso estimar para cerrar bien la contabilización pero que, ante la falta de datos sobre la proporción del pienso importado dedicado a la alimentación del ganado únicamente sacrificado, no hemos computado en la huella de la dieta.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

ción del ganado que posteriormente se sacrifica. Sin embargo, la economía española destina también importantes extensiones de terreno agrícola para la alimentación del resto de animales (reproductores, vacas lecheras, ganado en cebo no sacrificado, etc.) que consumen pienso y forrajes. Por lo tanto, a la hora de estimar la ocupación de espacio ambiental por parte de la alimentación de la *totalidad del ganado* (sacrificado para consumo de carne y el que se mantiene vivo) es preciso agregar la huella de los cultivos destinados a cereales pienso, más la huella ecológica asociada con la importación neta de piensos compuestos elaborados en el resto del mundo y que sirven para nutrir nuestra cabaña ganadera.

Como indica la Tabla 6.13 la huella ecológica total por este concepto se ha multiplicado por 1,9 en términos *per capita* y por 2,5 desde el punto de vista global, ascendiendo a mediados

Gráfico 6.9
Déficit ecológico de superficie necesaria para la alimentación del ganado en España, 1955-2000
 (hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

de los noventa a 11 millones de hectáreas, repartidas casi al 50 por 100 entre la superficie necesaria para alimentar a los animales sacrificados y la nutrición del resto de la cabaña. Como era esperable, el grueso de ese incremento es atribuible en un 85 por 100 al aumento de la huella asociada a los cultivos para piensos, ya sea en nuestro propio territorio, ya sea en terceros países. Lo que casa bien con anteriores manifestaciones en las que recalcábamos la masiva afluencia de importaciones de soja y maíz al servicio de la estrategia ganadera productivista, dando lugar al incremento del déficit ecológico y la creciente ocupación de suelo en el resto del mundo. En la misma línea, los piensos importados, con un crecimiento en casi un millón de hectáreas a mediados de los noventa representaron el 15 por 100 del incremento de la huella «cárnica» total. *No en vano, cuando se comparan las exigencias con las disponibilidades de tierras agrícolas dedicadas a estos menesteres dentro de nuestras fronteras, se percibe que los 5,8 millones de hectáreas de 1995 apenas alcanzan a cubrir la mitad de nuestras «necesidades», arrojando en 2000 un déficit territorial de 3,4 millones de hectáreas por el cultivo de grano y forraje para el ganado.* Una circunstancia paradójica habida cuenta que, mientras se acudía al resto del mundo para satisfacer los requerimientos alimentarios, se dejaban caer en el olvido los millones de hectáreas dedicadas a pasto, masivamente infrautilizadas por la baja carga ganadera que aprovecha a diente los recursos pascícolas peninsulares⁶².

En resumidas cuentas, hemos tratado de mostrar cómo el patrón de consumo alimentario influye en el impacto ecológico ejercido por la población española, destacando que en la mayoría de los casos se confirman los análisis realizados desde hace años para otros países en los que

el componente animal en la dieta (sea éste carne o pescado) está cada vez más presente. La especial situación geográfica de nuestro territorio y el ser uno de los principales consumidores de pescado a nivel mundial hace que la fracción marina de la huella alimenticia sea especialmente llamativa, lo que se complementa con la relevancia que ha adquirido la huella ecológica que acarrea el consumo de carne procedente del ganado. En definitiva que si, como ya se recordaba siglos atrás, «toda carne es hierba»⁶³, sería un error no completar la frase con la parte procedente de aguas adentro, esto es, con el plancton.

5. DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LOS CULTIVOS Y LA ALIMENTACIÓN A LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA ACTIVIDAD AGRARIA

Por razones metodológicas los cálculos presentados páginas atrás sólo incorporaban 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 (energía, fertilizantes, maquinaria y piensos importados), comprobaríamos que los resultados serían todavía más impactantes. En un trabajo reciente⁶⁴, X. Simón ha mostrado que el rastro dejado por la huella ecológica de la agricultura para finales de los setenta (1977-78) rondaría los 30 millones de hectáreas llegando a comienzos de los noventa (1993-1994) a los 44 millones. En uno u otro caso, estaríamos hablando de territorios que superan sobradamente la superficie que nuestro país dedica a labores de cultivo. Con este antecedente en mente, nos ha parecido oportuno extender el análisis realizado por el economista gallego a los cuarenta y cinco años que venimos considerando, para lo que hemos tenido que hacer alguna modificación metodológica que afectará a los resultados obtenidos⁶⁵. A este intento de estimación a largo plazo intenta responder la Tabla 6.14, poniendo de relieve las exigencias «territoriales» derivadas de la utilización de inputs externos a las explotaciones agrarias. Unas servidumbres que no son más que el corolario «espacial» de la profunda transformación sufrida por el campo español desde los años sesenta, ya comentada en otros capítulos. El resultado global ha sido que la huella necesaria para disponer de los inputs agrícolas se ha multiplicado por 34 veces desde 1955, llegando casi a los 77 millones de hectáreas en 2000. En esta evolución ha sido determinante el comportamiento de un input de especial trascendencia: *la expansión de la potencia instalada a través de la maquinaria agrícola (tractores, cosechadoras y motocultores) ha alcanzado tal cota que su sustitución por tracción animal supondría, con los rendimientos de 1992-1993, el cultivo de casi 60 millones de hectáreas para alimentar al ganado; cifra muy superior*

Tabla 6.14.
Huella ecológica de la agricultura como actividad productiva, 1955-2000

Período	Fertilizantes (has)	Energía (has)	Tracción (has)	Pienso (*) (has)	TOTAL (has)
1955	995.275	—	1.634.256	—	2.629.531
1961	1.532.408	459.846	3.882.384	49.379	5.924.016
1975	3.715.811	2.369.461	29.323.867	161.303	35.570.442
1985	4.223.048	3.439.691	50.746.959	563.606	58.973.304
1991	5.180.331	2.271.030	54.565.232	1.202.498	63.219.091
1993	4.348.940	2.512.091	56.347.242	1.094.380	64.302.654
1995	5.115.595	2.719.591	58.869.190	1.000.445	67.704.820
2000	6.117.467	2.964.360	67.637.993	1.146.927	77.866.747

(*) Para evitar doble contabilización con cultivos se considera sólo el pienso concentrado importado transformado a hectáreas bajo los supuestos de rendimientos establecidos en el anexo metodológico.

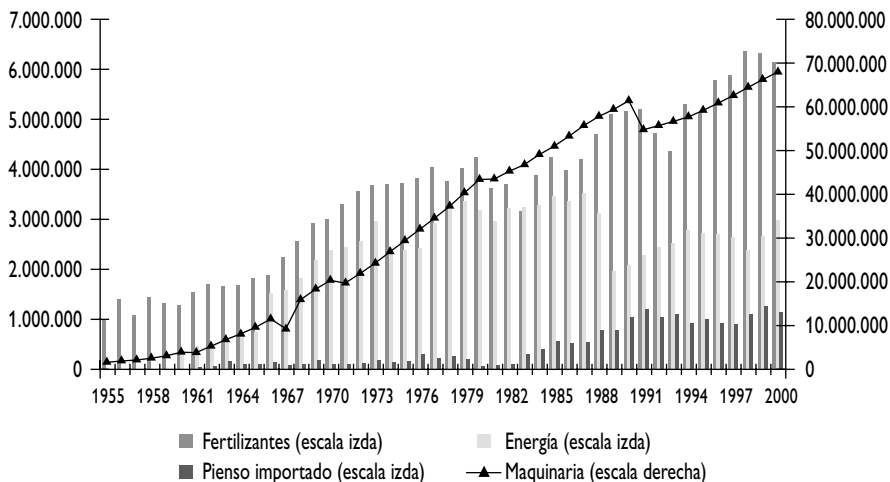
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

a los 36,7 millones de hectáreas estimadas por X. Simón para 1993-1994⁶⁶. Esto de por sí supera ya la superficie geográfica nacional, equivaliendo a cuatro veces el total cultivado en 1994-1995.

El cálculo de la huella ecológica asociada a los factores productivos utilizados en la actividad agraria sirve para compensar el juicio «positivo» que produce la reducción de la huella ecológica de los cultivos cuando aumentan los rendimientos locales, sobre todo entre 1995 y 2000. En efecto, es preciso equilibrar el realismo que acompaña a la utilización de productividades propias del país calculando el coste físico y territorial que incorpora esa mejora de los rendimientos. Cuando se realiza esta operación llegamos a la conclusión de que, por ejemplo, la reducción de la huella de cultivos total de 3,8 millones de hectáreas entre 1995 y 2000 se ve más que compensada por el aumento en más de 10 millones de hectáreas que por las mismas fechas refleja la huella de los factores productivos utilizados (fertilizantes, maquinaria, etcétera) necesaria para conseguir la merma de la anterior. Tal y como muestran los Gráficos 6.10 y 6.11, la expansión de la huella relacionada con la maquinaria ha sido espectacular en estas últimas décadas —arrastrando fundamentalmente al total— aunque el resto de componentes han incrementado también su valor a buen ritmo.

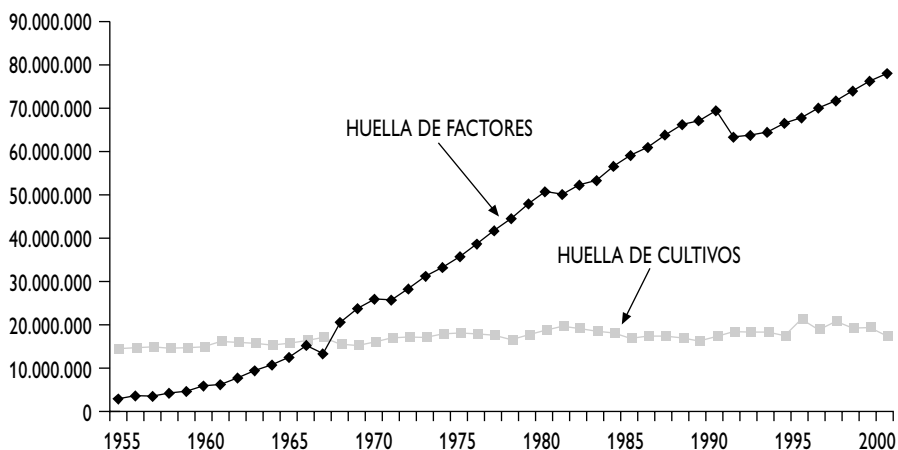
La preponderancia de la huella asociada a la utilización de tractores y cosechadoras no debe hacernos olvidar que la suma del resto de componentes alcanzaba en 2000 los diez millones de hectáreas, es decir, en torno al 70 por 100 de la superficie cultivada en ese año, y casi el 60 por 100 de la huella de los cultivos agrícolas para esa misma fecha. Por ejemplo, la huella

Gráfico 6.10
Huella ecológica de los factores productivos agrícolas, 1955-2000
 (hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Gráfico 6.11
Evolución comparada de las huella de los cultivos y de la huella de los factores productivos agrícolas, 1955-2000
 (hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

producida por la utilización de fertilizantes inorgánicos, cuya sustitución por abono orgánico a partir de procesos de vermicompostaje, requeriría a finales de los noventa una superficie de más de 6 millones de hectáreas —territorio necesario para alimentar al ganado productor de

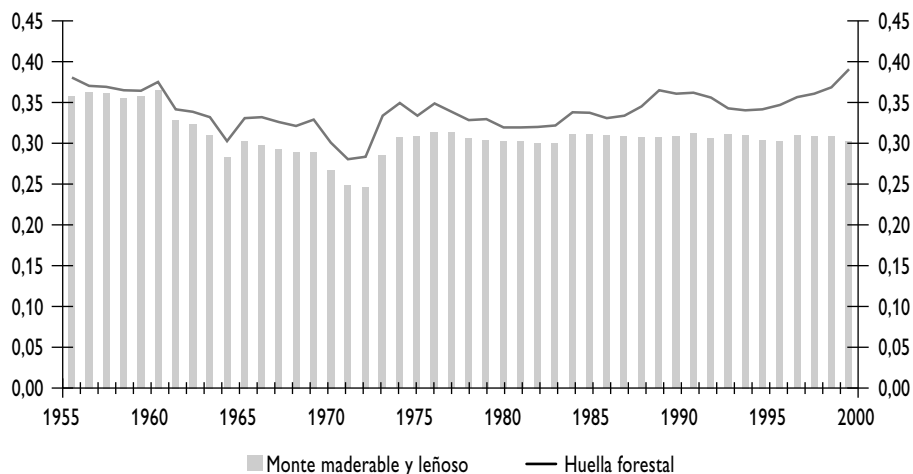
estiércol—. O la tierra necesaria para sustituir las importaciones de pienso elaborado industrialmente que ha multiplicado por más de diez su dimensión desde los años sesenta, exigiendo ya más de un millón de hectáreas, es decir, casi el 6 por 100 del total cultivado en 2000. Por último cabe señalar que la evolución experimentada por el territorio necesario para absorber las emisiones de CO₂ consecuencia del consumo energético agrícola ascendía en 1994-1995 a 2,7 millones de hectáreas, casi cuatro veces las estimadas en su día por X. Simón⁶⁷. El gráfico 6.10 aparecería así como el reflejo territorial de la estrategia productivista descrita para el campo español en el capítulo cuarto que tan exigente en energía, agua y nutrientes se ha demostrado. Lo que, por otro lado, justificaría el creciente divorcio que se ha venido produciendo desde los años sesenta entre los requerimientos territoriales asociados a los cultivos y las exigencias de hectáreas que acarrea la utilización masiva de maquinaria, fertilizantes y energía en la agricultura (Gráfico 6.11).

6. LA CONTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE PRODUCTOS FORESTALES A LA HUELLA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

Después de los productos agrícolas y pesqueros, no podemos dejar de reseñar la importancia que la huella forestal tiene dentro del total español desde los años cincuenta. A la hora de cuantificar el espacio ambiental ocupado por el consumo de productos forestales (madera y leña⁶⁸) y pastos, conviene tener presentes las reflexiones que, en capítulos anteriores, vertíamos en relación a la utilización de los flujos físicos de biomasa. Pues si tomamos en consideración, en primer lugar, los aspectos relacionados con el consumo de madera y leña, notaremos que la estrategia *productivista* ha rendido sus «frutos» también desde el punto de vista territorial. Para determinar este impacto hemos restringido la superficie forestal a aquella considerada como monte maderable y monte leñoso, habida cuenta que el principal aprovechamiento del tercer tipo de superficie forestal considerado en las estadísticas —el monte abierto— son los pastos y la montanera. En cada caso se han confrontado los consumos aparentes *per capita* con las extracciones o rendimientos por hectárea, sumándolos más tarde para así obtener la huella conjunta.

El Gráfico 6.12. recoge la evolución de la huella por habitante debida a este concepto. En términos globales, para abastecimiento de madera y leña, cada ciudadano hemos pasado de ocupar 3.891 m² a mediados del siglo XX a requerir 3.997 m² en el año final de la centuria. Este estancamiento global en los requerimientos *per capita*, encubre un aumento considerable de la

Gráfico 6.12
Huella ecológica de productos forestales (madera y leña) y superficie disponible, 1955-2000
 (hectáreas por habitante)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

huella maderera y una reducción espectacular de la huella atribuida al consumo de leña. Es obvio que, tal y como recogíamos en el capítulo cuarto (Gráfico 4.11), mientras en los años cincuenta la utilización de la leña era hegemónica desde el punto de vista de los aprovechamientos energéticos, la consolidación de la estrategia forestal descrita en aquellas mismas páginas hizo que desde comienzos de los setenta la extracción de madera para abastecimiento de las industrias *desintegradoras* (pastas de papel, etc.) ganara peso velozmente; situación que se refleja en el fuerte incremento de la superficie de monte maderable y del consumo desde 1955. De hecho aunque el consumo aparente por habitante de esta materia prima se incrementó en 2,9 veces entre 1955 y 1985, pasando de 99 kg a 295 kg, la expansión en el ritmo de extracción doméstica fue superior, multiplicándose por 3,4 veces (de 386 kg/ha a 1.311) para el mismo período. Este crecimiento en los «rendimientos» mayor que el consumo para casi todos los años hizo que la senda descrita por la huella *per capita* presentara una trayectoria descendente hasta mediados de los ochenta, aunque la huella total *absoluta* en hectáreas, habida cuenta el crecimiento poblacional, experimentase un aumento del 16 por 100, demandando en 1995 una extensión de monte maderable que llegaba a los 8,7 millones de hectáreas mientras que la superficie disponible para esos fines en nuestro país se estimaba en 7,2 millones. En los últimos cinco años de la década de los noventa el consumo de madera se acentuó acarreado un incremento de la huella por habitante en un 14 por 100 a la vez que un incremento de casi 3 millones de hectáreas en la huella total de 2000.

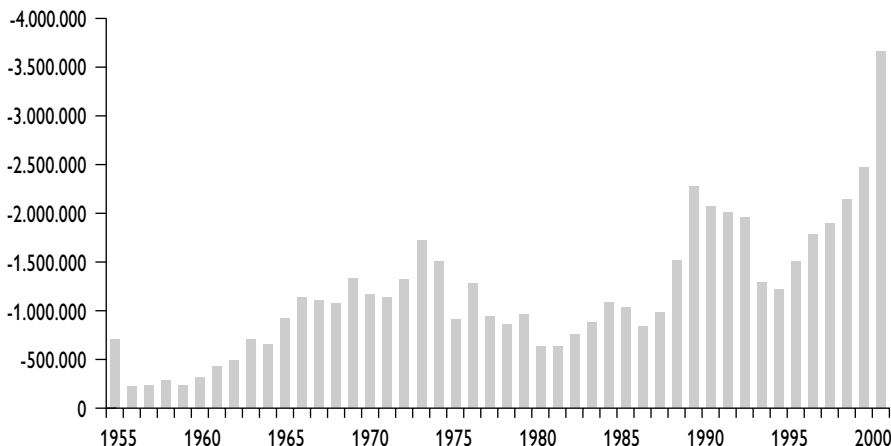
Tabla 6.15.
Huella total, déficit y superficie destinada a productos forestales, 1955-2000
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Huella total (hectáreas por habitante)	0,3891	0,3494	0,3412	0,3449	0,3702	0,3502	0,3492	0,3997
Madera	0,1893	0,1892	0,2072	0,2157	0,2379	0,2262	0,2227	0,2727
Leña	0,1998	0,1602	0,1340	0,1292	0,1322	0,1241	0,1265	0,1269
Huella total (miles de hectáreas)	11.276	10.675	12.076	13.245	14.405	13.687	13.685	16.186
Madera	5.487	5.781	7.333	8.283	9.259	8.839	8.728	11.045
Leña	5.789	4.894	4.743	4.962	5.146	4.848	4.957	5.141
Superficie (miles de hectáreas)	10.569	10.244	11.165	12.211	12.391	12.398	12.181	12.524
Monte maderable	4.779	5.349	6.396	7.252	7.253	7.368	7.216	7.469
Monte leñoso	5.790	4.895	4.769	4.959	5.138	5.030	4.965	5.055
Déficit (-), excedente (+) ecológico (miles has)	-708	-431	-911	-1.034	-2.014	-1.289	-1.504	-3.662
Monte maderable	-708	-432	-937	-1.031	-2.006	-1.471	-1.512	-3.576
Monte leñoso	—	1	26	-3	-8	182	8	-86
Consumo aparente (Kg/hab)								
Madera	99	125	249	282	333	286	330	356
Leña (1)	203	531	81	59	73	66	89	61
Rendimientos extracción (kg/ha)								
Madera	527	660	1.205	1.311	1.401	1.266	1.482	1.306
Leña (1)	1.019	3.320	605	464	553	535	706	481

(1) El incremento tan importante tanto del consumo aparente como la extracción se debe a que, a partir de 1956, se computa la leña de tojo con escaso valor económico y desde 1958 la leña obtenida fuera del monte, aunque a partir de 1973 se excluye la destinada a cama de ganado. Fuente: Véase el Anexo Metodológico. Las posibles discrepancias se deben al redondeo.

Así pues, el déficit ecológico *per capita* por el consumo de madera se multiplicaba por dos, pasando de los 702 m² en 1955 a los 1.512 metros cuadrados ocupados más allá de las fronteras a finales de los noventa. La importancia de la leña fue mucho más residual en la composición de este desequilibrio, dado que el recurso al resto del mundo para el abastecimiento ha venido siendo más moderado, de tal suerte que la madera ha dominado tanto las tendencias a largo plazo como el panorama general desde los años sesenta. El cambio de tendencia mostrado globalmente en el déficit ecológico entre 1973 y 1981 (Gráfico 6.15), se explica por los avatares sufridos por la industria española que, como forma de enfrentarse a la fuerte dependencia del exterior para el abastecimiento, fuerza una expansión considerable de las extracciones nacionales pasando de 6 millones de toneladas a comienzos de los setenta a los diez millones de mediados de los ochenta. Sin embargo, el cambio institucional provocado por la entrada de España en la CEE, coincidente con la apertura de un nuevo ciclo expansivo de la economía, va a exacerbar

Gráfico 6.13
Déficit ecológico del consumo de madera y leña, 1955-2000
 (hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

el consumo de madera para todo tipo de usos, haciendo que las importaciones netas se dupliquen entre 1986 y 1990, alcanzando en este último año los 3 millones de toneladas, esto es, el 30 por 100 de la extracción nacional para esa fecha⁶⁹. El incremento en la extracción doméstica en más de un millón de toneladas entre 1992 y 1995 hizo que la dependencia de la madera bruta se redujera un 25 por 100 aunque la superficie ocupada en terceros países por esta razón alcanzara el 20 por 100 del monte maderable en nuestro país. Sin embargo, el último quinquenio de los noventa invirtió la tendencia incrementando el déficit territorial en 2000 hasta llegar a los 3,6 millones de hectáreas.

7. LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS PARA ESTIMAR LA HUELLA ECOLÓGICA DE LOS PASTOS

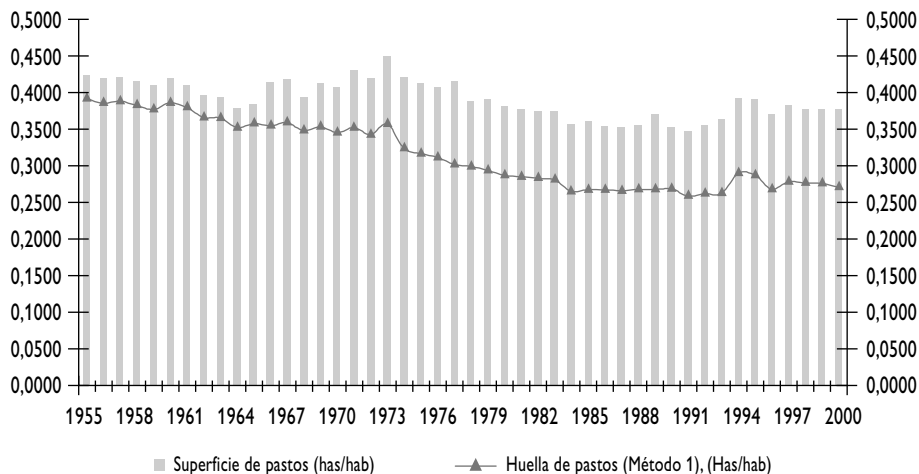
Las anteriores reflexiones aplicadas al consumo de los principales productos forestales deben atemperarse cuando calculamos la huella ecológica dejada por el aprovechamiento de los pastos en nuestro país. Ya mencionamos páginas atrás que el nuestro era un territorio razonablemente dotado de recursos pascícolas pero que las transformaciones operadas en el sector ganadero encaminadas a una mayor intensificación de las explotaciones habían actuado en detrimento del modelo de ganadería extensiva que dominaba en nuestro país hasta hace pocas déca-

das. No debe extrañar entonces que nos encontremos ante una infrautilización que, de paso, suscita algunas cuestiones a la hora de calcular la huella ecológica correspondiente. En efecto, aquí se presentan dos alternativas, una de las cuales difiere de las pautas ofrecidas por la metodología estándar a la hora de calcular la huella ecológica de los pastos pero, también aquí, pensamos que tenemos razones para modificar dicha metodología. Por un lado existen dificultades para cuantificar la cantidad de pasto consumido por el ganado extensivo y, de paso, estimar qué parte concreta de la superficie pastable total se está efectivamente utilizando. Tampoco hay cifras razonables sobre el rendimiento de estos pastos, ni qué fracción de la carne y la leche consumidas procede de ganado alimentado extensivamente. Como es sabido, Wackernagel y sus colaboradores proponen, con apoyo en la metodología estándar, calcular la huella de pasto transformando el consumo aparente de ganado bovino, ovino y caprino a las hectáreas de tierra correspondientes. Sin embargo, ya vimos que el grueso de la alimentación del ganado estaba incluido en la huella de los cultivos agrícolas, por ser también la carne procedente de ganado extensivo una fracción minoritaria en el total ya desde finales de los setenta. Por otra parte, el grueso de la leche consumida, esto es, otro producto derivado del ganado, procede en su mayoría de la raza frisona criada en régimen de mayor o menor estabulación. Así pues, teniendo presentes estas limitaciones, hemos preferido barajar también otras opciones para el cálculo, sabiendo que en esta ocasión el margen de error puede ser importante.

7.1. El Método 1: aprovechamiento de los pastos principales

La primera alternativa descansa en computar como huella ecológica todo el territorio utilizado para pastos que aparece en los anuarios estadísticos (prados, pastizales, monte abierto, erial a pasto y rastrojeras), pero que tiene el inconveniente de hacer coincidir la huella ecológica con la superficie disponible⁷⁰. Dada la importante dimensión de la superficie de pasto en nuestro país y la baja carga ganadera por hectárea se ofrecería una imagen algo distorsionada del impacto real, ya que, en este caso más que en otros, existe un amplio margen para incrementar el peso vivo pastado al estar lejos de un aprovechamiento razonable. Para evitar la coincidencia entre huella y superficie y, de paso, expresar la existencia de ese margen de actuación, hemos optado por computar como huella las hectáreas utilizadas para pasto *de modo principal* —prados, pastizales y monte abierto— prescindiendo del erial a pasto y las rastrojeras, con escaso aprovechamiento y carga ganadera, y que por su elevada extensión territorial tienen un efecto distorsionante (método 1). En todo caso, estas dos últimas fracciones del territorio sí que aparecen como superficie disponible⁷¹.

Gráfico 6.14
Huella de pastos per capita y superficie de pastos disponible en España, 1955-2000
 (Método 1)



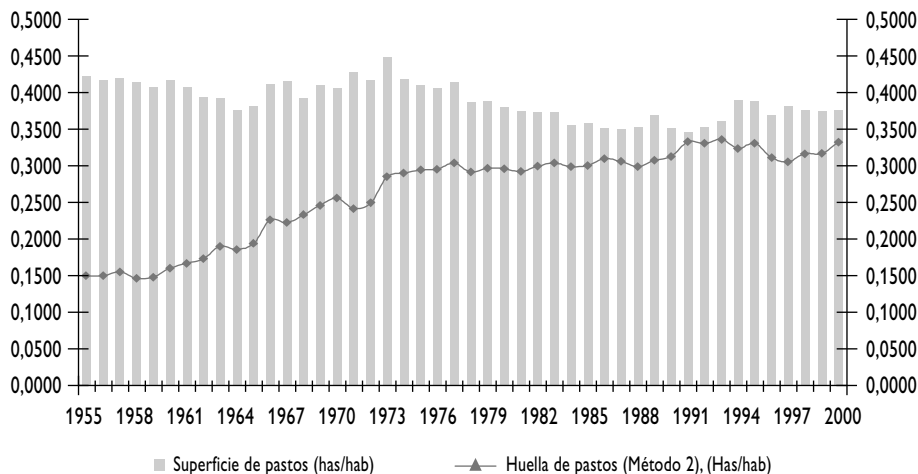
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

El Gráfico 6.14 intenta ilustrar la evolución por habitante de la huella ecológica ocupada por el ganado de pasto según esta variante. A pesar de que las hectáreas de prados, pastizales y monte abierto han mantenido cierta estabilidad a lo largo de los años en torno a los 11 millones de hectáreas, las ganancias en disponibilidad se han logrado gracias a la espectacular conversión de eriales a pastos pues, ellos solos, han triplicado la superficie en los últimos cuarenta años. Por esta razón, y habida cuenta el crecimiento demográfico, la huella por habitante ha declinado desde las 0,39 hectáreas en 1955 a las 0,26 de 2000.

7.2. El método 2: simulación de un aprovechamiento en régimen extensivo

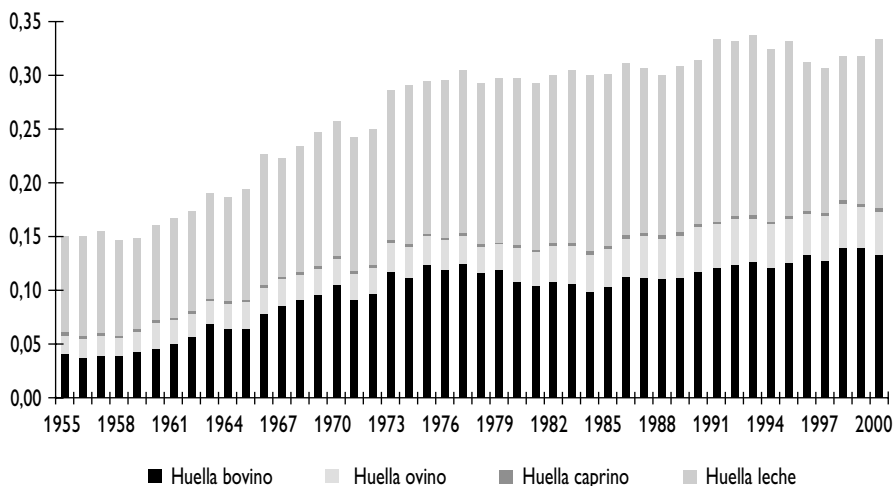
Existen pocas dudas respecto a que dentro de la huella de pastos se encuentra la producción ganadera extensiva. Si, haciendo un ejercicio hipotético supusiéramos —tal y como establece la metodología convencional en cuanto al cálculo de la huella ecológica— que el conjunto de los productos ganaderos derivados de los rumiantes (bovino, ovino y caprino) se producen en régimen extensivo veríamos que la huella de los pastos, lejos de reducirse en el tiempo se ha incrementado considerablemente. Con las hipótesis oportunas⁷² hemos estimado lo que conllevaría, en términos territoriales, el consumo de carne y leche procedente de este tipo de animales que han aprovechado básicamente los recursos pascícolas para su alimentación (Método 2)⁷³.

Gráfico 6.15
Huella de pastos per capita y superficie de pastos disponible en España, 1955-2000
 (Método 2)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Gráfico 6.16
Componentes de la huella de pastos (método 2), 1955-2000
 (hectáreas por habitante)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

El Gráfico 6.15. pone de relieve la superficie por habitante que sería necesaria para alimentar con pastos extensivos al ganado del que se aprovecha la carne y la leche correspondientes y, como se puede observar, la huella ecológica *per capita* pasa de las 0,15 hectáreas en 1955 (4,3 millones de hectáreas totales) a las 0,33 hectáreas (13,4 millones en total).

Tabla 6.16.
Composición de la huella de pastos y excedente ecológico de la economía española
según diferentes métodos, 1955-2000

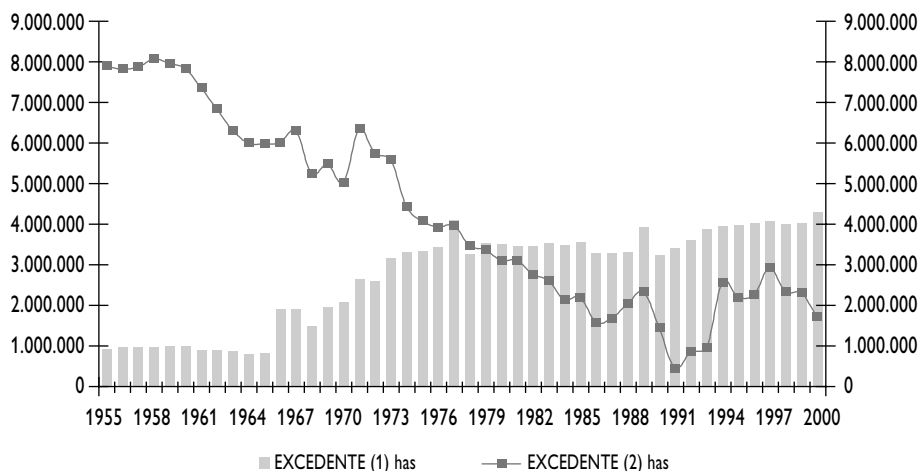
	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
HUELLA DE PASTO (Método 1), (has/hab)	0,3902	0,3783	0,3156	0,2663	0,2579	0,2618	0,2862	0,2698
HUELLA DE PASTO (Método 2), (has/hab)	0,1501	0,1671	0,2950	0,3011	0,3338	0,3367	0,3315	0,3331
Huella de carne de bovino	0,0412	0,0502	0,1234	0,1031	0,1202	0,1259	0,1255	0,1329
Huella de carne de carne de ovino	0,0169	0,0218	0,0269	0,0352	0,0408	0,0410	0,0410	0,0403
Huella de carne de caprino	0,0031	0,0024	0,0024	0,0032	0,0028	0,0029	0,0025	0,0033
Huella de consumo de leche	0,0889	0,0926	0,1424	0,1595	0,1700	0,1669	0,1625	0,1566
HUELLA DE PASTO (Método 1), (miles hectáreas)	11.309	11.559	11.173	10.227	10.036	10.232	11.217	10.916
HUELLA DE PASTO (Método 2), (miles hectáreas)	4.348	5.104	10.444	11.563	12.988	13.158	12.991	13.492
Huella de carne de bovino	1.195	1.535	4.368	3.962	4.678	4.920	4.917	5.382
Huella de carne de carne de ovino	489	667	950	1.352	1.588	1.602	1.608	1.633
Huella de carne de caprino	88	72	84	121	108	113	99	135
Huella de consumo de leche	2.576	2.830	5.042	6.128	6.614	6.523	6.367	6.341
SUPERFICIE DE PASTO (miles hectáreas)	12.242	12.464	14.523	13.777	13.447	14.115	15.203	15.226
Excedente ecológico (Método 1) (miles hectáreas)	933	904	3.350	3.550	3.410	3.882	3.986	4.300
Excedente ecológico (Método 2) (miles hectáreas)	7.894	7.360	4.079	2.214	459	957	2.212	1.734
Promemoria								
Superficie de erial a pastos (miles hectáreas)	933	904	3.350	3.550	3.410	3.882	3.986	4.300

Fuente: Véase Anexo Metodológico.

La Tabla 6.16. recoge la parte de la huella de pastos (método 2) achacable a cada tipo de consumo en caso de aprovechamiento a diente por parte del ganado. Salvo en la carne de caprino, en el resto de rúbricas se produciría un incremento considerable de los requerimientos territoriales, triplicándose cuando se trata del bovino y ovino, y duplicándose cuando nos referimos al consumo de pasto para garantizar la producción y consumo de leche. No cabe duda que el grueso de la ocupación del territorio se la lleva el ganado bovino de carne y de leche, acumulando conjuntamente el 87 por 100 de la huella de pastos calculada por este método en el año 2000. El aumento tan fuerte en el consumo de productos ganaderos habría venido mermando con cierta rapidez el excedente ecológico de pastos desde los años cincuenta. Un excedente que hasta mediados de la década de los setenta incorporaba todavía —junto a terrenos pascícolas de mala calidad como el erial—, hectáreas de pastizales y prados naturales infrautilizados pero válidos si quisiéramos alimentar al total del ganado rumiante de forma extensiva (Tabla 6.16.). No obstante, la reducción ha sido de bastante calado al dividirse por 4,5 veces desde los 7,8 millones de hectáreas de 1955 a lo 1,7 millones de 2000.

Gráfico 6.17

Excedente de pastos según diferentes métodos de cálculo para la huella ecológica de pastos, 1955-2000
(hectáreas)



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Por lo que sabemos, la superficie transformada de erial a pastos apenas puede soportar 10 kilogramos de peso vivo por hectárea, de modo que incluso en algún período como el que va de 1989 a 1993, el espectacular aumento del consumo de carne de bovino por habitante en más de un 10 por 100, hubiera llevado casi al agotamiento de la superficie de erial, en caso de recurrir al aprovechamiento total de los pastos a diente por parte del ganado. Dado que, por definición, el método 1 arrojaba precisamente como excedente la superficie dedicada a erial y rastrojeras, se puede observar cómo a largo plazo las cifras obtenidas por ambos métodos se van acercando en lo referente a la huella ecológica y al excedente originado. Una proximidad que, en términos de exceso de capacidad, se percibe a mediados de los setenta aunque desde el punto de vista de la huella ecológica aparece un poco más tarde (Tabla 6.16. y Gráfico 6.17.).

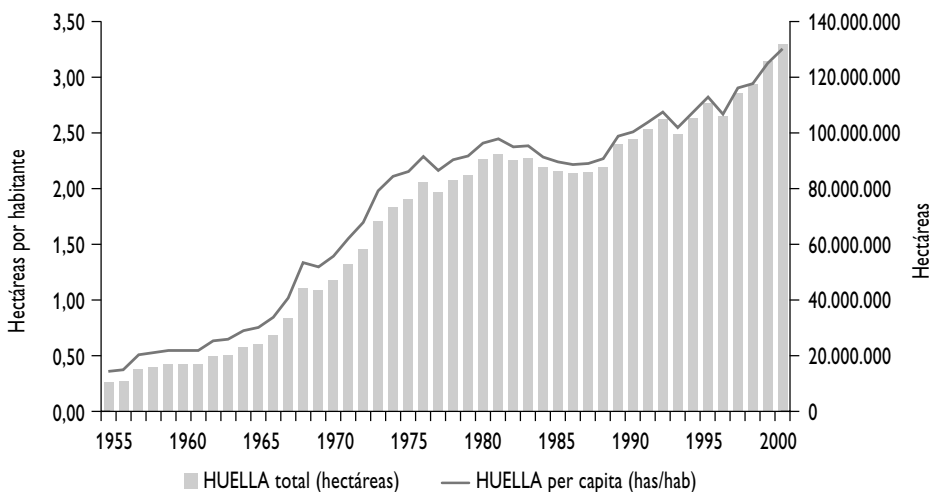
8. «BOSQUES VIRTUALES»: LA HUELLA ECOLÓGICA NECESARIA PARA LA ABSORCIÓN DE CO₂

Es hora ya de detenernos en el principal componente de la huella ecológica de la economía española, esto es, la superficie de tierra productiva que sería necesaria para absorber el CO₂ emitido a la atmósfera por la utilización de combustibles fósiles. No vamos a reiterar aquí las

diferentes posibilidades barajadas para el cálculo, pues ya lo hicimos en el segundo capítulo. No obstante, vale la pena recordar el argumento principal para elegir la opción del CO₂ en vez de otras como la huella dejada por cultivos «energéticos» como el etanol para satisfacer el consumo de energía de la economía española. Sobre todo porque es cierto que las cifras ofrecidas por esta segunda alternativa presentan unos impactos territoriales menores que con la opción aquí elegida⁷⁴. Sin embargo, ya mencionamos que, en un país como el nuestro, gravemente afectado por los procesos erosivos, no conviene empeorar la situación con nuevos cultivos que producen pérdidas importantes de materia orgánica que tampoco se podrían compensar con los residuos de los propios cultivos, pues en esta opción también tendrían, por su propia naturaleza, un destino energético.

Como acredita el Gráfico 6.18, la superficie forestal que la economía española debería dedicar solamente para la absorción del CO₂ emitido por la quema de los combustibles fósiles se ha multiplicado por nueve en términos *per capita* (desde 0,36 a 3,27 has/hab) y por trece desde el punto de vista total (de los 10 millones de hectáreas a los 132 millones de 2000). Mientras que en 1955 hubiéramos tenido que dedicar casi el 21 por 100 de nuestro territorio a superficie forestal que absorbiese las emisiones, en 1971 ya habíamos casi cubierto la totalidad (el 93 por 1900), llegando así a 2000, con unas necesidades de absorción que superan en 2,6 veces la superficie terrestre total de nuestro país cuyo valor es de 50,5 millones de hectáreas⁷⁵. Habida cuenta las

Gráfico 6.18
Huella ecológica energética de la economía española, 1955-2000
 (superficie forestal necesaria para absorber las emisiones de CO₂ emitidas)



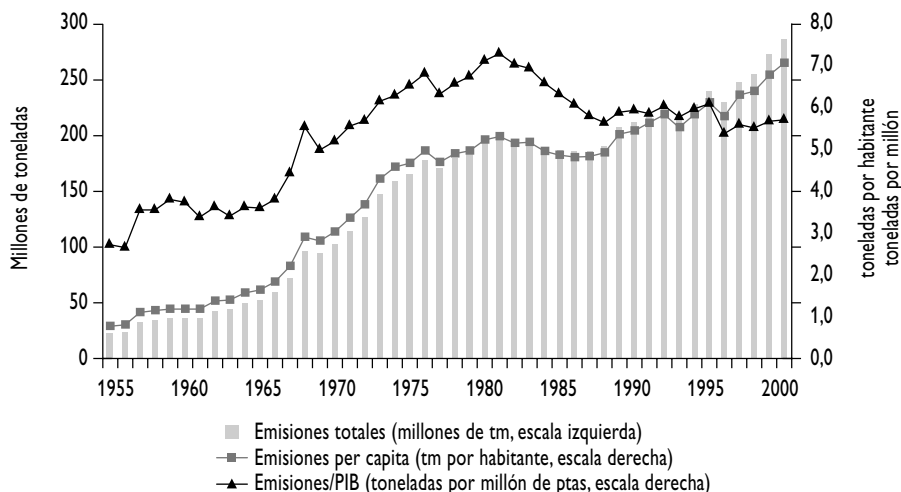
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

hipótesis que sostienen el cálculo, estas magnitudes se explican por la evolución de las emisiones de dióxido de carbono que han variado en los mismos porcentajes tanto en términos relativos como absolutos, multiplicándose las totales casi por 13 veces entre 1955 y 2000, esto es, pasando de los 22 millones de toneladas a mediados de los cincuenta a los 285 millones de finales de los noventa. Mientras, el PIB al coste de los factores sólo se ha multiplicado por 5,5 veces en el mismo período. Esto ha provocado que la intensidad de emisiones por unidad de producto se haya más que doblado desde 1955; de la misma manera que las emisiones *per capita* incrementaron su valor espectacularmente, pasando de las 0,78 tm/hab de 1955 a las 7,06 de 2000, esto es, multiplicándose por casi 10 en cuarenta y cinco años. Es cierto que no todas las fuentes energéticas fósiles tienen el mismo coeficiente de generación de CO₂ y que, por lo tanto, su contribución al aumento global de las emisiones y de la huella «energética» ha sido también variado. Por ejemplo, mientras que la utilización de 1 TJ de energía en forma de gas natural supone el vertido a la atmósfera de 56 toneladas de CO₂, la misma cantidad de energía en forma de petróleo implica 73 toneladas emitidas; situación que empeora cuando nos acercamos a los carbones: 96 toneladas de CO₂ en el caso de la antracita o 101 para el lignito. Obviamente, la huella energética de cada combustible se modifica proporcionalmente a estas cifras por lo que, mientras en el caso del gas natural, la superficie de bosque necesario para asimilar el CO₂ emitido por cada tep (tonelada equivalente de petróleo) es de 1,0 hectáreas, con el petróleo las exigencias territoriales son de 1,4 has/tep, llegando a las 1,8 has/tep en el caso de la antracita y a las 1,9 has/tep para el lignito. Sin embargo, a pesar de la progresiva sustitución en España de combustibles fósiles relativamente más contaminantes (carbones) por aquellos que presentaban un menor coeficiente de emisión (petróleo y gas), el «efecto rebote» ha impedido que dicha sustitución se tradujese en una reducción significativa de las emisiones totales o *per capita*. Y así lo atestigua el Gráfico 6.19.

De hecho, tal y como revelan las cifras, se ha transformado radicalmente el cuadro presentado por la economía española desde los años cincuenta, momento en que el 75 por 100 de las emisiones y la huella energética procedían de la utilización de carbones, para pasar, a mediados de los noventa, a una situación en la que sobre todo el petróleo y, en menor medida, el gas natural, dominan tres cuartas partes del impacto territorial y de la contaminación atmosférica. Cabe precisar que, al centrarnos únicamente en los combustibles fósiles primarios (carbón, petróleo y gas natural), surge un matiz interesante que no se percibe bien en el análisis global de las emisiones de CO₂ con respecto al PIB. En efecto, si restringimos el cálculo del Índice de Carbonización Total (emisiones/energía primaria⁷⁶) a los combustibles fósiles se podría verificar el alcance que ha tenido en las emisiones el cambio hacia combustibles con menor coeficiente de generación de dióxido de carbono (petróleo y gas natural frente a los carbones), calibrando el efecto final sobre las emisiones totales.

Gráfico 6.19

Emisiones de dióxido de carbono procedentes de la utilización de combustibles fósiles, 1955-2000

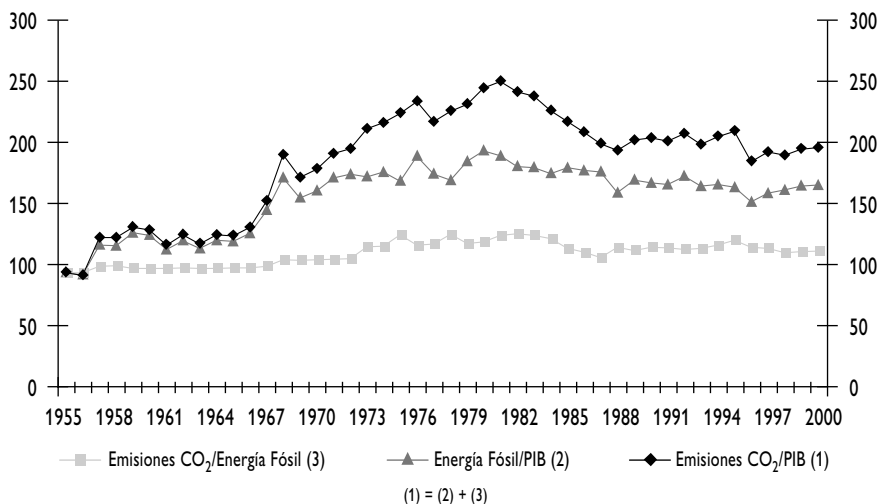


Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Al operar de este modo, y fijándonos en la segunda mitad del período considerado, el Índice de Carbonización Total presentaba una cierta disminución entre 1972 y 2000⁷⁷, mostrando fundamentalmente la reducción *relativa* de la presencia de combustibles fósiles en la energía primaria total. Ahora bien, el Índice de Carbonización Específico (emisiones/combustibles fósiles) para el petróleo, el carbón y el gas natural ofrecía para las mismas fechas un incremento del 6 por 100 aunque con un perfil fundamentalmente estable (Gráfico 6.20.). Lo cual confirma lo ya comentado: que la sustitución interna de fuentes de energía fósiles y el descenso relativo tanto de la intensidad energética (fósil) como de las emisiones por unidad de renta o producto durante una parte de los años ochenta, no conllevaron mejoras en las emisiones totales, incrementándose la contaminación por encima de las ganancias en eficiencia. El matiz previo no quiere poner en duda el interés de realizar el cálculo del Índice globalmente, como por otro lado han puesto de relieve J. Roca y V. Alcántara para el período 1972-1997⁷⁸. Creemos, sin embargo, que un Índice específico para las energías fósiles reforzaría los argumentos manejados por los dos autores reseñados cuando demostraron la ausencia de una «desconexión», tanto débil como fuerte, entre utilización de energía, crecimiento económico y emisiones de CO₂ para la economía española, así como respecto a la contrastación de una curva de Kuznets ambiental para nuestro territorio —por lo que hace a la contaminación atmosférica—.

El Gráfico 6.20. se encarga de complementar la tesis de Roca y Alcántara para un período de tiempo más largo. La estrecha relación existente en nuestro país en lo que se refiere a crecimiento del PIB c.f. *per cápita* y el aumento de las emisiones de dióxido de carbono por habi-

Gráfico 6.20
Evolución y descomposición de las emisiones relativas procedentes de la quema
de combustibles fósiles en España, 1955-2000
 (1955 = 100)



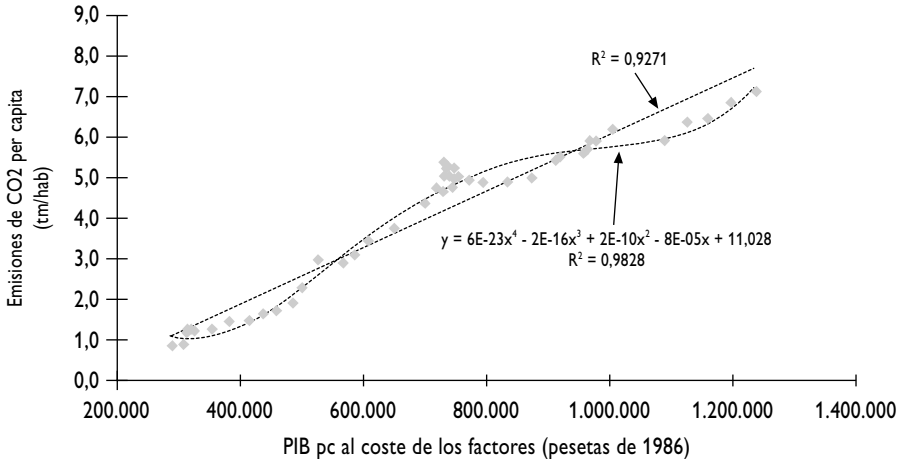
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

tante, presenta una razonable confirmación que un sencillo ajuste lineal mínimo cuadrático se encarga de resaltar⁷⁹. Vale la pena recordar también que, cuando se ha querido extender esta hipótesis de curva de Kuznets ambiental al resto de los principales contaminantes atmosféricos durante el período 1980-1996, tampoco se ha verificado para ninguno de ellos, con la única excepción del dióxido de azufre, donde se conjugan la localización precisa de los focos y unos costes económicos de reducción de emisiones generalmente asumibles por la industria energética⁸⁰. Estos resultados explican en buena medida las peculiaridades que respecto a las emisiones de CO₂ presenta nuestro país en comparación con las principales economías industriales del planeta. Si desde el año 1973, en muchos países industrializados (Alemania, Estados Unidos, Holanda,...) se ha visto una reducción, más o menos acentuada, en las emisiones de dióxido de carbono por habitante— que en muchos casos escondían la intensificación de energías más peligrosas ambientalmente, como por ejemplo las centrales nucleares—; el caso español, participando de esa intensificación de la nuclearización durante los años setenta y ochenta, siguió una senda ascendente en su volumen de contaminación atmosférica, claramente divergente de la trayectoria ofrecida por la media de la Unión Europea y los principales países de la OCDE.

Así, mientras en España las emisiones *per capita* aumentaban un 57 por 100 entre 1972 y 1992 (de 3,68 tm/hab a 5,8 tm/hab), en el caso de la media de la Unión descendían un 9 por 100 (de 9,25 a 8,39), y en Alemania un 15 por 100 (de 13,0 a 11,0), siendo Japón el único país grande que expe-

Gráfico 6.21

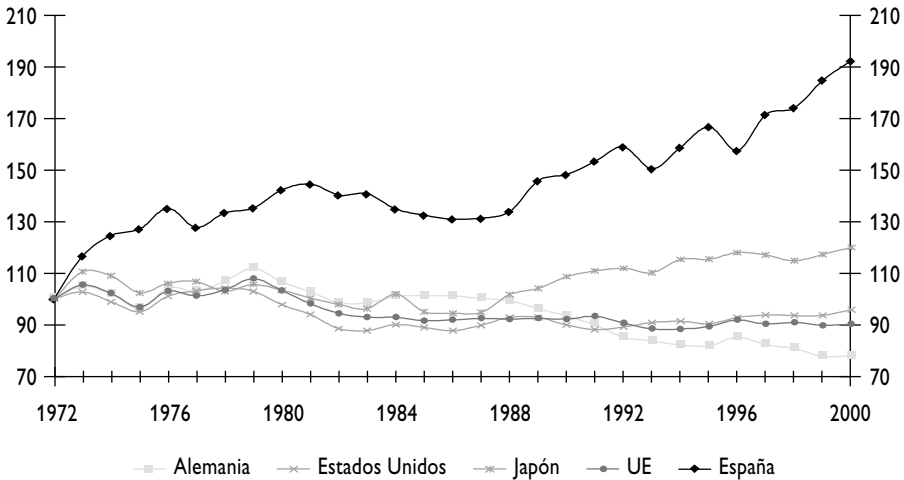
Curva de Kuznets Ambiental para las emisiones de CO₂ procedentes de combustibles fósiles, 1955-2000



Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Gráfico 6.22

Evolución de las emisiones de CO₂ por habitante en diferentes países, 1972-2000
(1972 = 100)



Fuente: IEA/OCDE, (1997): *CO₂ emissions from fuel combustion*, París.

rimentaba un crecimiento, con un 11 por 100; muy lejos, por otra parte, de las cifras barajadas para la economía española. En el caso de Estados Unidos, el descenso cabe achacarlo más a incrementos en la población que a estrategias conscientes de reducción de emisiones y diversificación energética, habida cuenta los altos niveles de los que se partía (de 21,4 tm/hab en 1972 a 20,5 en 2000)⁸¹.

Cifras, en definitiva, que se explican por la particular estrategia de nuestro país a la hora de hacer frente a la crisis energética, con el masivo recurso al carbón durante los años ochenta, aunque no es cuestión de repetir de nuevo las razones que han llevado a nuestra economía a hacerse acreedora —al igual que en el caso de los flujos de energía y materiales— del calificativo de «dragón europeo» también en cuanto a emisiones atmosféricas.

9. «MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES TERRITORIALES»: RESUMEN GENERAL DE LA HUELLA Y EL DÉFICIT «ECOLÓGICO» DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (1955-2000)

Es el momento ya de intentar armar todas las piezas anteriores, todas las huellas parciales, a fin de obtener un panorama general de las exigencias territoriales de nuestro modo de producción y consumo desde hace décadas. Insistimos en que, 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 territorios⁸².

Lo primero que hay que advertir es que el valor total de la huella para la economía española va a depender de la cifra que asignemos finalmente a la huella de pastos. Y ésta, como sabemos, es función del método de cálculo elegido. La Tabla 6.17. se encarga de mostrar la evolución de las huellas totales y parciales para cada alternativa. En el primer caso (método 1), las décadas que van de 1955 a 2000, han llevado a más que una duplicación del impacto ambiental, pasando de las 2,05 ha/hab (59 millones de hectáreas) en la primera de esas fechas a las 4,84 ha/hab (196 millones de hectáreas) de 2000. *Si confrontamos la cantidad absoluta de hectáreas ocupadas con la superficie total comprobaremos que aquella triplica por sí misma a la superficie (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, en cambio, elegimos el método 2 para la estimación de la huella de pastos, la influencia sobre la huella total por habitante al comienzo del período nos lleva a un valor algo menor que antes (1,79 ha/hab, es decir, casi 52 millones de hectáreas), consecuencia de la reducida importancia del consumo de carne de vacuno a mediados de los cincuenta que acarrea menores exigencias de pastos extensivos para la alimentación⁸³. Sin embargo, cuarenta años más tarde, tanto el volumen de la cabaña ganadera rumiante como el consumo por habitante habían crecido tan espectacularmente que la pretensión de alimentarla únicamen-

Tabla 6.17.
Evolución de la huella ecológica, y la superficie de la economía española
respecto al territorio productivo, 1955-2000
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
HECTÁREAS POR HABITANTE								
1. Cultivos (método 1 para pastos)	0,4926	0,5204	0,5038	0,4343	0,4659	0,4626	0,5373	0,4239
2. Cultivos (método 2 para pastos)	0,4695	0,4935	0,4719	0,4045	0,4352	0,4322	0,5094	0,3955
3. Pastos (método 1 para pastos)	0,3902	0,3783	0,3156	0,2663	0,2579	0,2618	0,2862	0,2698
4. Pastos (método 2 para pastos)	0,1501	0,1671	0,2950	0,3011	0,3338	0,3367	0,3315	0,3331
5. Forestal	0,3891	0,3494	0,3412	0,3449	0,3702	0,3502	0,3492	0,3997
6. Marina	0,4208	0,3841	0,3453	0,3474	0,4525	0,4361	0,4313	0,4798
7. Energética	0,3629	0,5521	2,1644	2,2541	2,6089	2,5587	2,8341	3,2682
Huella total (método 1 = 1 + 3 + 5 + 6 + 7)	2,0557	2,1844	3,6702	3,6470	4,1554	4,0694	4,4382	4,8414
Huella total (método 2 = 2 + 4 + 5 + 6 + 7)	1,7924	1,9462	3,6178	3,6519	4,2005	4,1139	4,4556	4,8763
Huella no energética (método 1 = 1 + 3 + 5 + 6)	1,6928	1,6323	1,5058	1,3929	1,5464	1,5107	1,6041	1,5732
Huella no energética (método 2 = 2 + 4 + 5 + 6)	1,4295	1,3941	1,4534	1,3978	1,5916	1,5552	1,6215	1,6081
MILES DE HECTÁREAS								
1. Cultivos (método 1 para pastos)	14.276	15.901	17.834	16.681	18.130	18.078	21.057	17.167
2. Cultivos (método 2 para pastos)	13.607	15.079	16.706	15.534	16.936	16.892	19.963	16.016
3. Pastos (método 1)	11.309	11.560	11.174	10.227	10.037	10.233	11.217	10.926
4. Pastos (método 2)	4.349	5.104	10.444	11.564	12.989	13.159	12.992	13.492
5. Forestal	11.277	10.676	12.077	13.246	14.406	13.688	13.686	16.187
6. Marina	12.195	11.737	12.224	13.344	17.607	17.043	16.900	19.433
7. Energética	10.517	16.869	76.620	86.574	101.528	100.000	111.065	132.361
Huella total (método 1 = 1 + 3 + 5 + 6 + 7)	59.574	66.743	129.929	140.072	161.708	159.041	173.926	196.074
Huella total (método 2 = 2 + 4 + 5 + 6 + 7)	51.945	59.466	128.072	140.262	163.466	160.781	174.607	197.489
Huella no energética (método 1 = 1 + 3 + 5 + 6)	49.057	49.874	53.308	53.498	60.180	59.041	62.861	63.713
Huella no energética (método 2 = 2 + 4 + 5 + 6)	41.428	42.597	51.451	53.688	61.938	60.781	63.542	65.128
SUPERFICIE (has/hab)								
Cultivos	0,7058	0,6784	0,5885	0,5315	0,5162	0,5030	0,4785	0,4520
Pastos	0,4224	0,4079	0,4103	0,3587	0,3455	0,3172	0,3108	0,3759
Forestal	0,3647	0,3353	0,3106	0,3154	0,3150	0,3172	0,3108	0,3090
Marina	0,4208	0,3991	0,3445	0,3175	0,3133	0,3120	0,3112	0,3011
Ecológicamente productiva (SP) (1)	1,9137	1,8207	1,6538	1,5232	1,4901	1,4934	1,4885	1,4380
Miles de hectáreas	55.461	55.633	58.547	58.501	57.989	58.364	58.331	58.239
Conservación biodiversidad (miles de has) (2)	6.655	6.676	7.026	7.020	6.959	7.004	7.000	6.989
Ecológicamente disponible (SD) (1-2)	1,6841	1,6419	1,4554	1,3404	1,3113	1,3142	1,3099	1,2654
Miles de hectáreas	48.806	49.963	51.521	51.481	51.030	51.360	51.331	51.250
Superficie total del estado (tierra + mar) (ST)	2,1581	2,051	1,7702	1,6317	1,6102	1,6036	1,5993	1,5480
(miles de ha)	62.542	62.669	62.665	62.671	62.662	62.674	62.674	62.693

Fuente: Véase Anexo Metodológico. Las posibles discrepancias se deben al redondeo. El método 2 de pastos afecta a la huella de cultivos total calculada por esta vía pues hay que detraer la huella dedicada a los cultivos forrajeros.

te con prados y pastos naturales llevaría a una huella global de la economía española ligeramente superior a la certificada antes (4,87 ha/hab en 2000); esto es, casi 197 millones de hectáreas.

Desde el punto de vista de la *composición porcentual* de la huella ecológica, la superficie necesaria para la absorción de CO₂ emitido por la quema de combustibles fósiles domina el panorama general en ambos casos con un 67 por 100 en 2000, por lo que parece razonable que, en la medida de lo posible, la presentación de resultados tenga en cuenta esta circunstancia.

Los datos ofrecidos en la Tabla 6.18. desbrozan la importancia relativa que tiene la apropiación de capacidad de carga ejercida en cada ecosistema productivo en presencia y en ausencia del elemento antes mencionado, presentando también la distorsión introducida por las diferentes estimaciones de la huella de pasto. Discrepancias que afectan sobre todo a la estructura porcentual cuando se prescinde de la superficie dedicada a la huella energética. Aunque por ambos métodos la huella ecológica de los cultivos agrícolas domina en casi todo el período las exigencias territoriales con entre un cuarto y casi un tercio de la ocupación; con la primera alternativa de la huella de pasto, la ganancia porcentual de la huella agrícola se logra a costa de una pérdida en porcentaje de los pastos y la huella forestal, mientras que en el segundo caso, el impacto territorial de la agricultura se mantiene casi constante en porcentaje, aumentando considerablemente su participación la huella de pastos que crece a un ritmo muy superior a la huella forestal y marina. No obstante, esta última acapara un mayor protagonismo en los años finales de la década de los noventa gracias a la influencia de los factores apuntados páginas atrás.

Pero mayor interés presenta la comparación de ambas estimaciones al hablar del déficit ecológico total, sobre todo al comienzo del período, esto es, en los años cincuenta. Pues cuando pasamos de la superficie total española (ST) hacia aquella parte ecológicamente productiva (SP) —que incorpora la zona económica exclusiva marítima⁸⁴— cabe tanto el desequilibrio territorial como el excedente ecológico. En efecto, en 1955 cada habitante ya disponía de 1,91 hectáreas para satisfacer su modo de producción, consumo y asimilación de residuos en forma de CO₂ que, comparado con la huella global para ese año (con el método 1), arrojaba un déficit «tolerable» de 0,14 ha/hab. Cuarenta y cinco años después las condiciones empeorarán por un doble motivo. De un lado, el incremento de la población reducirá la disponibilidad de tierra *per capita* en un 25 por 100 para dejarla en 1,43 ha/hab, circunstancia que no será suficientemente compensada por el aumento en el rendimiento de las tierras agrícolas y forestales; a lo que hay que sumar la expansión en las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Todo lo cual hace que a finales de la década de los noventa a nuestro país le hicieran falta *más de dos veces la extensión de su superficie productiva para compensar el déficit ecológico en que había incurrido*. Aunque esta conclusión se verifica también al calcular la huella total incorporando el método 2 para la huella de pastos, lo cierto es que la situación entre uno y otro extremo del período presenta rasgos diferen-

Tabla. 6.18.
Estructura porcentual de la huella ecológica en España, 1955-2000
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Con MÉTODO 1 para huella de pasto								
Con Huella energética								
Cultivos	24,0	23,8	13,7	11,9	11,2	11,4	12,1	8,8
Pastos (método 1)	19,0	17,3	8,6	7,3	6,2	6,4	6,4	5,6
Forestal	18,9	16,0	9,3	9,5	8,9	8,6	7,9	8,3
Marina	20,5	17,6	9,4	9,5	10,9	10,7	9,7	9,9
Energética	17,7	25,3	59,0	61,8	62,8	62,9	63,9	67,5
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Sin Huella Energética (método 1)								
Cultivos	29,1	31,9	33,5	31,2	30,1	30,6	33,5	26,9
Pastos (método 1)	23,1	23,2	21,0	19,1	16,7	17,3	17,8	17,1
Forestal	23,0	21,4	22,7	24,8	23,9	23,2	21,8	25,4
Marina	24,9	23,5	22,9	24,9	29,3	28,9	26,9	30,5
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Con MÉTODO 2 para la huella de pasto								
Con Huella energética								
Cultivos	26,2	25,4	13,0	11,1	10,4	10,5	11,4	8,1
Pastos (método 2)	8,4	8,6	8,2	8,2	7,9	8,2	7,4	6,8
Forestal	21,7	18,0	9,4	9,4	8,8	8,5	7,8	8,2
Marina	23,5	19,7	9,5	9,5	10,8	10,6	9,7	9,8
Energética	20,2	28,4	59,8	61,7	62,1	62,2	63,6	67,0
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Sin huella energética								
Cultivos	32,8	35,4	32,5	28,9	27,3	27,8	31,4	24,6
Pastos (método 2)	10,5	12,0	20,3	21,5	21,0	21,6	20,4	20,7
Forestal	27,2	25,1	23,5	24,7	23,3	22,5	21,5	24,9
Marina	29,4	27,6	23,8	24,9	28,4	28,0	26,6	29,8
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Véase Anexo Metodológico.

tes a los analizados líneas arriba. El «déficit tolerable» anterior se transforma con el método 2 en excedente ecológico habida cuenta que la huella total con esta segunda alternativa ascendía en 1955 a 1,79 ha/hab, es decir, aproximadamente un territorio inferior en un 7 por 100 a la superficie productiva. Es una lástima que la divergencia en el saldo durara tan poco tiempo como para que en 1957 la influencia de los dos métodos de estimación arrojaran cifras globalmente deficitarias.

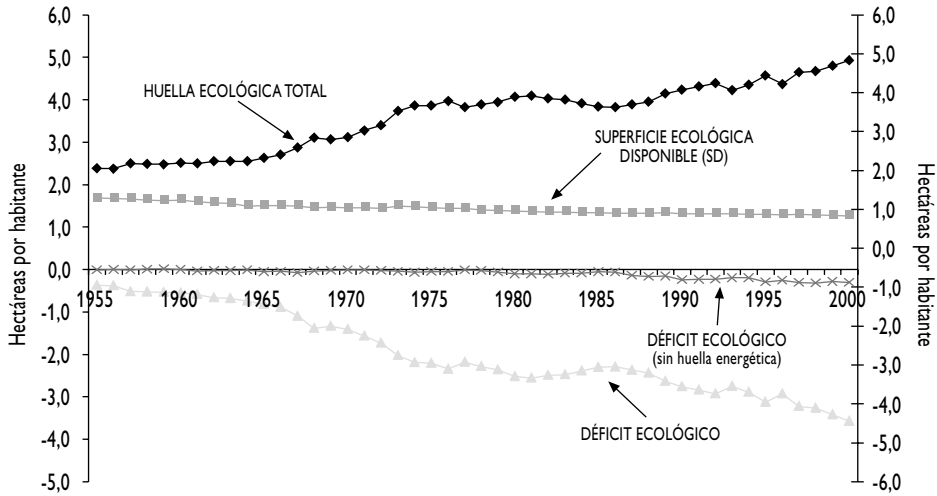
Tabla 6. 19.
Déficit (-) y excedentes (+) ecológicos de la economía española respecto
a los diferentes tipos de superficies, 1955-2000
(miles de hectáreas y porcentajes)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Con MÉTODO 1 para la huella de pasto								
Con huella energética								
En términos de SP	-4.113	-11.110	-71.382	-81.571	-103.719	-100.677	-115.595	-137.835
Porcentaje sobre SP	-7,4	-20,0	-121,9	-139,4	-178,9	-172,5	-198,2	-236,7
En términos de SD	-10.768	-16.780	-78.408	-88.591	-110.678	-107.681	-122.595	-144.824
Porcentaje sobre SD	-22,1	-33,6	-152,2	-172,1	-216,9	-209,7	-238,8	-282,6
En términos de ST	2.968	-4.074	-67.264	-77.401	-99.046	-96.367	-111.252	-133.381
Porcentaje sobre ST	4,7	-6,5	-107,3	-123,5	-158,1	-153,8	-177,5	-212,8
Sin huella energética								
En términos de SP	6.404	5.759	5.239	5.003	-2.191	-677	-4.530	-5.474
Porcentaje sobre SP	11,5	10,4	8,9	8,6	-3,8	-1,2	-7,8	-9,4
En términos de SD	-251	89	-1.787	-2.017	-9.150	-7.681	-11.530	-12.463
Porcentaje sobre SD	-0,5	0,2	-3,5	-3,9	-17,9	-15,0	-22,5	-24,3
En términos de ST	13.485	12.795	9.357	9.173	2.482	3.633	-187	-1.020
Porcentaje sobre ST	21,6	20,4	14,9	14,6	4,0	5,8	-0,3	-1,6
Con MÉTODO 2 para la huella de pastos								
Con huella energética								
En términos de SP	3.516	-3.833	-69.525	-81.761	-105.477	-102.417	-116.276	-139.250
Porcentaje sobre SP	6,3	-6,9	-118,8	-139,8	-181,9	-175,5	-199,3	-239,1
En términos de SD	-3.139	-9.503	-76.551	-88.781	-112.436	-109.421	-123.276	-146.239
Porcentaje sobre SD	-6,4	-19,0	-148,6	-172,5	-220,3	-213,0	-240,2	-285,3
En términos de ST	10.597	3.203	-65.407	-77.591	-100.804	-98.107	-111.933	-134.796
Porcentaje sobre ST	16,9	5,1	-104,4	-123,8	-160,9	-156,5	-178,6	-215,0
Sin Huella Energética								
En términos de SP	14.033	13.036	7.096	4.813	-3.949	-2.417	-5.211	-6.889
Porcentaje sobre SP	25,3	23,4	12,1	8,2	-6,8	-4,1	-8,9	-11,8
En términos de SD	7.378	7.366	70	-2.207	-10.908	-9.421	-12.211	-13.878
Porcentaje sobre SD	15,1	14,7	0,1	-4,3	-21,4	-18,3	-23,8	-27,1
En términos de ST	21.114	20.072	11.214	8.983	724	1.893	-868	-2.435
Porcentaje sobre ST	33,8	32,0	17,9	14,3	1,2	3,0	-1,4	-3,9

Fuente: Véase Anexo Metodológico.

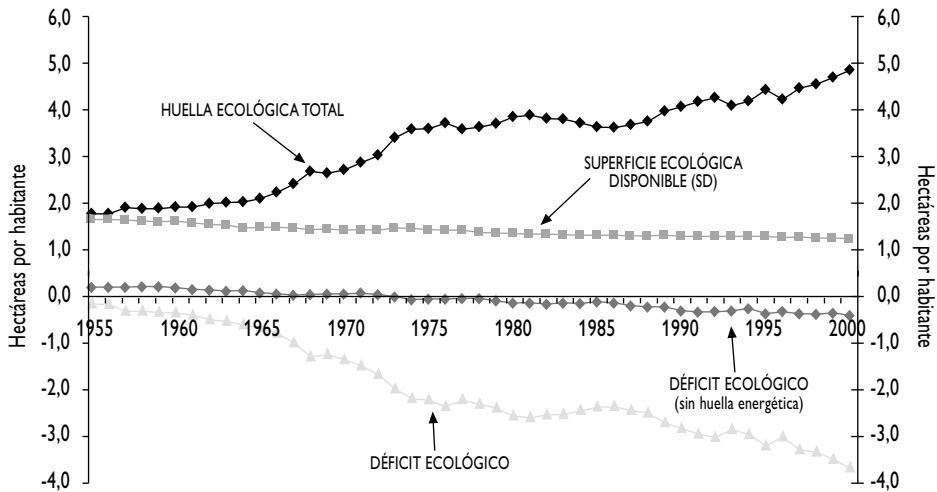
Si nos centramos en la huella *no* energética, los datos de la Tabla 6.19. ponen sobre el tapete que el exceso de la huella sobre la superficie productiva no se presenta como grave hasta

Gráfico 6.23
Huella ecológica, superficie disponible y déficit ecológico de la economía española, 1955-2000
 (calculada con el método 1 para la huella de pastos)



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

Gráfico 6.24
Huella ecológica, superficie disponible y déficit ecológico de la economía española, 1955-2000
 (calculada con el método 2 para la huella de pastos)



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

1990, llegando en 2000 a alcanzar entre el 9,4 (método 1) o el 11,8 por 100 (método 2) de la superficie ecológicamente productiva, es decir, entre 5,4 y 6,8 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 vegetales y animales que no son la nuestra⁸⁵. Aplicando este porcentaje al terreno anterior, obtenemos la superficie ecológicamente *disponible* (SD) y, como cabría esperar, los resultados empeoran al recaer sobre un menor territorio. El déficit ecológico *per capita* global pasa, en 2000, de las anteriores 3,41 has/hab a las 3,58 (método 1, Gráfico 6.25.), o de 3,44 a 3,61 (método 2, Gráfico 6.26.), lo que tampoco se atenúa cuando prescindimos del efecto provocado por la huella energética.

Pero a diferencia del caso anterior en que el desequilibrio en ausencia de los requerimientos de tierra para absorber el CO₂ no aparecía hasta 1990, ahora el déficit se extiende (con el método 1) casi a todos los años entre 1955 y 2000: desde las 251 mil hectáreas (0,5 por 100) de 1955, hasta alcanzar los 12,4 millones en 2000, es decir, el 24 por 100 de la superficie ecológica disponible. Este incremento del déficit ecológico al margen de la huella energética en casi cincuenta veces muestra las crecientes dificultades que ofrece nuestro país para satisfacer el nivel de consumo y producción actuales. Y pocas esperanzas de mejora quedan cuando recurrimos a las mismas cifras después de aplicar el método 2, pues aquí el desequilibrio, aunque surge más tarde alcanza mayor gravedad a medida que pasa el tiempo.

Pues, mientras que en 1955, existía un excedente de superficie disponible sobre la huella no energética de 7,3 millones de hectáreas, cuarenta y cinco años más tarde el porcentaje de déficit sobre la tierra ecológicamente disponible alcanzaba el 27 por 100, afectando a casi 14 millones de hectáreas. 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 3,5 millones de superficie forestal para nutrir de madera y otros productos nuestros hogares, fábricas e industrias papeleras⁸⁶, o los 7,3 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 los miles de hectáreas que sustentan nuestras importaciones de carne procedentes de terceros países.

Una vez que hemos sintetizado los principales resultados alcanzados para la huella ecológica de España en las últimas décadas, tal vez merezca la pena variar el tono e intentar compararlos en un doble sentido: a) respecto a otros cálculos realizados para diferentes regiones o municipios dentro del propio estado español, ya reseñados al comienzo de este capítulo y, b) en relación a la huella presentada por otros países de nuestro entorno. Cabe subrayar, sin embargo, que para esta última opción deberemos recurrir a los resultados obtenidos por la metodología convencional que, es la única que permite este tipo de comparaciones a nivel internacional.

10. LA HUELLA «ECOLÓGICA» DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA EN EL CONTEXTO PENINSULAR Y SU LUGAR RESPECTO DE LA SOSTENIBILIDAD INTERNACIONAL EN TÉRMINOS TERRITORIALES

Los resultados resumidos en la Tabla 6.20. permiten dos tipos de comparaciones interesantes. Por un lado, y para el caso español, se confronta la información que se obtiene aplicando la metodología estándar de Wackernagel y Rees, con los datos arrojados por nuestra metodología modificada. De esta manera detectamos que la huella ecológica de la economía española elaborada de la segunda forma se encuentra por debajo del valor alcanzado cuando se aplica el método de cálculo estándar, siendo la diferencia, para mediados de los años noventa, de aproximadamente una hectárea por habitante. Dejando de lado que la metodología convencional utiliza factores de equivalencia para homogeneizar los distintos tipos de territorio en una sola clase denominada «territorio productivo estándar» —lo que constituye una fuente importante de discrepancia— y que nosotros no hemos computado el terreno urbanizado por las razones mencionadas en el Anexo Metodológico; la diferencia fundamental procede de la huella asociada a los cultivos agrícolas, que se explica por los mayores rendimientos relativos de nuestra agricultura en comparación con la media mundial. Así la huella ofrecida por el *Living Planet Report* para España arroja un valor superior en un 18 por 100 a nuestra cifra.

Tabla 6.20.
Comparación de la huella ecológica de España con diferentes territorios peninsulares y metodologías

	España			Sevilla		Andalucía	Barcelona	Navarra
	Estándar (1996)	Modificada (método 1) (1996)	Modificada (método 2) (1996)	Estándar (1996)	Modificada (1996)	Estándar (1996)	Modificada (1996)	Modificada (1998)
Cultivos	1,83	0,47	0,44	3,82	1,55	2,83	0,49	0,56
Forestal	0,34	0,35	0,35	0,07	0,10	0,15	0,08	0,39
Energética	2,40	2,71	2,71	1,56	(a)	2,16	1,02	1,23
Pastos	0,59	0,26	0,31	0,29	0,27	0,21	0,99	0,24
Mar	0,13	0,45	0,45	0,08	0,96	0,08	0,65	0,99
Construido	0,21	—	—	0,07	0,02	0,09	0,005	0,05
TOTAL	5,50	4,25	4,27	5,89	2,91	5,51	3,23	3,47

Nota: Las metodología modificada aplicada por nosotros —véase el anexo metodológico para más detalles— aunque parecida a la desarrollada para el resto de casos, no coincide exactamente ni con la de Sevilla, la de Barcelona o Navarra.

(a) Incluida en la huella de cultivos. Las posibles diferencias se deben al redondeo.

Fuente: Referencias citadas en el texto y elaboración propia. Para el caso de la huella estándar de España: *Living Planet Report*, 2000.

Lo que, en cambio, sí presenta mayor interés por la proximidad metodológica es el segundo tipo de comparación que se obtiene al analizar los datos de España con los de Barcelona, Sevilla o Navarra. Por ejemplo, en el caso de Barcelona o Navarra, las cifras barajadas son muy similares salvo cuando hablamos de la huella energética. El origen de este desfase hay que buscarlo, no tanto en diferencias importantes en el consumo aparente, sino en los coeficientes de absorción utilizados, que para el conjunto del estado presentan un valor sensiblemente menor a los ratios manejados en aquellos casos que, por otra parte, coinciden con los propuestos en la metodología convencional. El ejemplo de la provincia de Sevilla merece algún comentario adicional. Aquí, por ejemplo, conviene anotar la gran diferencia observada respecto a España (2,91 frente a 4,54), casi doblándose «aparentemente» la distancia entre el impacto ecológico medio de la población española respecto a la sevillana. Fácilmente se puede ver que el origen de esa discrepancia anida también en el valor de la huella energética aunque, en este caso, por diferentes motivos que antes. El trabajo de Calvo y Sancho no refleja la huella energética separadamente al venir incorporada en la huella de los cultivos agrícolas, a lo que hay que sumar las diferencias de productividad agrícola entre Sevilla y España que motivan también la distancia entre las huellas ecológicas. Más detalladamente: en el primero de los casos se parte de la sustitución de los combustibles fósiles por cultivos energéticos para la obtención de etanol; sin embargo, al desgajar el resultado entre la parte correspondiente estrictamente a los cultivos y la necesaria para obtener la energía se comprueba que, en este último caso, las 0,8067 has/hab (de las cuales 0,6208 proceden de la sustitución de combustibles fósiles) están muy por debajo de las 2,71 has/hab obtenidas para el conjunto del Estado, y que expresarían la superficie necesaria para la absorción de dióxido de carbono.

Pero también hay diferencias importantes al volver la vista a la huella de los propios cultivos, pues cuando hablamos de la provincia andaluza las 0,7457 has/hab exceden casi en un 40 por 100 a la correspondiente huella agrícola española. Lo que de paso se traduce en un considerable déficit para Sevilla dado que con apenas 678.871 hectáreas cultivadas ocupaba a mediados de los noventa 1.271.721. Aspecto que no mejora aunque consideramos el total de tierras de cultivo (barbecho y otras tierras incluidas) que, ascendiendo a 924 mil hectáreas, se encuentran todavía casi un 37 por 100 por debajo del territorio requerido por la población sevillana. En el caso estatal las diferencias no son tan abultadas pues, si bien el desfase alcanza el 39 por 100 al considerar sólo la tierra cultivada, cuando se incorpora el total de tierras de cultivo esta cantidad se reduce al 12 por 100.

Una vez realizada la comparación con las experiencias existentes a nivel regional o municipal dentro de nuestro país, conviene saltar las fronteras y explorar la situación que ocupa la economía española respecto de la huella ecológica a escala mundial y, más en concreto, su posi-

Tabla 6.21.
Comparación internacional de la huella ecológica en distintas zonas del planeta, 1996
 (hectáreas por habitante de territorio productivo estándar)

	Cultivos	Pastos	Forestal	Marina	CO ₂	Construc.	Huella	Déficit
África	0,48	0,16	0,32	0,02	0,34	0,01	1,33	0,4
Asia central y oriental	0,69	0,33	0,09	0,02	1,55	0,06	2,73	-1,82
Asia/Pacífico	0,58	0,16	0,18	0,78	0,03	1,78	-0,67	-0,67
Latinoamérica y caribe	0,59	0,62	0,35	0,04	0,77	0,08	2,46	3,93
Norteamérica	1,44	1,06	1,23	0,06	7,06	0,91	11,77	-5,64
Europa occidental	1,20	0,85	0,47	0,08	3,30	0,37	6,28	-3,35
Europa central y oriental	0,73	0,62	0,28	0,05	2,87	0,34	4,89	-1,75
OCDE	1,18	0,79	0,64	0,09	4,08	0,43	7,22	-3,8
Resto del mundo	0,55	0,22	0,20	0,03	0,75	0,05	1,81	0,01
Huella planetaria total	0,69	0,31	0,28	0,04	1,41	0,12	2,85	-0,85
España	1,83	0,59	0,34	0,13	2,40	0,21	5,50	-2,98
Posición a nivel mundial	4	40	63	15	37	—	27	24

Fuente: WWF, (2000): *Living Planet Report 2000*.

ción en el grupo de la Unión Europea. Hemos aclarado que, para realizar este análisis no tenemos más remedio que recurrir a las cifras proporcionadas por la metodología estándar en el estudio más completo a escala internacional elaborado hasta la fecha⁸⁷.

La Tabla 6.21. recoge sintéticamente —en hectáreas necesarias según la productividad media mundial— los requerimientos territoriales de diferentes zonas del planeta. La metodología convencional presenta la ventaja de homogenizar diferentes territorios y evaluar la presión ejercida en una misma unidad de medida, por lo que podemos ver cómo nuestro país, con una huella en 1996 de 5,5 has/hab duplicaba la huella media mundial, y triplicaba la del conjunto de los países más pobres. Vale la pena reseñar que, en algunos casos como la huella relacionada con los cultivos agrícolas, el grueso del territorio peninsular está situado en *cuarto lugar a nivel mundial*, por delante de las principales economías ricas como Estados Unidos, Alemania o Japón⁸⁸.

En el resto de huellas, España se sitúa en el cuadragésimo lugar en cuanto a pastos, el número sexagésimo tercero en superficie forestal, y el décimo quinto en huella marina. Desde el punto de vista global las cifras de requerimientos de España la colocan en la posición vigesimoseptima a nivel planetario, aunque esta posición se reduce en tres puestos cuando se habla en términos de déficit ecológico. En definitiva, se pone de relieve hasta qué punto España, al igual que la totalidad de las naciones ricas, está viviendo por encima de sus posibilidades ocupando hectáreas de territorio, de «espacio ambiental», en regiones situadas más allá de sus fronteras. Pues, si asignáramos a cada ciudadano de nuestro país, con criterios igualitarios, su parte corres-

pondiente a la capacidad ecológica de España —en términos de productividad media mundial— tendríamos que a cada individuo le tocarían 2,5 hectáreas para abastecerse y absorber sus residuos. Sin embargo, el consumo realizado por esas mismas personas y la absorción de sus residuos —sólo la parte relativa al CO₂— exige en términos territoriales, 5,5 has/hab, arrojando nuestro estilo de vida un «déficit ecológico» de casi 3 has/hab a mediados de los noventa. Además, 2,4 has/hab, esto es, el 43 por 100 del total, serían las requeridas solamente para plantar los bosques necesarios con que absorber el CO₂ producido consecuencia del consumo de energía fósil que alimenta nuestros vehículos, electrodomésticos, etc. Esto equivaldría, ya de por sí, a casi toda la superficie ecológicamente disponible de la economía española; y como se puede observar por los datos de la Tabla 6.22., el panorama no mejora demasiado cuando nos acercamos al resto de los países ricos. En efecto, naciones como Estados Unidos, Alemania y Japón evidencian un déficit ecológico *per capita* que dobla en extensión a la capacidad ecológica de sus países, mientras que la selección de países pobres insostenibles realizada por Pearce y Atkinson ofrece ahora un cier-

Tabla 6.22.
Huella ecológica de los países de la Unión Europea, 1996

	Población (miles) 1995	Huella (ha/cap)	Capacidad Disponible (ha/cap)	Déficit ecológico (ha/cap)
Alemania	81.909	6,3	2,4	-3,9
Austria	9.053	5,4	4,1	-1,3
Bélgica-Luxemburgo	10.521	5,8	2,3	-3,5
Dinamarca	5.241	9,8	5,6	-4,2
España	39.593	5,5	2,5	-3,0
Finlandia	5.126	8,4	9,7	1,3
Francia	58.251	7,2	4,2	-3,0
Holanda	15.541	5,7	2,4	-3,3
Grecia	10.532	5,5	2,3	-3,2
Irlanda	3.634	9,4	6,7	-2,7
Italia	57.366	5,5	1,9	-3,6
Portugal	9.859	4,9	2,2	-2,7
Reino Unido	58.431	6,2	1,8	-4,4
Suecia	8.832	7,5	8	0,5
TOTAL UE-15 + Suiza	384.458	6,2	2,9	-3,3
Estados Unidos	269.439	12,2	5,5	-6,7
Japón	125.769	5,9	0,8	-5,1

Fuente: WWF, (2000): *Living Planet Report, 2000.*

to equilibrio entre capacidad y huella, siendo en algunos casos excedentarios. De hecho, si abrimos el abanico a otros territorios veremos cómo existen economías fuertemente extractivas que al estar al servicio del consumo de la Unión Europea y los países de la OCDE presentan unos superávit ecológicos de gran envergadura: es el caso de Gabón con 31 has/hab, de Papúa Nueva Guinea con 30 has/hab, o del Congo con 18 has/hab.

Evidentemente, esta superficie, que duplica la capacidad disponible del territorio nacional *per capita*, se está ocupando, tanto en países de nuestro entorno de los que importamos bienes, como de regiones enteras del Tercer Mundo que nos abastecen de combustibles fósiles, minerales, alimento para el ganado o madera⁸⁹. El corolario se obtiene sin demasiada dificultad: si todos los habitantes del mundo quisieran vivir como el ciudadano español medio harían falta los recursos de dos planetas para poder soportarlo. Dicho de otro modo y razonando de puertas para adentro: *la economía española está soportando el doble de población respecto de sus disponibilidades relativas de recursos, con los rendimientos medios mundiales*. Pero esta es una conclusión, agravada, que ya obtuvimos en el apartado anterior al operar con las productividades propias de nuestro país.

11. A MODO DE CONCLUSIÓN

En este capítulo hemos intentado traducir a términos territoriales buena parte de las exigencias en recursos naturales que venía demandando la economía española desde la segunda mitad del siglo XX. Las cifras confirman que las pautas de insostenibilidad demostradas en la extracción y utilización de flujos de energía y materiales, así como la situación deficitaria en tonelaje, tienen su reflejo también desde el punto de vista del espacio ambiental realmente ocupado por nuestra economía para satisfacer su modo de producción y consumo y la absorción de sus residuos. No deja de sorprender estos niveles habida cuenta que se trata de una infraestimación que no recoge la huella ecológica derivada de la ocupación de terrenos por motivos urbanos o de infraestructuras, y que además ha optado por asumir una huella marítima seguramente inferior a la realmente ocupada. Cabe señalar para finalizar que, de manera novedosa, se ha aportado información relevante para calibrar el efecto ambiental que nuestra forma de alimentarse tiene sobre la asignación y distribución de los recursos naturales renovables de la economía española. Lo que ha permitido confirmar también para nuestro país cómo, poco a poco, el componente animal de la dieta viene exigiendo cada vez más territorio para ser satisfecho.

NOTAS

¹ MARGALEF, R., *Una ecología renovada a la medida de nuestros problemas*, Lanzarote, Fundación César Manrique, 1996, p. 13.

² LÓPEZ PACHECO, J., *Ecólogos y urbanas*, Vitoria, Ediciones Bassarai, 1996, p. 113.

³ CARPINTERO, O., *Entre la economía...*, op. cit., cap. I.

⁴ NAREDO, J. M., «Orientaciones para la creación de un sistema de información sobre los valores y los usos del territorio», *Jornadas sobre la Conservación de la Naturaleza*, Oviedo, 1986, p. 33.

⁵ CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria...* op. cit.

⁶ 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.

⁷ PRAT, A., y F. RELEA, *La petjada ecológica de Barcelona. Una aproximació*. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans, Ajuntament de Barcelona. También puede consultarse el resumen que presentaron al Third ConAccount Meeting: «Application of the Ecological Footprint to Barcelona: summary of calculations and thoughts on the results», *Third ConAccount Meeting*, Amsterdam, 1998, pp. 142-152.

⁸ Los cambios introducidos de mayor calado fueron fundamentalmente dos: a) la consideración de productividades propias de la región estudiada para el caso del consumo y las exportaciones, y de una media mundial para el caso de las importaciones y b) la estimación de la huella energética, no a través del consumo global de energía en GJ, sino de acuerdo con los diferentes factores de emisión por tipo de combustible. A estas cifras se le aplicó un coeficiente de absorción (6,6 t_mCO₂/ha) que, a fin de cuentas, coincide con el propuesto por la metodología estándar (1,8 t_m C/ha = 6,6 t_mCO₂/ha).

⁹ Los autores reconocen que, por ejemplo, la huella de los cultivos, los pastos y el mar están subestimadas; mientras que el área de absorción de CO₂ consecuencia del consumo de productos energéticos se encontraría sobreestimada. Véase: PRAT, A., «Application...», op. cit., 1998, p. 147.

¹⁰ *Ibid.*, p. 151. Véase, por ejemplo: ONISTO, L. J., et al., *How big is Toronto's ecological Footprint?*, Centre for Sustainable Studies and City of Toronto, 1998; GIRARDET, H., *Reducing London's Ecological Footprint. Creating a Sustainable London*, London, 1996. (Puede encontrarse un resumen de la huella londinense en: «London's Footprint, <http://www.oneworld.org>).

¹¹ Departamento de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda, *La huella ecológica de Navarra*, 2000. (<http://www.cfnavarra.es/medioambiente/agenda/huella/huella/htm>)

¹² CALVO SALAZAR, M., y F. SANCHO ROYO, *Estimación de la huella ecológica en Andalucía y aplicación a la aglomeración urbana de Sevilla*, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2001.

¹³ Esto explica que, con buen criterio, los autores realizaran el siguiente matiz: «es necesario advertir que no se están comparando hechos diferentes sino que estamos describiendo la misma realidad: la Huella Ecológica y el territorio productivo disponible por habitante en la provincia de Sevilla, utilizando para ello unidades distintas. (*Ibid.*, p. 116).

¹⁴ *Ibid.*, p. 118.

¹⁵ Vid. MURRAY, I., *La economía balear y su huella ecológica*, Seminario «Ecología y Globalización», Universidad Complutense de Madrid, mimeografiado, 2002. También en: NIETO, J., y J. RIECHMANN, *Sustentabilidad y Globalización*, Valencia, Germania, 2003, pp. 99-116.

¹⁶ *Ibid.*, p. 8.

¹⁷ 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 metodológico.

¹⁸ Entre los años 1955-1960 la media del excedente fue de 131.092 hectáreas, de las cuales 13.940 eran para cereales grano, a pesar del dato negativo de 1955. Es precisamente a partir de 1961 cuando el déficit se hace más evidente.

¹⁹ En este último dato tuvo mucho que ver la pésima cosecha de 1995 que fomentó espectacularmente las importaciones netas y, por ende, el déficit ecológico. La suma de los cultivos territorialmente deficitarios (cereales y leguminosas grano, tubérculos y cultivos industriales) ascendió, según la Tabla 6.4. a 6.107.372 hectáreas; compensadas, en parte, por el «excedente territorial» del resto de cultivos.

²⁰ Por ejemplo, un porcentaje elevado del incremento de las leguminosas grano en 1995 se debe a las fuertes importaciones de guisantes secos para consumo animal.

²¹ Los excedentes no deben entenderse en ningún modo como que la tierra no se ocupa para el cultivo. La diferencia estriba en *quién* realiza ese aprovechamiento, aspecto éste que depende de si el consumo aparente supera o no a la producción doméstica.

²² Dado que la agricultura media europea —y la francesa en particular— al igual que la estadounidense, presentan rendimientos considerablemente superiores a la española, el territorio efectivamente ocupado por las demandas españolas fue menor aunque en 1995 alcanzó la nada despreciable cantidad de 736 mil hectáreas. En el resto de cultivos las diferencias no son tan importantes. En todo caso, tal y

como exponemos en el Anexo Metodológico, nos ha parecido más adecuado cuantificar el territorio que, con las mismas características que el nuestro, nos haría falta para soportar nuestras exigencias en recursos.

²³ Que, tal y como pone de relieve la Tabla 6.5, se quedarían en 1,1 millones de hectáreas con los rendimientos propios de cada país; distribuidas en casi 700 mil para EE UU, 303 mil para Brasil y 105 mil en el caso de Argentina.

²⁴ En el penúltimo capítulo volveremos con más detalle sobre esta cuestión.

²⁵ Una recomendable síntesis y puesta al día del debate abarcando casi todas sus aristas hasta los años noventa puede encontrarse en: SUTCLIFFE, B. (coord.), *El incendio frío*, Barcelona, Icaria, 1996. Especialmente, y para lo que aquí más nos interesa, se pueden consultar los capítulos III, X y XIV.

²⁶ Ya desde los comienzos de la primera «crisis energética» en 1973, se manifestaron en este sentido, por ejemplo: PIMENTEL, D., et al., «Food production and the energy crisis», *Science*, 182, 1973, pp. 443-449. Más recientemente, pueden consultarse los trabajos madurados en el seno del Worldwatch Institute de Washington: DURNING, A. T., y H. BROUGH, *Taking Stock: Animal Farming and the Environment*, Worldwatch Institute Paper, 103, 1991; BROWN, L. R., y H. KANE, *Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity*, Norton, New York, 1994. También se revelan como interesantes por incidir en viejas preocupaciones de los propios autores: KENDAL, H. W., y D. PIMENTEL, «Constraints on the expansion of global food supply», *Ambio*, 23, 1994, pp. 198-216; PIMENTEL, D., y M. GIAMPIETRO, «Global Populations, food and the environment», *Trends in Ecology*, 9 (69), 1994, p. 239; GOODLAND, R., «Environmental sustainability in agriculture: diet matters», *Ecological Economics*, 23, 1997, pp. 189-200. Para lo que aquí nos interesa más directamente, tienen especial trascendencia los siguientes textos por su apoyo en la noción de huella ecológica o requerimientos territoriales: GERBENS-LEENES, P. W., S. NONHEBEL y W. P. M. F. IVENS, «A method to determine land requirements relating to food consumption patterns», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90, 2002, pp. 47-58; GERBENS-LEENES, P. W., y S. NONHEBEL, «Consumption patterns and their effects on land required for food», *Ecological Economics*, 42, 2002, pp. 185-199; BOUMA, J., et al., «Principal land use changes anticipated in Europe», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67, 1998, pp. 103-119; WHITE, TH., «Diet and the distribution of environmental impact», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 145-153 (un comentario crítico a este último texto desde una perspectiva de economía convencional puede verse en: SEIDL, A., «Economic issues and the diet and the distribution of environmental impact», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 5-8). En castellano puede consultarse una reflexión sobre la polémica que analiza de paso sus implicaciones éticas en: RIECHMANN, J., *Un mundo vulnerable*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 2001.

²⁷ Como ya hacían notar en su texto clásico, David y Marcia Pimentel, *Food, Energy and Society*, London, Edward Arnold, 1979, pp. 98-100 y 138-140. O, por las mismas fechas en nuestro país, las reflexiones de P. CAMPOS y J. M. NAREDO vertidas en los balances energéticos de la agricultura española.

²⁸ A comienzos de los sesenta, la aportación de CARLO M. CIPOLLA en su célebre *Historia económica de la población mundial*, permitió incorporar con acierto a la reflexión histórico-económica estos aspectos llevándolos a un público más amplio, y sobre todo a los científicos sociales. Véase: *Historia económica de la población mundial*, Barcelona, Crítica, pp. 37-42, 1982 (e.o. 1962).

²⁹ En este apartado no nos vamos a ocupar de algunos impactos de la dieta en su relación con fenómenos como la emisión de gases con efecto invernadero. Una recomendable lectura a este respecto, aunque restringida al ámbito holandés, es el artículo de KRAMER, K. J., et al., «Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption», *Energy Policy*, 27, 1999, pp. 203-216.

³⁰ El caso de Ballod-Atlanticus es muy interesante porque los supuestos utilizados en elaborar los cálculos de requerimientos territoriales para satisfacer la dieta poseen bastante semejanza con los desarrollados décadas después. Por ejemplo, el economista letón llegó a la conclusión de que 500 hectáreas de tierra no especialmente fértil servirían para alimentar a 2.000 personas, si bien esta proporción dependería del contenido en carne que incorporase la dieta. Abundando aún más en sus argumentaciones llegó a recomendar vivamente la reducción en el consumo de cerdos para liberar un número mayor de calorías y proteínas que pudieran ser consumidas directamente por los humanos. Véase: MARTÍNEZ-ALIER, J., y K. SCHLÜPMANN, *La economía y la ecología*, op. cit., 1991, pp. 244-245, y 250.

³¹ Vid. Pening de Vries, F. W. T., et al., «Natural resources and limits of food production in 2040», en: BOUMA, J., et al. (eds.), *Eco-regional approaches for sustainable land use and food production*, Kluwer Academic Press, 1995, pp. 65-87. Cfr. BOUMA, J., et al., «Principal land use...», op. cit., p. 113.

³² KENDALL, H. W. W., y D. PIMENTEL, «Constraints on the expansion...», op. cit. En este restrictivo escenario se supone una distribución igualitaria, con ausencia de grano para el ganado y sin corregir los problemas de hambre actuales.

³³ Cohen asume que cada kilocaloría de origen animal requiere el consumo de 10 kilocalorías de origen vegetal. Vid. COHEN, J., *How Many People Can the Earth Support?*, Norton, New York, 1995. Cfr. GOODLAND, R., «Environmental sustainability...», op. cit.

³⁴ GOODLAND, R., «Environmental sustainability...», op. cit., 1997, p. 191. En este sentido la propia FAO ha reconocido que más del 50 por 100 del grano a nivel mundial sirve para alimentar al ganado. Incremento que también ha afectado a los países pobres pero, como recuerda Goodland, han sido sólo las minorías pudientes las que se han permitido avanzar por la cadena trófica hacia niveles más altos.

³⁵ WHITE, TH., «Diet and the distribution...», op. cit., 2000, pp. 150-151. White utilizó los coeficientes de transformación de grano en carne aportados por Brown y Kane (1994), a saber: 7 kilos de grano por kilo carne de vaca, 4 kilos de grano por kilo de carne de cerdo, 2 kilos de grano por kilo de carne de ave y pescado, 2,6 kilos de grano por kilo de huevos.

³⁶ *Ibid.*, p. 151. Cabe recordar, como así lo hace A. Seidl en su reseña crítica del trabajo de Th. White, que al aplicar la metodología estándar en el cálculo de la huella ecológica, el supuesto de la tierra ecológicamente productiva con los mismos rendimientos elimina los fenómenos de especialización y comercio basados precisamente en la diferencia de productividades. Además, es cierto que en general, al cuantificar la huella

de productos derivados del ganado no se tiene en cuenta que al menos un 10 por 100 del vacuno y un 30 por 100 del ovino pastan de manera extensiva, sin entrar en competencia con la alimentación humana. Vid. SEIDL, A., «Economic issues and the diet...», *op. cit.*, p. 6.

³⁷ El índice de Hoover que mide el grado de redistribución necesario para lograr una distribución igualitaria indica que mientras una redistribución entre las regiones del 6,2 por 100 de las calorías lograría una total igualdad de consumo, la equidistribución en el impacto ambiental exigiría en cambio un 15,6 por 100, es decir, 2,5 veces más. Cfr. *Ibidem*.

³⁸ GERBENS-LEENES, P.W., y S. NONHEBEL, «Consumption patterns and their effects...», *op. cit.*, p. 186.

³⁹ Que equivalen a 2.388 kcal/hab/día.

⁴⁰ *Ibid.*, pp. 188 y ss. La denominación de *básico* para el primer nivel y de *subsistencia* para el segundo nivel puede llevar a equívoco en su traducción al castellano, sobre todo porque las características de este último hacen de él un *óptimo* desde el punto de vista nutritivo.

⁴¹ Cabe recordar, por ejemplo, que la producción de 100 litros de cerveza requiere de 28 kg de cebada, y no es el peor caso. Véase, *ibid.*, p. 197.

⁴² En 1990 el número medio de habitantes por hogar en Holanda era de 2,41 personas.

⁴³ Margarina (439 m²), carne picada (258 m²), embutidos (181 m²), queso (177 m²), manteca (171 m²) y café (139 m²). En conjunto, el apartado destinado al consumo total de carne (vaca, cerdo y pollo) se lleva la palma con el 29 por 100 de los requerimientos de tierra totales. GERBENS-LEENES, P.W., et al., «A method to determine...», *op. cit.*, p. 53.

⁴⁴ *Ibid.*, p. 54.

⁴⁵ La comparación internacional desde el punto de vista cultural considera 14 países y cinco categorías de alimentos: bebidas, grasas, carne, lácteos y huevos, cereales y verduras. (pp. 189-192).

⁴⁶ *Ibid.*, p. 195.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 197.

⁴⁸ GERBENS-LEENES, P.W., et al., «A method to determine...», *op. cit.*, p. 54.

⁴⁹ GOODLAND, R., «Environmental...», *op. cit.*, p. 195. Pero, como ya se anunció, no sólo se trata de consumo de carne, sino que otros elementos de la cesta de la compra también importan; el 10 por 100 de los requerimientos de tierra a nivel europeo son tributarios del consumo de cuatro bebidas: cerveza, vino, café y te. Cantidad que, como recuerdan Gerbens-Leenes y sus colaboradores, es mucho mayor en realidad pues se desconocen las cifras de consumo de zumos y otro tipo de preparados líquidos.

⁵⁰ Excluidas las bebidas y teniendo en cuenta los matices expresados en el anexo metodológico.

⁵¹ Se trata de todos modos de un caso similar al que se produce en la huella agrícola con rendimientos locales, pues la utilización generalizada de maquinaria y agrotóxicos ha incrementado los rendimientos pero a costa de una huella en forma de inputs mayor.

⁵² En este incremento estaría comprendida la parte del pescado utilizada para la elaboración de «harinas» con destino a la alimentación del ganado. Debido a problemas estadísticos con las fuentes utilizadas no hemos traído esta cantidad, aunque consultando los Balances Alimentarios de la FAO para el caso de España se detecta un incremento importante de las existencias totales de pescado para la fabricación de pienso (en 1995 el 27 por 100 se dedicaba a ese fin) que han acabado espoleando también las capturas totales. Véase: FAO (varios años): *Food Balance Sheet*, Roma (<http://www.fao.org>).

⁵³ MARGALEF, R., *Planeta azul, planeta verde*, Barcelona, Prensa Científica, 1992, pp. 124-125. El porcentaje del 2 por 100 de calorías con origen en productos del mar era en España, precisamente, el 2,4 por 100 en 2000.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 126.

⁵⁵ Lo hemos hecho así para mantener la coherencia con lo establecido en el capítulo dedicado al análisis de los flujos de biomasa y que nos permitió actualizar la estimación de Flores de Lemus para principios de siglo. Se trata, con todo, de una *infraestimación*, por varias razones. Muchos de los cultivos considerados aquí como de alimentación humana directa destinan una parte minoritaria de sus producciones a la alimentación de ganado (por ejemplo, las hortalizas, o algunos frutales no cítricos). Por otro lado, en el caso del trigo, aunque tiene como destino mayoritario la alimentación humana, ya en 1995 un 26 por 100 se dedicaba a alimentación de ganado y no aparece recogida esa superficie (aunque sí se ha incluido parcialmente para estimar la huella asociada con los piensos compuestos importados en la alimentación del ganado total, sea o no de carne). Sin embargo, como hemos convenido que todo el ganado se nutre a través de pienso o cultivos forrajeros de forma más o menos estabulada, tampoco computamos aquella parte —aunque minoritaria— de ganado destinado a carne que todavía pasta de manera extensiva y que reduciría el valor de la huella derivada del consumo de carne al utilizar recursos que no compiten con los aprovechados por los humanos, si bien estaría incluida en la huella de pastos. Esta fracción era ya realmente minoritaria a comienzos de los ochenta situándose para el ganado vacuno en el 7 por 100 del total de carne en España, tal y como revelaba hace dos décadas Carlos de Blas. Véase: *Producción extensiva de vacuno*, Madrid, Mundi Prensa, 1983, p. 16. Valgan, entonces, las omisiones en un sentido por las carencias en el otro.

⁵⁶ Se ha considerado el rendimiento medio de los cultivos destinados a la alimentación del ganado, entendido éste como la producción de cada uno de los cereales grano, leguminosas y cultivos forrajeros considerados entre la superficie destinada a estos cultivos.

⁵⁷ En los cultivos directamente aprovechables hemos incluido el trigo y el arroz, los garbanzos, las lentejas, las judías, todas las hortalizas, los tubérculos, y los frutales cítricos y no cítricos. Hemos dejado al margen los cultivos industriales en los que están incluidos desde cultivos textiles

no destinados al consumo hasta otros que necesitan de un procesamiento de elaboración posterior más o menos complejo para llegar al consumo final. Esto ha llevado a no incluir algunas superficies destinadas a cultivos oleaginosos que posteriormente se convertirán en aceite, pero dado que las fuentes para conseguir datos de los consumos finales de este tipo de productos para toda la serie ha sido complicado hemos preferido la opción más prudente. El mismo razonamiento se ha aplicado al viñedo (vino) y a olivar (aceite) que incrementarían la huella alimenticia en el caso de computarlas.

⁵⁸ Incluso si, como se puede comprobar, computamos la huella del olivar y el viñedo, la tendencia *per capita* no se modifica, y la *absoluta* apenas experimenta variaciones.

⁵⁹ Los detalles de los supuestos y coeficientes conversores utilizados para la transformación se ofrecen en el anexo metodológico.

⁶⁰ En el caso de los rumiantes esta cifra no es mayor porque la dieta incorpora un 60 por 100 de forrajes que, por lo general, presentan rendimientos superiores por hectárea que los cereales pienso que hemos supuesto para el cálculo de la huella. Sin embargo, una parte de esta ganancia se pierde al incorporar menor materia seca por kilogramo, que es lo que verdaderamente importa respecto a la ración ingerida por el ganado. A medida que se intensifica el cebo del vacuno y se sustituye el forraje por piensos compuestos, los requerimientos por kilogramo de carne aumentan considerablemente, al sumarse los menores rendimientos a la inferior eficiencia en la transformación de grano en carne.

⁶¹ La relación de estas variables con una estimación comparativa para varias zonas del planeta ha sido llevada a cabo por WHITE, TH., «Diet and the distribution of environmental impact», *op. cit.*, pp. 145-153.

⁶² Véase lo dicho a este respecto en el capítulo cuarto.

⁶³ Recordando al profeta Isaías, así lo hacía notar Herman Daly en su texto clásico de 1968: «La economía como ciencia de la vida», en: DALY, H. (comp.), *Economía, ecología, ética, op. cit.*, 1989, p. 247.

⁶⁴ SIMÓN FERNÁNDEZ, X., «El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica...», *op. cit.*, pp. 115-136.

⁶⁵ Las modificaciones se comentan en el Anexo Metodológico. En cualquier caso, las diferencias afloran sobre todo al estimar la huella derivada del uso de la maquinaria, o la superficie dedicada a la absorción de CO₂ consecuencia de la utilización de energía en la agricultura.

⁶⁶ Xavier Simón estima para 1993-1994 una superficie de 36,7 millones de hectáreas, sensiblemente menor a la nuestra. Asumiendo sus hipótesis creemos que se ha producido un error de cálculo, siendo su cifra real 51,4 millones. Aunque es posible que estemos equivocados, la razón no sólo estriba en que él tiene únicamente en cuenta los tractores —y no los motocultores y cosechadoras— sino que el motivo fundamental tiene que ver con los rendimientos considerados por el economista gallego que utiliza una media de los años 1984-1994. A pesar de todo, si aplicáramos los mismos rendimientos a nuestros cálculos, el resultado sería una huella de 60,1 millones de hectáreas para toda la maquinaria y no de 36,7 millones.

⁶⁷ Aquí también la diferencia estriba en el coeficiente conversor. X. Simón utilizó el factor propuesto por Rees y Wackernagel de 1 hectárea por 1000 GJ (o 1 hectárea por 1,8 tm de carbono emitidas) mientras que nosotros hemos utilizado los coeficientes de absorción disponibles para los bosques españoles que ofrecen una cifra de 0,59 tm de carbono por hectárea.

⁶⁸ El cálculo de la huella ecológica para el resto de productos (resina, corcho, esparto, bellota, etc) nos crearía problemas de «producción conjunta» en los casos de extraerse de un mismo monte, o bien estarían incluidos en la huella de pastos al recogerse en monte abierto. Para la cuantificación hemos preferido prescindir de ellos dado que, en cantidad, apenas representan el 1 por 100 del total.

⁶⁹ Hay que advertir que aquí sólo se consideran la madera y leña en términos brutos y no aquellos productos derivados como el papel, el cartón o la pasta. Cuando se hace el balance de consumo nacional de madera y leña y se expresan las importaciones de estos productos en equivalente de madera en rollo nos encontramos que, a partir de 1990, las importaciones brutas superan a las extracciones domésticas (15.185 metros cúbicos frente a 14.700, excediéndolas en un 20 por 100 más a mediados de la década de los noventa, y siendo las importaciones *netas* el 80 por 100 de la extracción doméstica para esas mismas fechas). Véase: MAPA, *Anuario de Estadística Agraria*, 1995. Para que exista coherencia con el capítulo dedicado a los flujos de biomasa hemos preferido mantener el primer criterio.

⁷⁰ Los *Anuarios de Estadística Agraria* tienden prácticamente a identificar superficie de pasto con superficie realmente pastada. Además, dado su escaso volumen, computar como comercio exterior aplicado a la huella de pasto las importaciones netas de carne y leche de rumiantes transformadas a hectáreas, incluso suponiendo que todas proceden de explotaciones extensivas, apenas resuelve el problema.

⁷¹ Se dan más detalles de este proceder en el Anexo Metodológico.

⁷² Ante la dificultad de estimar la ingesta real de pasto por parte del ganado hemos operado simulando un proceso reversible. A partir de los datos de consumo de carne y leche en sus diferentes tipos se ha calculado su contenido energético en kilocalorías y después —con la ayuda de los coeficientes de conversión oportunos— las kilocalorías que el animal necesita ingerir para producir ese kilo de carne o litro de leche. Así obtenemos la energía total que acarrea el proceso que, con las cifras sobre el valor nutritivo de los pastos y una parte de grano, nos permite saber la materia seca que debe ingerir el animal para lograr esa energía a la que se aplican los rendimientos medios para obtener la superficie que es preciso pastar para alcanzar el objetivo. Más detalles sobre el procedimiento se puede encontrar en el Anexo Metodológico.

⁷³ Naturalmente, esto obliga a modificar el valor de la huella imputada a los cultivos agrícolas, eliminando la tierra dedicada a los cultivos forrajeros, lo que, como veremos más adelante, afectará al cómputo de la huella ecológica global.

⁷⁴ Con unas cifras de absorción media de carbono por parte de nuestros bosques relativamente bajas (0,59 tmC/ha), la alternativa del etanol presenta unas exigencias casi tres veces menores que aquella basada en la superficie forestal necesaria para absorber las emisiones de CO₂.

Por ejemplo, para el año 1995, los requerimientos territoriales del etanol para satisfacer el consumo energético con cargo a los combustibles fósiles eran de 42 millones de hectáreas, mientras que con la opción de los bosques necesarios para fijar el dióxido de carbono emitido nos vamos a los 111 millones de hectáreas.

⁷⁵ Los datos manejados incorporan para 1972-2000 la serie presentada por la Agencia Internacional de la Energía, sobre la base de la metodología elaborada por el IPCC. Para 1955-1971 se ha echado hacia atrás la serie aplicando las tasas de crecimiento de las emisiones *totales* —estimadas con la misma metodología, pero sin descontar el «carbono almacenado» en productos que no tienen finalidad energética y por lo tanto no se oxidan (petróleo de los plásticos, asfalto para pavimentación,...), así como las emisiones del combustible entregado en los bunkers internacionales utilizado en el transporte marítimo y aéreo internacional—.

⁷⁶ Incluida hidroelectricidad, nuclear, etcétera.

⁷⁷ Con datos de la IEA/OCDE, el análisis de Roca y Alcántara llega hasta 1997, siendo en este caso la reducción, del 15 por 100. Vid. ROCA, J., y V.ALCÁNTARA, «Energy intensity,...», *op. cit.*, p. 555.

⁷⁸ ROCA, J., y V.ALCÁNTARA, «Energy intensity,...», *op. cit.*

⁷⁹ También se apunta un ajuste polinómico que ofrece la misma tendencia creciente, aunque tampoco los mayores refinamientos econométricos dan resultados favorables a la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para España. Vid. ROCA, J., PADILLA, E, et al., «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, 2001, pp. 86-99.

⁸⁰ *Ibidem*.

⁸¹ IEA/OCDE, *CO₂ emissions from fuel combustion*, Paris, 1997.

⁸² Vid. Anexo Metodológico.

⁸³ El método 2 de cálculo de la huella de pastos afecta a la huella de cultivos total habida cuenta que, al no ser necesarias, hay que detraer las hectáreas de tierra dedicadas a los cultivos forrajeros.

⁸⁴ 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.

⁸⁵ Podría pensarse que, en cierta medida, este papel lo cumplen los espacios naturales protegidos de diversa índole. En nuestro país el porcentaje de territorio con estas características en 1995 apenas llegaba al 6 por 100 (3.189.951 hectáreas), es decir, aproximadamente la mitad de ese mínimo estipulado por Naciones Unidas. La distribución entre las diferentes figuras de protección era la siguiente: Parques Nacionales (221.763 has.), Parques Naturales (1.973.070 has.), Reservas Naturales (44.930 has.), Parajes Naturales (68.200 has.) y otras figuras (881.988 has.). MAPA, *Anuario de estadística agraria*, Madrid, 1995, p. 535.

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.

⁸⁷ WWF, *Living Planet Report*, *op. cit.*, 2000.

⁸⁸ *Ibid.*, p. 14. En el resto de huellas, España se sitúa en el lugar cuadragésimo en cuanto a pastos, el número sexagésimo tercero en superficie forestal, y el décimo quinto en huella marina.

⁸⁹ En este último caso, la voracidad peninsular ha hecho que España aparezca como el cuarto principal importador de madera tropical —buena parte de la cual procede de países asiáticos como Indonesia—, con origen en talas ilegales, o en explotaciones escasamente sostenibles.

7

El surgimiento de la «burbuja comercial» y la dependencia ecológica externa: flujos físicos y valoración monetaria del comercio exterior en España

«[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. MALTHUS¹

I. INTRODUCCIÓN

A estas alturas, apenas causará sorpresa afirmar que, en los últimos cincuenta años, España ha modificado su metabolismo económico substancialmente y en un doble sentido: en primer lugar, abandonando los rasgos propios de una economía de la «producción» —que se abastecía en gran medida de recursos renovables procedentes de la biomasa—, para convertirse en una economía de la «adquisición» de riqueza no renovable ya existente. En segundo término, y como consecuencia de lo anterior, España ha pasado de ser una economía abastecedora de materias primas para el resto del mundo, a transformarse en una importante receptora neta de energía y materiales de terceros países. Cabe señalar que las dos modificaciones apuntadas, por estar muy relacionadas, han evolucionado simultáneamente dando los anteriores capítulos sobradas muestras de que el tránsito de la economía de la «producción» a la de «adquisición» se materializó, en muchos casos, con cargo a las reservas del resto del mundo. Sin embargo, con la metodología seguida para calcular los RTM, la cuantificación de los inputs exigía sumar a las extracciones domésticas *sólo* las importaciones procedentes de terceros países, por lo que en aquella ocasión no profundizamos en el saldo comercial que arrojaban nuestras operaciones con otros territorios. No obstante, esta doble mutación no hubiera sido posible si no hubieran funcionado, en beneficio de nuestro país, los dos instrumentos que, desde el punto de vista internacional, permiten la extensión y afianzamiento de esa economía de la «adquisición», a saber: el comercio y

el sistema financiero internacional. Como veremos a continuación, esta dimensión internacional justifica que recaigamos ahora en la primera de estas herramientas para, en el último capítulo, introducir las relaciones entre la riqueza real y la financiera.

Podemos ya anticipar que, el análisis del comercio internacional que vamos a realizar difiere en gran medida de las pautas marcadas por el enfoque económico estándar. De igual modo que en su momento denunciábamos las lagunas de la teoría económica convencional a la hora de enfrentarse a las principales aristas de las relaciones economía-naturaleza, en este caso pensamos que la explicación del comercio barajada por el enfoque ortodoxo adolece de similares carencias. Valga recordar que el énfasis en ver este proceso como un juego de «suma positiva» defendido por la Teoría del Comercio Internacional en sus diversas variantes, casa mal con la extensión y consolidación, a escala mundial, de una economía de la «adquisición» protagonizada por los países ricos. El afán mixtificador de la doctrina convencional tiene el efecto de encubrir con velo teórico unas relaciones comerciales de dependencia económica y deterioro ecológico ejercidas gracias a la desigual distribución del poder, y que están muy alejadas de las situaciones mutuamente beneficiosas descritas por la teoría económica al uso. Por estas razones se hace necesario, en primer lugar, desvelar las insuficiencias económico-ecológicas del enfoque convencional en materia de comercio internacional, y a esta tarea dedicaremos el segundo epígrafe del capítulo. Lo que nos llevará, a su vez, a recaer sobre enfoques alternativos que pongan de manifiesto la realidad ecológica que envuelve las relaciones comerciales, así como la naturaleza biofísica de los principales flujos trasegados. Para esta tarea algunos de los desarrollos conceptuales expuestos en los anteriores capítulos poseen diversas aplicaciones y un potencial explicativo nada despreciable en el ámbito concreto de las relaciones económicas internacionales. De manera especial, tanto la llamada «Regla del Notario», como la teoría del «intercambio ecológicamente desigual» aparecen como sugerentes instrumentos para explicar las pautas económico-ecológicas por las que se rigen los intercambios internacionalmente. Como no podía ser de otro modo, dedicaremos el resto del capítulo a calibrar, en el caso de la economía española, la potencia de estas herramientas intentando arrojar alguna luz sobre las implicaciones físico-territoriales y el trasfondo ambiental de nuestro comercio con terceros países.

2. LIBRE COMERCIO Y MEDIO AMBIENTE: INSUFICIENCIAS AMBIENTALES DEL ENFOQUE CONVENCIONAL SOBRE LAS RELACIONES COMERCIALES

Varios han sido los planteamientos con que la teoría económica se ha pertrechado para responder a la cuestión del porqué comercian los países. En general estas explicaciones se han

orientado a esconder el carácter conflictivo que surge del proceso de apropiación de riquezas y recursos por parte de un territorio respecto de otro, mostrando que, lejos de producirse esta situación, existiría siempre un interés mutuo en los países por comerciar entre ellos². De forma temprana, los desarrollos clásicos de la Teoría de la Ventaja Comparativa del comercio internacional enunciada por David Ricardo «lograron» formalizar la vieja aspiración librecambista de que todos los países participantes en el comercio internacional saldrían *ganando* con el intercambio. Un esfuerzo que, décadas después, se vería complementado con las aportaciones neoclásicas de Heckscher y Ohlin, ampliando el modelo ricardiano para explicar el comercio internacional en función de abundancia relativa en las dotaciones factoriales (capital y trabajo) de los países. En todo caso el resultado final apenas se modificaba y el libre comercio como actividad económica venía así a transformarse del viejo juego redistributivo de suma cero en el que unos ganaban a costa de lo que el resto perdía, en un juego de *suma positiva* en el que todos los participantes obtenían una ganancia o, al menos, ninguno de ellos salía perjudicado³. La falta de realismo de varios de los supuestos sobre los que se afianzaba el modelo neoclásico, la aparición de fenómenos como el comercio intraindustrial⁴ (sobre productos muy parecidos y entre países con similares dotaciones factoriales), que ponían en entredicho varios de sus resultados, así como la relevancia de las economías de escala y los fenómenos de competencia imperfecta en los mercados internacionales, evidenciaron, dentro de la propia corriente convencional, las debilidades de la teoría ricardiana y el modelo de Heckscher-Ohlin⁵. En todo caso, las nuevas aportaciones apenas han cuestionado el núcleo fundamental relativo a la bondad intrínseca y las ganancias mutuas que acarrea el «libre» comercio para los países, esforzándose por dejar de lado aquellos enfoques alternativos que, ya desde los años setenta, se mostraban preocupados por desentrañar los mecanismos de explotación ejercidos por unos países sobre otros, que se escondían tras el velo «aséptico» de las relaciones económicas internacionales. Esfuerzos que al poner el acento en aquellos aspectos social-distributivos —escasamente tratados por la economía convencional— apuntaban a las crecientes desigualdades generadas por la dinámica del orden económico internacional⁶. No obstante, aparte de la bienvenidas declaraciones de intenciones, tampoco estos últimos se mostraron proclives a reconocer la importancia adquirida por el elemento medioambiental a la hora de explicar estas desigualdades, así como la actual división internacional del trabajo que conllevan. Es precisamente en este punto donde, como veremos, el enfoque desarrollado en este capítulo, adquiere pleno significado.

A pesar de todo lo anterior, al repetir los argumentos y ocultar las dificultades, los corolarios de la teoría del comercio han llegado a convertirse en «dogmas» que apenas se cuestionan desde la corriente dominante. Como recordaba Paul Krugman a finales de los ochenta: «Si hubiera un Credo del economista contendría seguramente estas afirmaciones: “creo en el prin-

cipio de la ventaja comparativa” y “creo en el libre comercio” »⁷. De hecho, las reflexiones teóricas convencionales sobre las relaciones comerciales (Teoría Pura del Comercio Internacional y desarrollos posteriores) tampoco han sido ajenas a la falacia de la «concreción injustificada»⁸, empeñada en confundir los supuestos simplificadores del modelo con la realidad objeto de estudio⁹. Es sabido que con la ayuda de hipótesis como la ventaja comparativa y la especialización productiva —auxiliadas por una serie de supuestos complementarios que apenas encuentran un hueco en la realidad (ausencia de externalidades, estabilidad de los precios, igualdad dinámica de las ventajas comparativas, no movilidad internacional de los factores productivos...)— se llega a la conclusión de que la mejor estrategia comercial (aquella que incrementa en mayor medida el bienestar de las naciones que participan del comercio, y que aumenta las posibilidades de consumo de los países implicados respecto de una situación en ausencia de intercambios), es el libre comercio¹⁰. Dicha argumentación, más o menos adobada formalmente, ha pasado a convertirse en la «sabiduría convencional» en cuestiones de relaciones comerciales internacionales.

Al especializarse en la producción de mercancías intensivas en los factores productivos para los cuales los países presentan una mejor dotación y, por lo tanto, ventaja comparativa, el comercio acaba generando, de por sí, un aumento de la producción. Aumento que se agudiza cuando se incorpora el efecto de las economías de escala como fundamento del comercio y la profundización de la especialización, aunque en régimen de competencia imperfecta. La potencia del efecto «especialización» acaba materializándose en un incremento de la Frontera de Posibilidades de Producción, llevándose a cabo un cambio cualitativo digno de reseñar: lo que tradicionalmente había sido una actividad típicamente *redistributiva* a nivel internacional¹¹, se postula y erige, a partir de este momento, en agente propiciador del *crecimiento de la producción*. Y si aumenta la producción, se dirá, es lógico que aumenten también las posibilidades de consumo¹², lo que fácilmente desemboca, no sólo en una mejora unilateral, sino en una ganancia mutua derivada del aumento de esas posibilidades de consumo (y de «bienestar») para ambos países. Un resultado al que se llega a partir de la especialización productiva mencionada, y gracias al consumo de las mercancías no producidas que se importan y pagan con los ingresos obtenidos por las exportaciones.

No obstante, aunque los argumentos manejados por el enfoque convencional parecen bastante persuasivos, existen dudas sobre las bondades del libre comercio en relación con algunas cuestiones generalmente consideradas como obvias. Uno de los problemas a los que nos lleva el análisis anterior es el de la valoración de las «ganancias». Parece claro que, si nos pusiéramos de acuerdo sobre el método de cuantificación de las externalidades ambientales, podría darse el caso de asistir a pérdidas derivadas del intercambio que llevarán a un saldo final negativo. Además, al contabilizar las «ganancias» que acarrea el comercio en los países empobrecidos, se asis-

te generalmente al hecho de que «...cuando la producción destinada a la subsistencia, y que no se tiene en cuenta en la contabilidad económica, se destina a la producción para el comercio, que sí se incluye en esa contabilidad, se percibe una falsa ganancia»¹³. Y tampoco se dice nada sobre la racionalidad de pagar las importaciones a costa de los ingresos obtenidos por unas exportaciones que se realizan con cargo al deterioro de un patrimonio natural no renovable, y que constituye la fuente de riqueza futura de ese país. Pudiendo añadirse que el prometido aumento de las posibilidades de consumo y diversidad de los bienes puestos al servicio de la población por obra y gracia de la liberalización comercial es algo que está lejos de ser evidente. Como apostillan los esposos Lovins y el alemán E.U. von Weizsäcker:

«...la imagen engaña. Si bien la diversidad de las ofertas crece en cada lugar del planeta, el número total de ofertas en el mundo disminuye. ¿Cuántas bebidas locales han sido desplazadas por la Coca-Cola? ¿Cuántos tipos de frutas y verduras han desaparecido de los mercados a raíz de la normalización de los tipos? Según un estudio del Rural Advancement Fund International, el 97% de los diferentes tipos de verduras han desaparecido de la oferta entre 1903 y 1983 y seguramente se han perdido.»¹⁴

Parece evidente que, del mismo modo que en otras ocasiones, la vulgarización de la doctrina implicó la pérdida de una parte sustancial de su significado original. En este caso concreto, la parte sacrificada ha sido la relativa a los «supuestos». Así, lo que puede constituir una afirmación en presencia de estas hipótesis, deviene en una negación, o cuando menos en una afirmación muy matizada, en ausencia de las mismas¹⁵. Aunque podríamos convenir, con Joan Robinson, en que las mencionadas características del modelo «excluyen la discusión de cualquier problema de interés en el mundo real»¹⁶, y a pesar de las reticencias que pueden despertar la mayoría de los planteamientos enunciados, desde un punto de vista general, uno de los talones de Aquiles, un lugar importante por donde se resquebraja el edificio de la Teoría de la Ventaja Comparativa, se encuentra en el último de los supuestos, a saber: *la ausencia de movilidad factorial entre los países que comercian*.

Si aceptamos la ausencia de movilidad de la mano de obra y el «capital», esto quiere decir que ninguno de los factores tiene la posibilidad de emigrar de un país a otro, pues, en caso contrario, el intercambio no se guiaría por la ventaja comparativa, ni existirían las ganancias preconizadas por la teoría. En efecto, desde el momento en que el capital (como actualmente ocurre) atraviesa libremente las fronteras en busca de la máxima rentabilidad y modifica, de esta forma, la dotación de factores productivos entre los diferentes países, la inversión comercial no se regirá por criterios de rentabilidad relativa sino que, al contrario, responderá a la llamada de la rentabilidad absoluta¹⁷.

Para lo que aquí nos interesa y dejando al margen la crítica general sobre la teoría ricardiana y posteriores refinamientos, la prescripción normativa que se deduce de la misma implica la ausencia de *externalidades ambientales* y demás fallos del mercado; o lo que es lo mismo: que los precios tienen que reflejar *todos* los costes en que se incurre en el proceso de fabricación de una mercancía destinada a la exportación. Esta exigencia de que los precios digan la «verdad» nos permite expresar de otra forma la misma circunstancia, a saber: *en presencia de externalidades ambientales no se puede afirmar que el libre comercio se traduzca en un incremento del bienestar económico ni por lo tanto que existan ventajas mutuas derivadas del intercambio*. En efecto, tomar en consideración o no, dentro de los costes, el deterioro ambiental y social provocado por la fabricación de una mercancía influye en el precio final de ésta y en la ventaja comparativa del país que la exporta. Si en vez de incluir estas consideraciones, se «externalizan» los costes de producción, una mercancía puede reducir su precio y obtener así una mayor ventaja comparativa de la que realmente posee.

Aunque la teoría convencional del comercio internacional, razonando en términos exclusivamente monetarios, y bajo una serie de supuestos, intente «demostrar» que el resultado final del comercio mundial arroja un saldo positivo; recapacitando acerca de la interpretación económica de las leyes de la termodinámica, observaremos que, por el contrario, el resultado del proceso productivo, *en términos físicos*, arroja siempre un saldo negativo. Por lo tanto, esto nos lleva directamente a afirmar que *no se puede obtener una redistribución positiva para ambas partes de un proceso que es, por naturaleza, deficitario*. Siendo rigurosos, tendríamos que hablar del comercio internacional en términos de un juego de suma *nula o negativa*. El coste ecológico, así como la transformación de estado de la energía y los materiales involucrados en el proceso de importar ciertas mercancías de fácil fabricación nacional, muestran la irracionalidad económica en sentido amplio de muchas prácticas comerciales. Y uno de los problemas del análisis convencional del comercio mundial es precisamente su incapacidad para percibir las importantes implicaciones ecológicas que se encubren tras el usual «velo monetario». Nada se dice sobre el verdadero consumo de recursos, y su naturaleza en términos de *cantidades*, ni se informa sobre la sostenibilidad o insostenibilidad de ciertas extracciones de recursos y producciones de bienes con destino al comercio internacional. En definitiva, *se hace reiteradamente abstracción de los contextos socioambientales en los que se practican los intercambios*, reduciendo la capacidad explicativa de la propia teoría y, en consecuencia, de las propuestas de política comercial en ella basadas. Creemos que el alcance de estas objeciones afecta tanto a la teoría original como a los desarrollos posteriores (Nueva Teoría del Comercio Internacional), lo cual hace pensar en la dificultad que el enfoque convencional posee actualmente para explicar los intercambios y las «ganancias del comercio» a nivel internacional.

2.1. Intentos convencionales para superar la laguna ambiental de la Teoría Pura del Comercio

En cualquier caso, aún documentando la tradicional ausencia del elemento medioambiental en las reflexiones históricas sobre el comercio, conviene llamar la atención sobre los recientes esfuerzos del análisis económico por integrar la dimensión ecológica en la Teoría del Comercio. Aquí, como en general en la reflexión sobre las relaciones entre economía y naturaleza, se vuelven a poner de manifiesto las diferencias entre el enfoque de «economía ambiental» y la propuesta realizada desde la «economía ecológica» o «enfoque ecointegrador». La economía internacional estándar con preocupaciones «ambientales» ha lanzado su red analítica convencional con el propósito de terciar en la polémica sobre las relaciones entre el libre comercio y el deterioro ambiental. Desde los años setenta, las aportaciones se han dividido entre aquellas que incorporan el factor ambiental como una variable más al modelo de Heckscher-Ohlin sobre dotaciones factoriales —sin necesidad de modificar sus supuestos fundamentales— y las contribuciones que pretenden relajar las restrictivas hipótesis del modelo para dar entrada al medio ambiente como un factor de producción en el comercio internacional¹⁸. Lo que, a estas alturas, se puede decir de estos intentos es que, salvaguardando el cuerpo teórico fundamental, únicamente extienden el modo de razonamiento analítico parcelario hacia algunos aspectos «olvidados» por la corriente principal y que, por el contrario, requieren un tratamiento fundamentalmente sistémico y ecointegrador¹⁹.

Con estos mimbres convencionales, los debates sobre las relaciones entre comercio y medio ambiente se centraron en analizar los efectos tanto directos como indirectos de esta relación, sus implicaciones sobre el desarrollo, el papel de los gobiernos y los Organismos Económicos Internacionales, o los efectos de la regulación ambiental sobre el comercio y viceversa²⁰. Precisamente las diferencias en torno a estos puntos han revelado una falta de consenso que va por grados y que distingue tres posibilidades²¹. Por un lado el núcleo duro del enfoque ortodoxo ha contemplado siempre las políticas ambientales como una restricción intolerable al comercio y al crecimiento económico²². De otra parte, el enfoque «ambiental» convencional, ayudado y financiado oportunamente por el Banco Mundial²³, ha cargado las tintas en la positiva relación que existe entre libre comercio y protección del medio ambiente. Por último, la economía ecológica ha sido el enfoque que ha mostrado más escepticismo sobre los beneficios ambientales de la expansión del comercio internacional²⁴.

Dejando al margen el primer planteamiento y, para lo que aquí nos atañe, los defensores de una relación positiva entre libre comercio y medio ambiente han venido utilizando un doble argumento para hacer plausible su pretensión de eludir el conflicto entre la ausencia de res-

tricciones al comercio y la protección ambiental. En primer lugar, se defiende que un aumento de la «liberalización» comercial lleva consigo un crecimiento de la renta que puede, a su vez, redundar en un incremento de los recursos destinados a gastos en protección y restauración del deterioro ecológico. En otras palabras: existe un *efecto-escala positivo*. De esta opinión ya era el GATT (ahora OMC) a comienzos de los noventa cuando afirmaba que «...el aumento del ingreso por habitante —que se ve impulsado por un mayor acceso a los mercados y la expansión del comercio— permite obtener más recursos para frenar el deterioro del medio ambiente, ayudando a costear la lucha contra la contaminación y las operaciones de limpieza en caso de que las haya habido. En cambio, un país cuya economía se encuentre estancada, tenderá más a escatimar los gastos destinados a mejorar el medio ambiente»²⁵. El segundo argumento, conocido como el *efecto tecnológico positivo* de la liberalización comercial, hace hincapié en el aspecto beneficioso que puede tener la difusión de tecnologías «limpias» que reduzcan el impacto ambiental de los procesos productivos. Así las cosas, la mayoría de las restricciones que se impongan al comercio internacional conllevará, según los economistas convencionales, a una degradación aún mayor del medio ambiente.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, los partidarios de la «liberalización comercial» han gozado de mejor posición y medios que los que defendían posturas, si quiera, de un marco institucional diferente²⁶. Pues no resulta en modo alguno descabellado propugnar la inclusión de criterios distintos en la venta de bienes y servicios más allá de las fronteras cuando se trata de *proteger* el medio ambiente y la salud de las personas, al margen de las causas tradicionales por las que se batían los viejos proteccionistas. Si, por poner el caso, un país posee una avanzada política ambiental que «internaliza» los costes ambientales, se da la paradoja de que parte en desventaja en un entorno en el cual el comercio se desenvuelve en un marco institucional que no penaliza el deterioro ambiental. En caso de optar por instaurar una tasa sobre los productos que, procedentes del exterior, hayan sido fabricados bajo regulaciones permisivas y contaminantes del medio ambiente, rápidamente será acusado de proteccionismo. La diferencia fundamental es que, en este caso, no se está defendiendo una industria «ineficiente» respecto de los competidores exteriores sino una *política nacional eficiente que «internaliza» los costes ambientales*²⁷. Como sugieren Herman Daly y Robert Goodland, estarían dispuestos a aceptar el rótulo de «proteccionistas» si lo que se trata de proteger, además de estas industrias que «internalizan» los costes, es «...la salud, la seguridad ambiental, los estándares de calidad y un razonable nivel mínimo de vida para los ciudadanos, [pues] históricamente, estos beneficios han venido de la mano de las políticas nacionales, no desde una integración económica global»²⁸.

Sin embargo sorprende —por la virulencia de las palabras y lo desenfocado de sus argumentos—, la reacción frente a los razonamientos anteriores por parte de los economistas con-

vencionales que se han ocupado de las relaciones entre el comercio y el medio ambiente, habida cuenta el abandono de lenguaje tradicionalmente «aséptico» empleado en la mayoría de sus trabajos académicos. Como acusan Anderson y Blackhurst: «El sector comercio/medio ambiente tiene un riesgo considerable de ser explotado por grupos de interés especiales en su propio beneficio y a expensas del interés general. Más concretamente, el riesgo está en que los grupos proteccionistas tradicionales manipulen las cuestiones medioambientales para reducir la competencia de las importaciones. Esto puede ocurrir de diferentes formas: promoviendo políticas que discriminen en contra de las importaciones como parte de la solución a los problemas medio ambientales (...) presionando para que se incluyan disposiciones comerciales innecesarias o excesivas en los acuerdos multilaterales (...). Estas consideraciones políticas subrayan la importancia de elaborar normas y disciplinas que reduzcan la capacidad de los proteccionistas para manipular las cuestiones medioambientales. No sólo por lo que ganan a expensas del resto de la sociedad sino porque en definitiva sus actividades también dañan al medio ambiente»²⁹.

No parece, por el contrario, que la OMC se haya distinguido por su atención a las cuestiones ambientales, sino que más bien ha tratado, por todos los medios, que el deterioro del medio ambiente no fuera una causa para impedir el libre comercio. Y esto a pesar de que algunos preceptos como los artículos XX (b y g) del GATT, así como una parte del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio se suelen invocar como preceptos para restringir el comercio por motivos ambientales. Es verdad que allí se permite reducir las transacciones comerciales con el fin de «... proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales»; o con el fin de conservar «...los recursos naturales agotables, a condición de que tales medidas se apliquen conjuntamente con restricciones a la producción o al consumo nacionales». No obstante, la verdadera intención al redactar estos preceptos no era la protección ambiental. En el primero de los casos la preocupación recaía más en evitar las importaciones de productos animales afectados por enfermedades o pestes, mientras que la aplicación efectiva del artículo XX (g) exige una serie de requisitos que lo hacen prácticamente inaplicable, además de irrelevante para atajar la mayoría de los problemas ambientales globales a los que contribuye el comercio, pero que superan el ámbito territorial de aplicación a los países propio del GATT-OMC. Es más, se da la circunstancia de que, en muchas ocasiones, este organismo, «...se ha distinguido por la persecución de aquellos países que han desarrollado políticas ambientales y de recursos más estrictas, especialmente en los casos en que estas políticas se han dirigido a proteger recursos planetarios»³⁰. Así lo atestiguan las ya de por sí tímidas prácticas llevadas a cabo por motivos ambientales en países como Austria, Japón, la Unión Europea o Estados Unidos³¹. Como ha subrayado Daniel C. Esty, esto tiene que ver, en parte, con la forma a la vez restringida y ambigua en que el GATT-OMC ha definido la «necesidad» para arbitrar esas restricciones

comerciales, a saber: «se debe demostrar que no existe otro instrumento político que logre la misma meta ambiental y que sea “menos inconsistente con el GATT”. El obstáculo que este requisito crea para las políticas ambientales es sumamente elevado ya que casi siempre se podrá concebir una opción de política ambiental que interfiera aún menos en el comercio, y por lo tanto, siempre habrá una política alternativa o “disponible” »³².

2.2. Dudas económico-ecológicas sobre la compatibilidad entre libre comercio y medio ambiente

Aquellos economistas críticos con este modo de razonar, que abarca tanto las premisas como los resultados, han centrado su actuación en dos líneas de trabajo. Por un lado, desbrozar las inconsistencias lógico-empíricas que la anterior argumentación presenta y, en segundo lugar, intentar demostrar que, lejos de ser el actual régimen de creciente «liberalización» comercial beneficioso para el medio ambiente, lo que este proceso arroja como resultado es un agravamiento progresivo de las condiciones ambientales globales. De esta forma, y en referencia al efecto-escala positivo, conviene recordar —si se nos permite— la sentencia castiza que reza: «del dicho al hecho va un trecho». En otras palabras: una cosa es que, debido al crecimiento económico, *pueda* aumentar el gasto en protección ambiental, y otra muy distinta, que ese gasto potencial se convierta en un *gasto real*³³. No es esta, sin embargo, la única inconsistencia. Las bondades ambientales de un efecto-escala positivo sólo serían aplicables a un número reducido de casos, a saber: aquellos que no presenten irreversibilidades, y sabemos que la mayoría de los problemas ambientales globales adolecen, no obstante, de un fuerte carácter irreversible. Una tercera razón para dudar del carácter benéfico de este efecto se deriva de un hecho que acompaña a cualquier aumento de la liberalización comercial: el incremento del transporte. Es evidente que el volumen de mercancías transportadas aumenta, pero también la distancia recorrida por ellas y, por lo tanto, el consumo energético necesario para llevarlas a su destino. Las estimaciones barajadas para cifrar el aumento del transporte marítimo, consecuencia de la implementación de los acuerdos de la Ronda Uruguay, cifran éste en 1.200 millones de tm-km de incremento en el año 2004 respecto de los niveles de 1992³⁴. Parece razonable pensar que el aumento afectará en gran medida a todas las formas de transporte (por tierra, mar y aire), lo que incrementará el consumo energético y las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Las Tablas 7.1. y 7.2. ofrecen información al respecto para ciertos contaminantes y algunos productos.

Aunque la opción marítima es la que soporta el mayor tonelaje de las transacciones comerciales internacionales y ofrece *menores* valores de emisiones por tonelada transportada y kiló-

Tabla 7.1.
Rangos de factores de emisión según el modo de transporte de mercancías
 (gramos/tonelada-Kilómetro)

Contaminante	Vía terrestre	Vía ferrocarril	Vía marítima
CO	0,25-2,40	0,02-0,15	0,018-0,20
CO ₂	127-451	41-102	30-40
HC	0,30-1,7	0,01-0,07	0,04-0,08
NO _x	1,8-5,65	0,20-1,01	0,26-0,58
SO ₂	0,1-0,43	0,07-0,18	0,02-0,05
Partículas	0,04-0,90	0,01-0,08	0,02-0,04
COV	1,10	0,08	0,04-0,11

Fuente: OCDE, (1997): *The environmental effects of freight*, Paris, p. 29.

Tabla 7.2.
Ejemplos de impactos ambientales del transporte de mercancías para el comercio internacional

Producto	CO ₂	SO ₂	NO _x
1 camisa	222 grs	2,90 grs	6,4 grs
1 kg de tomates	1.700 grs	—	5,0 grs
1 kg de pan	1.400 grs	0,23 grs	2,7 grs
1 kg de yogur	121 grs	0,20 grs	2,3 grs

Fuente: Anderson, Th, et al., (1995): *Trading with environment*, Earthscan, London, p. 38. Citado por: Bermejo, R., (1996): *Libre comercio...*, op. cit., p. 158. Los supuestos son los siguientes: a) la camisa es producida en Bombay y transportada por barco a Gotenburg para después llevarla a Estocolmo por avión; b) los tomates proceden de Canarias y se envían a Suecia por avión; c) el pan se transporta desde el sur hasta el norte de Suecia; d) el yogur es transportado por camión desde Le Mans en Francia hasta Estocolmo.

metro recorrido, no hay que olvidar la rápida progresión que está experimentando el transporte por carretera y sobre todo por avión. Como se ha recordado recientemente: «aunque el transporte aéreo de mercancías es una porción pequeña (menos del 1 por 100) del transporte mundial de mercancías, está creciendo muy rápidamente»³⁵. En el mismo sentido, a pesar de que el tráfico de mercancías por avión ha pasado de suponer el 23 por 100 del tráfico aéreo total en 1970, a llegar al 25 por 100 en 1990, sin embargo, este pequeño incremento ha multiplicado casi por tres el consumo de combustible para esta finalidad, desde los 4,2 millones de 1970 a los 11,2 millones de 1990³⁶.

Con todo, el indicador relativo de consumo y emisiones por tonelada y kilómetro no nos debe hacer olvidar la utilización *absoluta* de recursos naturales por parte del transporte marítimo y las consecuencias que un incremento del comercio internacional puede acarrear al medio ambiente global. Convendrá saber, por ejemplo, que ya a finales de los ochenta, el volumen de mercancías

as transportadas mundialmente por vía marítima fue de casi 4.000 millones de toneladas lo que en términos energéticos significó un consumo de 8,1 terajulios; es decir, el equivalente al consumo energético anual de Brasil y Chile³⁷. Pero no se trata únicamente de una cuestión de cantidad. El comercio internacional incrementa también el riesgo de accidentes desde el momento en que aproximadamente un tercio de los residuos industriales son tóxicos y peligrosos, y un porcentaje respetable de los mismos se transporta por barco de unas naciones a otras. A comienzos de los noventa, 18 millones de toneladas lo hicieron así, de las cuales un 20 por 100 tuvieron como destino los países pobres, a lo que habría que añadir aquellos casos en los que la «carga» no llega totalmente a su destino: desde 1970 se han documentado más de 170 casos graves de accidentes en los que se han vertido al mar residuos tóxicos incluidos también residuos nucleares³⁸. Todo esto sin contar aquellas operaciones relacionadas con el transporte marítimo de combustible (crudo y productos petrolíferos) que, por rutinarias, no se suelen registrar, pero que ejercen un considerable impacto ambiental sobre las aguas. *No en vano, de los más de 3.000 millones de toneladas de estos productos que navegan alrededor del planeta, aproximadamente 2 millones de toneladas al año se vierten al mar sólo en el proceso del lavado cotidiano de los tanques de los petroleros*³⁹.

En resumidas cuentas, a pesar de que la especialización y la división del trabajo aparece como un fuerte argumento en favor del comercio y el crecimiento económico, es muy probable que, en ausencia de las condiciones ideales expresadas en las hipótesis del modelo, la liberalización del comercio esté causando un efecto no deseado en determinados «países en desarrollo»: el aumento de la especialización en actividades «ecológicamente insostenibles» tanto desde el punto de vista de la gestión de los recursos renovables⁴⁰, como por las condiciones que muchos países pobres presentan para convertirse en paraísos de la contaminación (*pollution havens*) con la proliferación de industrias muy degradantes procedentes de los países ricos. Como se afirmaba hace menos de una década: «...las actividades industriales contaminantes se han dispersado internacionalmente y la dispersión es mayor en la dirección de los países en desarrollo»⁴¹, lo que explica la ventaja comparativa revelada por este grupo de países en dicho campo desde mediados de la década de los sesenta. Es cierto que existe una controversia sobre la existencia o no de motivos ambientales en las decisiones de localización de las empresas. Durante algún tiempo se ha negado esta relación a partir de mediciones indirectas que apelaban al pequeño porcentaje que suponen los gastos de protección ambiental en la mayoría de las corporaciones y que difícilmente justificarían un cambio de residencia de las fábricas. Sin embargo parece demostrado que en las últimas décadas se ha producido un importante desplazamiento de las actividades más contaminantes hacia los países más pobres que presentan un crecimiento muy intensivo, en términos físicos, en actividades industriales tóxicas. Lo más importante es que esta situación se ha producido en un escenario donde, en términos monetarios, se han reducido las exportaciones de industrias «sucias»

con origen en los países ricos (a veces por traslado a terceros países y otras por importar, limpios de polvo y paja, los productos contaminantes, ahorrándose la fase de producción) a la vez que han declinado también su importancia en el valor total de las exportaciones mundiales⁴².

Por último, y respecto de las consecuencias asociadas al efecto beneficioso de difusión de tecnologías limpias a través del comercio internacional, cabría realizar la siguiente matización. Generalmente, cuando se hace uso de este argumento se está pensando en una transferencia de tecnología en el sentido Norte-Sur, ya que el Sur —normalmente «subdesarrollado»—, no posee el desarrollo tecnológico adecuado para llevar a cabo una innovación de estas características. Esta visión sesgada del problema nos impide darnos cuenta de que los comportamientos y las técnicas respetuosos del medio ambiente no tienen una relación directa con el desarrollo tecnológico. Un claro ejemplo viene de la mano de la agricultura ecológica, por contraposición a la moderna actividad agrícola, con frecuencia esquilmadora del suelo pero «avanzada tecnológicamente». A lo que habría que añadir los fenómenos de transmisión de conocimientos Sur-Norte que se esconden tras la apropiación de la diversidad genética y de los conocimientos tradicionales de los países empobrecidos, efectuado por las compañías radicadas en los países ricos en un proceso que ha sido calificado como «biopiratería»⁴³.

La comprobación de todos estos hechos compromete seriamente los resultados del enfoque convencional en un doble sentido. Mostrando que el propio comercio internacional es, en sí mismo, una fuente importante de contaminación que provoca unos costes ambientales ignorados desde el punto de vista teórico; poniendo, de paso, en entredicho las «ganancias globales» derivadas de los intercambios. De otra parte, carece de sentido proponer la expansión del libre comercio como una política «óptima» habida cuenta la maximización del comercio internacional que se produce y, por ende, de la contaminación ambiental. Como ya se ha sugerido, cuando el origen de la contaminación es la propia actividad comercial, la opción de reducir el comercio a través de medidas arancelarias es preferible, en términos de «bienestar» económico convencional, a la expansión indiscriminada de éste⁴⁴.

3. UNA MIRADA AL COMERCIO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS FLUJOS FÍSICOS: LA EXTENSIÓN DE LA «REGLA DEL NOTARIO» Y EL «INTERCAMBIO ECOLÓGICO DESIGUAL»(*)

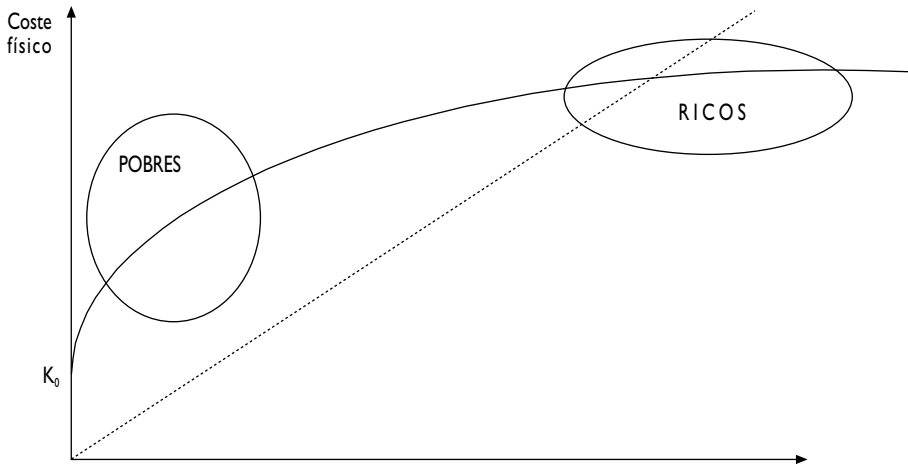
Tanto las reflexiones previas como los resultados que las avalan ponen de relieve la importancia del deterioro ecológico a la hora de juzgar el «libre comercio» actual como un juego que

está lejos de proporcionar ganancias a todos los participantes. Sobre todo porque el argumento de los beneficios mutuos ha adquirido importancia en los últimos años de la mano del proceso «globalizador». En efecto, cuando se habla de globalización o mundialización de la economía existente, en general, la pretensión de destacar las luces y los beneficios derivados del proceso de «integración» de las economías en el mercado global a través de las relaciones comerciales y financieras, en vez de apuntar las razonables sombras e incertidumbres que se vislumbran al realizar un análisis pormenorizado. De hecho, desde el punto de vista ecológico, la globalización facilita y profundiza la explotación «mundial» de los recursos naturales del planeta, ya que a través de los procesos de producción y comercio se pone a disposición de los agentes económicos que operan en este mercado mundial (países, empresas transnacionales, etc.) el grueso del patrimonio natural disponible. No en vano, y como muestra de esta servidumbre territorial, las ETNs (Empresas Transnacionales) comercializaban hasta hace pocos años el 70 por 100 de los minerales de los países pobres en beneficio de los miembros de la OCDE, además de servir como emplazamientos para numerosas empresas contaminantes del Norte, que burlaban así una legislación ambiental más restrictiva en sus países de origen.⁴⁵ No es de extrañar, entonces, que la propia expansión del comercio mundial como característica de este fenómeno incremente el coste ambiental.

Pero no puede comprenderse el trasfondo de esta relación desequilibrada sin relacionar la valoración monetaria con la naturaleza física de los productos objeto de comercio: de ahí que las «teorías del intercambio desigual», al circunscribir su razonamiento al mero campo del valor, no hayan conseguido esclarecer esta cuestión. En un trabajo ya citado⁴⁶ se aborda por fin la tarea de relacionar formalmente la realidad física con la valoración monetaria a lo largo del proceso económico llamado de *producción*, analizando los mecanismos que inclinan, tanto en procesos concretos como en el comercio mundial, la valoración en favor de las tareas industriales y comerciales, frente a las de abastecimiento de productos primarios, y la extracción frente a la producción renovable.

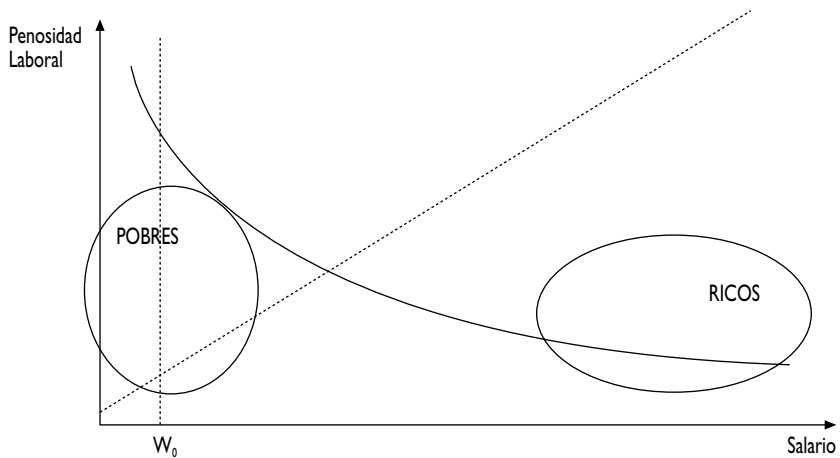
El proceso general de valoración y facturación de costes se inicia con la actividad extractiva o recolectora que toma los recursos naturales a precio cero para poner en venta un producto primario. Esta actividad debe ya facturar el producto a un precio que le compense holgadamente de los costes unitarios de extracción, recolección y transporte en los que incurrió, iniciándose la creciente asimetría entre valoración monetaria y coste físico en la cadena de procesos que van hasta la venta del producto final. Hay que advertir que la naturaleza no cobra nada por los recursos naturales, aún cuando los recursos naturales explotados son rarezas de la corteza terrestre cuya obtención por la industria humana acarrearía un coste físico medible. Este coste físico (que no se factura) lo podemos representar en un gráfico (que recoja en el eje de ordenadas el coste físico y en el de abscisas el valor monetario unitario: Gráfico 7.1a) como ordenada en el origen de las curvas

Gráfico 7.1a
El «efecto notario» desde la perspectiva internacional



Fuente: Naredo y Valero, (dirs): *Desarrollo económico y deterioro...*, op. cit., p. 309.

Gráfico 7.1b
La relación entre el «efecto notario» y la penosidad laboral internacional



Fuente: Naredo y Valero, (dirs): *Desarrollo económico y deterioro...*, op. cit., p. 309.

que describen la revalorización monetaria y el coste físico en los procesos de producción y venta que se desarrollan a partir de los recursos naturales. La tasa creciente de revalorización por unidad de coste físico que se observa con generalidad en los procesos, hace que estas curvas muestren concavidad hacia el eje de abscisas. Naredo y Valero han identificado la expresión analítica del tipo de funciones que ligan el coste físico con la valoración monetaria a lo largo de los procesos

económicos llamados de producción y bautizado dicha relación de comportamiento como la «Regla del Notario»⁴⁷. Ésta constata que en todos los procesos llamados de *producción* la revalorización unitaria operada desde las materias primas hasta el producto ha de ser mayor que el coste físico unitario⁴⁸ y que dicha asimetría entre revalorización monetaria y coste físico se acentúa a medida que los procesos avanzan hacia la venta final del producto. Si a esta regla general del comportamiento económico se añade la creciente especialización comercial, que posibilitó a escala planetaria el abaratamiento del transporte y la comunicación a larga distancia, el resultado lógico inevitable es la dominación económica y la explotación ecológica de los territorios, países y poblaciones abastecedores de materias primas, por aquellos otros que se ocupan de las etapas finales de elaboración y comercialización de los productos.

Cabe precisar que la asimetría entre valoración monetaria y coste físico que recoge la «Regla del Notario» se deriva de dos tipos de asimetrías diferentes: uno derivado lógico de los postulados de la termodinámica y de la economía estándar y otro fruto de condicionantes ideológicos e institucionales. El primero indica que para que un proceso de producción sea económicamente viable la revalorización unitaria que se opera entre el precio de los recursos y el del producto debe superar al coste físico por unidad de producto, *pero no dice si tal revalorización ha de ser creciente o decreciente a lo largo de dicho proceso*. La segunda es la que precisa la tendencia marginalmente creciente de esta revalorización por unidad de coste físico. Como reflejo de esta jerarquía valorativa de los procesos llamados de *producción* en relación con su coste físico, se observa también una jerarquía en la valoración del trabajo humano que va en sentido inverso a la penosidad del mismo: al representar esta penosidad en el eje de ordenadas y la retribución en el de abscisas, obtenemos una curva convexa hacia el centro de coordenadas que denota que *a mayor penosidad menor retribución y viceversa* (Gráfico 7.1b).

En el texto citado se señala que estos criterios valorativos proyectan sobre el mercado de trabajo el desprecio por las tareas ordinarias propio de sociedades jerárquicas anteriores. Salvo que se establezcan marcos institucionales correctores⁴⁹, la «Regla del Notario» orienta la jerarquía de valoración antes mencionada que beneficia a los países, empresas y personas que se ocupan de las fases finales de gestión y comercialización, haciendo que la creciente especialización internacional acentúe el desequilibrio «Norte-Sur», «ciudad-campo» o «ricos» y «pobres» a todos los niveles. Pero a la propia incidencia de la valoración monetaria regida por estas asimetrías se superpone el juego de un sistema financiero que contribuye cada vez más a reforzar el poder económico de los países ricos y sus «agentes económicos», más allá de lo que permitirían los equilibrios meramente comerciales. Los mecanismos comerciales y financieros antes mencionados tienden así a ordenar el territorio en núcleos de atracción de población, capitales y recursos y áreas de apropiación y vertido. Los mecanismos financieros acentúan la función de

atractores de capitales que ejercen estos núcleos, permitiéndoles multiplicar su capacidad de compra sobre el mundo. La concentración de las funciones comerciales y financieras en los países *desarrollados*, o metropolitanos, de hoy día, otorga al peso de estos núcleos *atractores* una clara función indicativa de la situación de los países en el proceso del «desarrollo».

Desde esta perspectiva, un análisis físico-económico del comercio internacional para los últimos veinte años, muestra algunos aspectos de interés a menudo escamoteados a la simple interpretación monetaria de esta realidad. Al igual que la «Regla del Notario» para los procesos productivos observa una asimetría entre los costes físicos de producción en las distintas fases de un proyecto y la valoración monetaria que de éstos se realiza (dando, dicho sea de paso, una señal o criterio de gestión de los recursos naturales, de su coste físico verdadero, y de las escasez de los mismos, profundamente equivocado); así también se puede analizar lo ocurrido a escala internacional, comparando las cifras en *tonelaje* y los valores *monetarios* que ofrecen los flujos comerciales. Pero el «efecto notario» precisa que no sólo los recursos naturales se valoren atendiendo a su coste de extracción —ignorando su coste de reposición en términos físicos— sino que constituye el primer eslabón de la cadena de valor en la que los productos acusan una valoración creciente por unidad de coste físico a medida que se avanza hacia las fases finales de comercialización y venta. Lo que explica que, tradicionalmente, los análisis sobre el patrón del comercio han dado mayor relevancia a las manufacturas en la composición de los flujos comerciales por tener el principal peso desde el punto de vista monetario. No obstante, si lo que nos interesa es ver la composición *real* en términos de flujos de energía y materiales intercambiados, parece más razonable elegir como explicación de la importancia relativa aquellas mercancías que acaparan mayor *tonelaje*, cambiando significativamente el panorama a representar. En la Tabla 7.3. ofrecemos los datos sobre la importancia desigual del elemento monetario y físico en el comercio internacional.

Tabla 7.3.
Comparación en valor y en tonelaje de los flujos comerciales mundiales, 1981-2000
(%)

	1981		1985		1990		1995		2000	
	Tm	Valor	Tm	Valor	Tm	Valor	Tm*	Valor	Tm*	Valor
Productos agrícolas.	15,3	32,9	14,7	15,3	21,8	13,6	20,9	12,2	23,2	9,3
Combustibles	53,3	9,8	51,6	18,2	44,1	12,3	42,7	7,3	41,5	10,5
Industrias extractivas	18,0	4,2	19,2	4,3	15,6	3,3	16,2	3,5	14,6	3,3
Manufacturas	13,4	53,1	14,5	62,2	18,4	70,8	20,2	77,0	20,7	76,9
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Carpintero, O., S. Echevarría, y J. M. Naredo, (1999), op. cit. Elaboración sobre la base de: ONU, *International Trade Statistics Yearbook*, Varios años; GATT y OMC, *El Comercio Internacional*, Varios Años. * Estimación sobre las tasas de crecimiento anual del volumen por grupo de mercancías.

El cuadro aporta sin duda un aspecto muy diferente dependiendo de la perspectiva desde la que nos enfrentemos a él. La razón es también doble. Por un lado la necesidad de constatar la asimetría a nivel internacional entre los flujos físicos y la valoración monetaria de los intercambios comerciales por grupos de mercancías. Por otro, estrechar la conexión existente entre este desequilibrio, la profundización de las desigualdades internacionales entre países, y su opción de especialización productiva, (al margen de ciertos casos particulares fácilmente explicables)⁵⁰.

Sin demasiada dificultad, dos hechos sobresalen a una mirada atenta a los datos. En primer lugar, aquellas mercancías objeto de comercio que forman parte de las primeras fases de elaboración (productos agropecuarios y sobre todo los combustibles e industrias extractivas) y que, por tanto, ejercen una presión directa sobre los recursos proporcionados por la corteza terrestre, es decir, tienen un mayor coste físico de extracción y más aún de reposición, son precisamente las que *en tonelaje poseen la mayor importancia en el comercio mundial*. Por contra, son estos mismos grupos de productos los que obtienen como compensación *la menor valoración monetaria* y, por tanto, desde el punto de vista pecuniario, los menos relevantes. Aunque, en términos relativos, el peso conjunto de las industrias extractivas y de los combustibles ha pasado de significar el 71 por 100 en 1981 —con una valoración equivalente del 14 por 100—, a representar el 55 por 100 en tonelaje en 2000, —con una valoración similar—, eso no significa que las cantidades *absolutas* intercambiadas hayan descendido. Éstas, en contra de los que se pudiera pensar, se han incrementado en casi un 100 por 100, pasando de los tres mil millones de toneladas en 1981 a los casi cinco mil quinientos millones en 1995, y los más de seis mil en 2000.

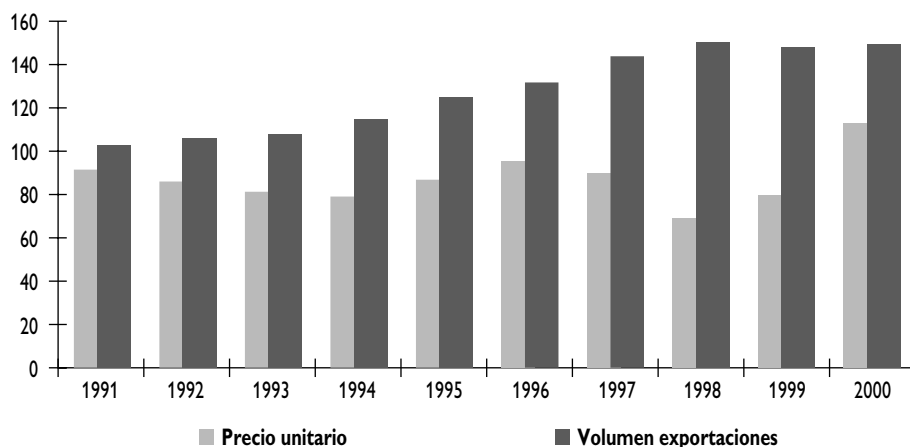
En segundo lugar, a diferencia del comportamiento aludido antes, las manufacturas observan justamente la tendencia contraria. Con apenas el 10 por 100 del tonelaje total de las exportaciones mundiales en 1981 acaparaban *más de la mitad del valor monetario, alcanzando más de las tres cuartas partes en 1995 y en 2000, para unas cantidades que llegan escasamente al 20 por 100 del total*.

Tabla 7.4.
Evolución de las exportaciones mundiales en tonelaje, 1981-2000
(miles tm)

	1981	1985	1990	1995*	2000*
Productos agrícolas	479.052	427.845	939.737	1.148.670	1.408.343
Combustibles	1.666.025	1.499.580	1.895.868	2.341.215	2.528.512
Industrias extractivas	563.304	555.082	650.962	887.563	893.146
Manufacturas	415.605	556.519	811.355	1.104.207	1.262.882
TOTAL	3.123.986	3.039.026	4.297.922	5.481.655	6.092.883

Fuente: *Ibid.*

Gráfico 7.2
Evolución asimétrica del precio y la cantidad de las exportaciones
de industrias extractivas, 1990-2000
 (1990 = 100)



Fuente: OMC, (2001): *International Trade Statistics, 2001*.

A la vista de los datos, no puede mantenerse con rigor que la asignación de recursos en estos casos haya respondido a criterios de eficiencia y valoración fijados por la escasez, pues en el grupo concreto y más llamativo de los combustibles y productos derivados de las industrias extractivas —dada su naturaleza fundamentalmente *no renovable* a escala humana— dicha escasez aumenta proporcionalmente a su utilización, lo que en pura lógica debería incrementar su valoración. Si se postulan los precios como un mecanismo de asignación eficiente de los recursos y como señal o incentivo a la sustitución y la innovación tecnológica, hemos aquí ante un ejemplo de la ineficacia de este instrumento.

La explicación de lo anterior invita, en lo fundamental, a la profundización, bajo nuevas formas, en la ya clásica división internacional del trabajo, a saber: los países empobrecidos de la periferia siguen, básicamente, especializados en la producción y exportación de productos primarios, ya sean agropecuarios o procedentes de las industrias extractivas, mientras que los países desarrollados se ocupan de centrar su actividad comercial en aquel grupo de mercancías que genera comparativamente mayor valor añadido, es decir, las manufacturas. La consecuencia es un reforzamiento general de los rasgos de dependencia económica que basculan sobre la problemática característica del comercio de los productos básicos en los mercados internacionales: la inestabilidad de los precios, la tendencia decreciente de la relación real de intercambio respecto de los productos manufacturados y la incidencia de las empresas transnacionales en las fases de comercialización y financiación⁵¹. Hasta aquí nada que no haya sido puesto ya de manifiesto

por la mayoría de los teóricos del subdesarrollo. Sin embargo, a efectos del presente trabajo, nos interesa destacar la siguiente circunstancia: a la dominación económica que implica el escaso valor añadido proporcionado por las mercancías exportadas desde los países empobrecidos en relación con la alta valoración monetaria que se le procura a los productos exportados desde el centro, se añade el hecho del deterioro y explotación de recursos naturales en términos físicos y ecológicos. Así, se da la paradoja de que los países empobrecidos no están únicamente especializados en la exportación de aquellos productos que generan menor valor añadido monetario, sino que son precisamente estas mercancías las que, por el contrario suponen mayor coste físico de reposición e incorporan más energía y materiales (recursos naturales). Aportando de paso, en una estrategia que prima las exportaciones, el «combustible» necesario para el crecimiento de aquellos países que, ya de por sí, dan muestras evidentes de «sobredesarrollo», mientras se niega el acceso a los bienes básicos a una población necesitada de ello. Pero si a las cifras convencionales en términos monetarios sobre el origen y el destino de las exportaciones e importaciones mundiales por grupos de países, les añadimos los flujos físicos en tonelaje correspondientes a esas cifras monetarias, la representación que obtendremos resultará más clarificadora de lo que tratamos de decir.

En la Tabla 7.5. se han representado los flujos en tonelaje agregados para los diferentes grupos de productos. Este cuadro muestra, a nuestro juicio y de modo muy gráfico, el actual deterioro y dominación ecológica a que se ve sometido el Tercer Mundo a través del mecanismo del comercio internacional. Como se puede observar, a los países industrializados no les es suficiente, para mantener su modelo de producción y consumo actual, con la utilización de los recursos procedentes de la corteza terrestre que están bajo su propio territorio, sino que necesitan importar ingentes toneladas de energía y materiales de los países empobrecidos. He aquí el reverso del argumento relativo a las «ganancias derivadas del comercio» manejado con frecuencia por la teoría del comercio internacional. Resulta difícil, a la vista de los datos, seguir manteniendo que, ante este drenaje de recursos físicos sujetos a degradación irreversible en los procesos productivos, el resultado final arroje beneficios económicos en forma de aumento de las posibilidades de consumo y producción para aquellos territorios que se ven obligados a ceder estos recursos. Siendo rigurosos hay que decir que el comercio internacional, desde el punto de vista ecológico, se presenta como un juego de suma cero con tendencia negativa que se salda con un deterioro creciente⁵². Las pérdidas, en este caso, pueden muy bien materializarse a través de esos mil cien millones de toneladas de entrada neta de materiales que van a parar a los países desarrollados procedentes del resto del mundo. El grueso de este flujo lo constituyen los combustibles, cuyo volumen ascendía al 87 por 100 del total de las entradas netas en 1981, manteniéndose en niveles similares en 1990. El segundo lugar en importancia recae sobre las importaciones netas procedentes de las industrias extractivas cerrándose de esta manera un ciclo comercial que pre-

Tabla 7.5.
Flujos comerciales netos de los países desarrollados en términos físicos, 1981-1990

	Valor (Miles millon. \$)			Tonelaje (Miles de Tm)		
	Exportación	Importación	Neto	Exportación	Importación	Neto
Productos agrícolas						
1981	40,9	43,4	-2,5	64.305	59.876	4.239
1990	50,6	72,1	-21,5	71.457	114.219	-42.762
Industrias extractivas						
1981	5,4	15,7	-10,3	18.592	184.842	-166.249
1990	11,3	23,4	-12,1	25.863	208.110	-182.247
Combustibles						
1981	7,4	240,5	-233,1	33.633	868.793	-835.159
1990	10,9	151,0	-140,1	47.951	995.250	-947.298
Manufacturas						
1981	248,4	63,5	184,9	64.048	19.447	44.600
1990	353,8	155,8	198,0	71.218	35.312	35.906
Saldo total						
1981	302,1	363,1	-61,0	180.568	1.132.958	-952.569
1990	426,6	402,3	24,3	216.490	1.352.891	-1.136.401
2000 (*)						1.400.000 (*)
Ratio Import/Export						
		Monetario			Físico	
1981		1,20			6,27	
1990		0,94			6,24	

Fuente: Carpintero, Naredo y Echeverría, (1999). No ha sido posible actualizar la serie hasta el 1995 o 2000 debido a la desaparición de las estadísticas cruzadas en tonelaje en la fuente utilizada. Con algunos indicios de estudios parciales para la UE que reseñaremos a continuación, la cifra de déficit físico de los países ricos para el año 2000 podría rondar los 1.400 millones de toneladas.

siona sobre los recursos procedentes de la corteza terrestre de la mayoría de los países pobres en beneficio de los países industriales.

Conviene recordar, de paso, que el mecanismo de la balanza lleva implícito la consecución del equilibrio. La cuestión es dilucidar, entonces, cómo el Norte —los países industrializados—, consiguen nivelar una relación tan deficitaria en términos físicos. El único modo de equilibrar las pérdidas físicas de los procesos productivos por parte de la economía es que el saldo monetario del proceso arroje valores añadidos superiores. En este caso, para el comercio, van a ser las manufacturas las que desempeñen ese papel a nivel internacional, generando, a pesar de su menor tonelaje, un mayor valor unitario. En el único grupo de mercancías en los que los países desarrollados equilibran, en *lo monetario*, ese déficit en términos físicos será, pues, en éste. Es cierto que en 1981,

Tabla 7.6.
Valor unitario por grupos de productos a nivel internacional, 1981 y 1990
 (\$/tm)

	Exportaciones de países desarrollados (1981)	Importaciones de países desarrollados (1981)	Exportaciones de países desarrollados (1990)	Importaciones de países desarrollados (1990)
Productos agropecuarios	879	725	708	631
Industrias extractivas	365	98	436	112
Combustibles	245	309	227	151
Manufacturas	4.475	4.124	4.967	4.412
VALOR UNITARIO				
TOTAL (media simple)	1.673	369	1.970	297

Fuente: *Ibid.*

la balanza comercial de los productos agropecuarios era levemente excedentaria para los países industriales —tendencia que cambiará a lo largo de la década de los ochenta— quedándose así las manufacturas como único asidero por donde paliar, a través de su mayor valor añadido unitario, el déficit de energía y materiales. Acentuando la evolución de la tendencia monetaria apuntada, se observa la existencia de un comportamiento discriminante en los valores unitarios pagados, respecto a los recibidos por los flujos comerciales con origen y destino en los países ricos. En efecto, la remuneración unitaria por grupos de productos es siempre favorable (salvo en el caso de los combustibles en 1981, fácilmente explicable al calor de la subida del petróleo de 1979) a los países desarrollados frente al valor unitario pagado por las importaciones para los mismos grupos de productos. *En promedio, el valor unitario por tonelada exportada por los países desarrollados hacia el resto del mundo fue cinco veces mayor que el «valor unitario» pagado por las importaciones que esos mismos países recibían del resto del mundo. Este hecho se agrava una década más tarde cuando la proporción aumenta a seis en 1990, corriendo paralela a una pérdida en el valor unitario de las exportaciones de los países pobres.*

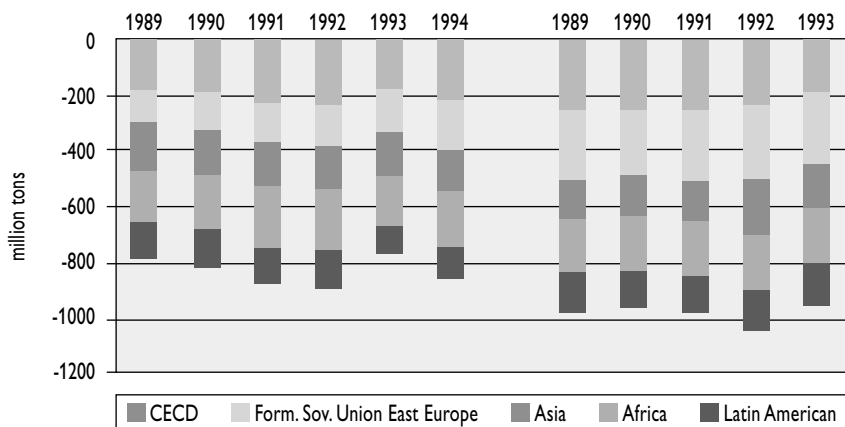
Lo que tiene mucho que ver también con la diferente imagen que presenta la inversa de la tasa de cobertura (importaciones/exportaciones) física y monetaria. Mientras por cada mil millones de dólares de 1990 que los países ricos ingresaban por exportaciones pagaban 940 millones por las importaciones, en cambio, físicamente los datos reflejaban una entrada de 6,2 toneladas por cada tonelada de exportaciones. Fruto de esta asimetría, en 1990, persistiendo un déficit comercial aún mayor que en 1981 en términos físicos, éste se salda en el ámbito de lo monetario con un superávit comercial neto para los países industriales que esconde la ascendente entrada de energía y materiales. Lo que de paso apoya la tesis de aquellos economistas que se esfuerzan por interpre-

tar las relaciones económicas internacionales como un «intercambio ecológicamente desigual», trayendo a colación, pero con un nuevo impulso, alguna de las críticas formuladas desde la teoría crítica del desarrollo económico de los años cincuenta y sesenta⁵³. Este deterioro de la relación de intercambio en términos ambientales ha sido denunciado también recientemente al comparar la evolución de los precios y de las cantidades para una serie de recursos minerales exportados desde el sur hacia el norte. Así, entre 1971 y 1996, el *declive* en los precios de productos específicos como el hierro, el aluminio, el petróleo, el gas natural o el zinc en porcentajes que van desde el 12 hasta el 31 por 100 ha convivido con *incrementos* en el tonelaje exportado del 128 y el 660 por 100⁵⁴. No parece por tanto que, tal y como concluyen Muradian y Martínez Alier, «...tenga lugar un desacoplamiento entre el crecimiento económico del Norte y los recursos importados desde el Sur»⁵⁵.

Ahora bien, el «intercambio ecológicamente desigual» se puede también hacer operativo y cuantificable por el lado de los residuos y la contaminación. Desde el momento en que el coste ambiental en residuos incorporado en las importaciones de un país sea mayor que el incorporado en sus exportaciones diremos que el intercambio ecológicamente desigual mejora y viceversa. Si tomamos, por ejemplo, como indicador las emisiones de contaminantes atmosféricos incorporadas a los productos comercializados entre los países, podremos averiguar la posición ocupada por cada grupo de economías en particular⁵⁶. La reflexión desde este ángulo pone de relieve la complejidad del asunto, invitando a *matizar* algunas afirmaciones sobre la excesiva homogeneidad en los patrones de los propios países ricos. El análisis de las emisiones muestra, en este sentido, algunas diferencias dentro del grupo de las principales economías del planeta (Estados Unidos, Japón y Europa Occidental) entre 1976 y 1994. Mientras Japón y Europa Occidental mantienen su posición favorable en el intercambio ecológico —debido a las fuertes importaciones de hierro y acero procedentes de los «países en desarrollo», y a las emisiones asociadas a ellas—, Estados Unidos empeora su relación de intercambio ecológico con los países pobres a causa del incremento en las exportaciones de minerales no férreos, productos petrolíferos y plásticos con destino al tercer mundo. Lo que lleva a concluir que «...no existe un patrón uniforme de intercambio ecológico entre los países industrializados y las regiones en desarrollo»⁵⁷.

Dejando a un lado las emisiones y volviendo a los flujos de recursos naturales, recientemente se ha desarrollado una investigación⁵⁸ que recoge los flujos físicos de una buena parte de los países ricos —la Unión Europea (UE)— complementando, para casi la última década (1989-1999) nuestro análisis más global anterior. Tal y como revela dicho trabajo, las importaciones físicas de la Unión se incrementaron en un 40 por 100 en los últimos diez años, pasando de los casi 1.000 millones de toneladas al acabar la década de los ochenta a los más de 1.400 millones de 1999. Si a esto añadimos que las exportaciones en tonelaje apenas han pasado de los 250 millones en 1989 a los 375 de 1999, veremos que por cada tonelada que sale de la UE, entran en su territorio 3,7

Gráfico 7.3
Déficit comercial físico de la UE-12/15 por regiones de procedencia, 1989-1999
 (millones de tm)



Fuente: Giljum, S y K. Hubacek, (2001): *International trade, material flows and land use: developing a physical trade balance for the European Union*, op. cit., p. 36.

procedentes del resto del mundo. La brecha abierta deja bien a las claras la creciente dependencia, en la última década, respecto de los flujos de recursos naturales y de bienes manufacturados con origen en otros territorios. Un desfase que en 1999 ascendía a 940 millones de toneladas. En definitiva, casi mil millones de los que, el 85 por 100 (800 millones), se originaban en la «trastienda» subdesarrollada del planeta a través de los flujos anuales de comercio internacional (Gráfico 7.3.).

Estos resultados a nivel global son congruentes con el trabajo que paralelamente han llevado a cabo S. Bringezu y H. Schütz⁵⁹ para el período 1985-1997, con el fin de determinar las exigencias que, en términos de flujos físicos de energía y materiales directos y ocultos, presenta la UE, y en qué medida éstos recursos proceden de dentro de las fronteras o son captados más allá de los límites administrativos de este territorio. Como no podía ser de otro modo, las cifras arrojan conclusiones similares cuantificándolas también en términos *per capita*. Se tiene, por ejemplo, que en 1997 las importaciones representaban en torno al 20 por 100 de los *inputs* directos (4 tm/hab/año sobre 20) y el 44 por 100 si se incluían los flujos ocultos o mochilas de deterioro ecológico (20 tm/hab/año sobre 50 tm/hab/año de RTM)⁶⁰.

Cifras que revelan la importancia de apelar a los flujos físicos a la hora de evaluar la presión económica y el deterioro ecológico favorecidos por los intercambios comerciales internacionales. Sobre todo porque es la única forma de enmendar la imagen excedentaria que la propia Unión Europea presenta cuando se analiza la balanza comercial de los seis principales sectores contaminantes: hierro y acero, metales no férricos, industria química, refinería de petróleo, minerales no metálicos,

Tabla 7.7.
Valor de las importaciones y exportaciones de la UE-15 países, 1999
 (Euros/tonelada)

	Importaciones	Exportaciones
OCDE	1.080	2.360
Antigua Unión Soviética y Europa del Este	380	2.010
Asia	840	2.130
África	230	1.240
Latinoamérica	240	2.100
Comercio Total	580	1.920

Fuente: Giljum, S., y K. Hubacek, (2001), *op. cit.*, p. 41.

e industria de la pulpa y papel. Mientras los datos monetarios presentados por el Banco Mundial informan que las exportaciones europeas de estos sectores son mayores que las importaciones procedentes del resto del mundo, las mismas cifras en términos físicos arrojan los resultados justamente contrarios⁶¹.

No en vano, en el intercambio global que la UE realiza con otros países también se observa la misma asimetría —que veíamos para el conjunto del planeta en 1981 y 1990— en la valoración de las importaciones y exportaciones de los mismos grupos de productos dependiendo del origen de esos flujos. Como se desprende de la Tabla 7.7. el valor medio de las exportaciones de la UE hacia el resto del mundo supera en cuatro veces el precio pagado por las importaciones procedentes de otros territorios.

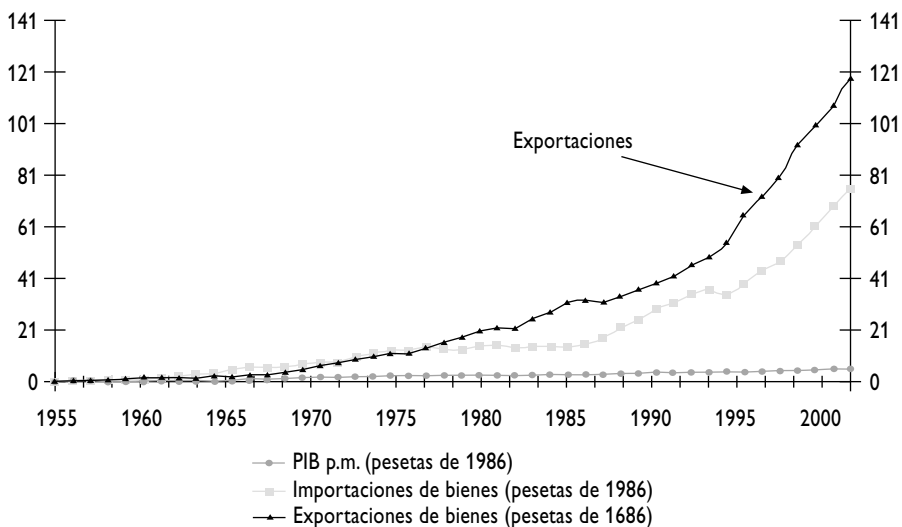
Cabe añadir, en todo caso, que la globalización en curso juega un importante papel para que las relaciones económicas internacionales arrojen este resultado. Pues son precisamente las reglas del juego orquestadas por este proceso de globalización (desregulación pública, liberalización de los intercambios, privatizaciones, fusiones y adquisiciones) las que, en vez de potenciar la proximidad y el aprovechamiento racional de los propios recursos, permiten que los países ricos puedan mantener un modo de producción y consumo despilfarrador por encima de sus posibilidades, y cada vez más abastecido por la actuación de las empresas transnacionales (ETN).

4. LA «BURBUJA COMERCIAL» ESPAÑOLA: EVOLUCIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS FLUJOS FÍSICOS Y MONETARIOS (1955-2000)

A continuación trasladaremos la reflexión anterior al ámbito concreto de la economía española. Creemos que acompañar el análisis convencional con los resultados del enfoque aquí

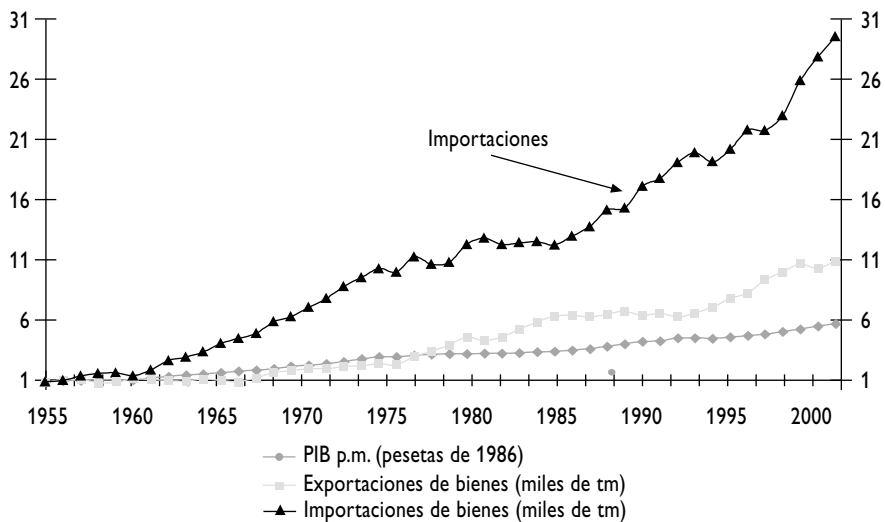
propuesto puede enriquecer la descripción del importante crecimiento experimentado por las transacciones comerciales de España con el resto del mundo desde mediados del siglo xx. Una expansión que se ha dado a unas tasas muy superiores respecto al incremento de las variables ordinarias de producción y renta, justificando el calificativo de «burbuja comercial» para describir el comportamiento del comercio exterior español en las últimas décadas. Pero no es nuestra intención realizar un resumen exhaustivo de las tendencias y aperturas comerciales sufridas por España desde mediados de la década de los cincuenta, sobre todo al calor de las políticas «liberalizadoras» puestas en marcha a comienzos de los sesenta. Este análisis general y sus implicaciones más relevantes se ha realizado ya con bastante solvencia desde el punto de vista convencional y no es necesario volver a repetirlo aquí con detalle⁶². Interesa, en cambio, complementar y confrontar el juicio que se desprende de los flujos monetarios reflejados en la Balanza de Pagos, prestando atención también a los flujos físicos involucrados en el propio comercio exterior. Sobre todo porque, al igual que en los casos descritos en el epígrafe 7.3., *también España presenta una notable asimetría entre la valoración monetaria y el trasfondo físico de su comercio internacional*. Y no se trata sólo de que la importancia de los diferentes bienes (agrícolas, minerales, energéticos,...) sea muy diferente si lo medimos a través de su valor monetario en vez de por el tonelaje finalmente comprado o vendido. La comparación entre los gráficos 7.4. y 7.5., pone de manifiesto además que, incluso cuando se quiere hacer el seguimiento de una misma reali-

Gráfico 7.4
Evolución de la «Burbuja Comercial» española en «volumen», 1955-2000
 (Índice 1955 = 1)



Fuente: Véase Anexo metodológico. Sólo se considera el comercio exterior de mercancías pero no servicios.

Gráfico 7.5
Evolución de la «Burbuja Comercial» de la economía española en términos físicos, 1955-2000
 (Índice 1955 = 1)



Fuente: Véase Anexo metodológico. Sólo se considera el comercio exterior de bienes pero no de servicios.

dad, por ejemplo, el «volumen» realmente comercializado, afloran también las diferencias. Como es sabido, la contabilidad nacional a menudo recurre al expediente de medir la evolución de una variable a *precios constantes* como forma de eliminar la influencia de las variaciones de precios, obteniéndose así el valor en términos «reales» o en «volumen». Si tomamos como referencia el año 1986, el seguimiento en pesetas constantes, desde 1955 hasta 2000, de las importaciones, exportaciones y PIB a precios de mercado obtenemos que, mientras la entrada de productos se multiplicó por 76 veces desde mediados de la década de los cincuenta, la salida de mercancías lo hizo por 119 veces, superando ampliamente en cualquiera de los casos a la evolución del PIB para el mismo período (Gráfico 7.4.)⁶³. Ahora bien, a pesar de que este tipo de medición en términos «reales» pretende traslucir la idea del *volumen* comercializado, la imagen ofrecida no deja de ser tributaria de la estructura de ponderaciones *monetarias* del año de referencia. Existe no obstante otra posible aproximación que, con alguna que otra cautela, alude al crecimiento del *tonelaje* incorporado en las mercancías importadas y exportadas.

Este ejercicio tiene su miga, pues, a diferencia del anterior indicador, *ofrece una imagen justamente contraria del mismo fenómeno*. Tal y como revela el Gráfico 7.5., en este caso son las importaciones en cantidad las que han superado ampliamente a las exportaciones, multiplicándose por 29 veces (de 7,5 millones de toneladas a las 221,9 de 2000), mientras que las salidas de mercancías en tonelaje se incrementaron en «sólo» 11 veces (de 8,5 millones de toneladas a 94). Esto significa que,

en términos absolutos, aquellas casi han triplicado su tasa de crecimiento respecto de las exportaciones, lo que, dicho sea de paso, resulta más acorde con la tendencia general de la economía española hacia el déficit estructural de su balanza de mercancías desde los años sesenta.

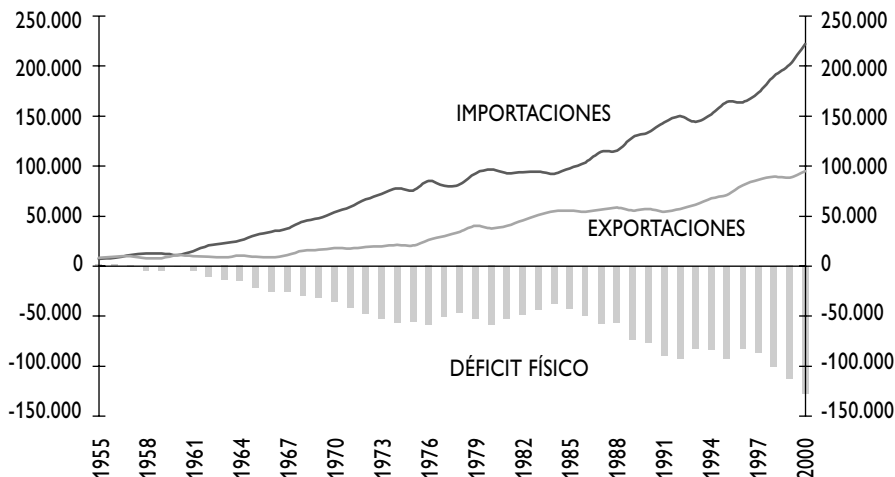
Al abrir la lupa para compararnos con el resto del mundo se ve también que el comercio exterior español, a precios constantes, ha superado con creces, casi doblándola, a la dinámica seguida por el comercio mundial desde mediados de los años cincuenta, pues si éste creció a un ritmo anual medio del 5,9 por 100 entre 1955 y 1995, las exportaciones españolas lo hicieron a una tasa del 11 por 100 y las importaciones al 9,6 por 100. Esta divergencia explica que, al tomar el mayor «dinamismo» a precios constantes de las exportaciones españolas, se pueda hablar de una ganancia de nuestro país en la cuota de mercado del comercio mundial, que habría pasado de representar el 0,65 por 100 a mediados de la década de los sesenta al 2 por 100 del total de las exportaciones en 1999⁶⁴. Lo que lleva al despegue de la tasa de apertura de España hasta niveles del 29 por 100 del PIB en 2000, como fruto de la expansión de las empresas españolas en el resto del mundo apoyadas por las políticas de fomento de las ventas en el exterior. Ganancias todas que, sin embargo, hay que matizar cuando analizamos el fenómeno según el *tonelaje de mercancías*, ya que desde esta perspectiva las importaciones superaron en crecimiento a las exportaciones, siendo las tasas de variación, respectivamente, del 7,8 y 5,4 por 100 anual acumulativo entre 1955 y 2000. La propia evolución a precios constantes de la tasa de dependencia (Importaciones/PIB), trece puntos por encima de la tasa de apertura (exportaciones/PIB), ha dado buena muestra de este cambio alcanzando cotas cercanas al 42 por 100 del PIB a finales de los años noventa.

Insistimos, en cualquier caso, que ya sea en términos monetarios, o bien a través del seguimiento de los flujos físicos, sí que parece justificado hablar de una «burbuja comercial» de la economía española desde los años sesenta, habida cuenta que las tasas de crecimiento de los intercambios con el resto del mundo han sido muy superiores al aumento experimentado por las variables ordinarias de producción y renta.

5. TOMANDO POSICIONES EN LA «CURVA DEL NOTARIO»: DESDE UNA ECONOMÍA ECOLÓGICAMENTE AUTOSUFICIENTE HACIA OTRA ECOLÓGICAMENTE DEPENDIENTE

Era de prever que la dinámica interna del crecimiento económico español se afianzara cada vez más sobre un movimiento continuo de flujos de energía y materiales que, extendiendo la

Gráfico 7.6
Balance físico de la economía española, 1955-2000
(miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de las *Estadísticas de Comercio Exterior*. Véase Anexo Metodológico.

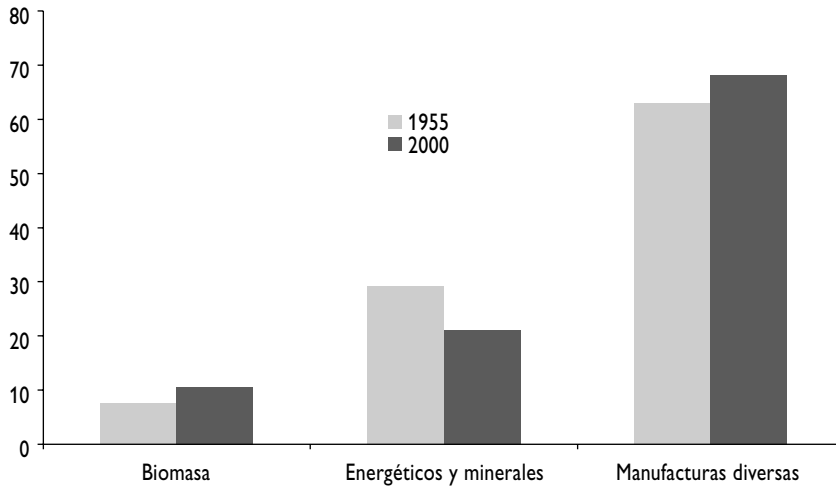
huella de deterioro ecológico, llevasen los impactos ambientales de las actividades económicas más allá de las propias fronteras. Así, el déficit ecológico en términos territoriales, mostrado por la mentada «huella», se ve corroborado en términos físicos por la *entrada neta de materiales* que, desde los años sesenta, viene recibiendo la economía española⁶⁵.

Y decimos desde los años sesenta porque es precisamente en esa fecha cuando comienza a modificarse el papel económico-ambiental de nuestro país en la esfera internacional. Tal y como atestigua el Gráfico 7.6., a partir de mediados del siglo pasado *nuestra economía modifica su posición como abastecedora neta de productos al resto del mundo en términos físicos para convertirse en captadora neta de los mismos*. Pues cabe señalar que si en 1955 salían de nuestro territorio más de un millón de toneladas de materiales de las que entraban, a comienzos de los sesenta ya se importaban cinco millones más de las que se exportaban, hasta llegar, en el año 2000, a los 127 millones de déficit físico. Es decir, que por cada tonelada de mercancías que cruzaba la frontera hacia el resto del mundo, entraban en nuestro país 2,3 toneladas más.

5.1. Asimetrías físico-monetarias en los flujos comerciales españoles

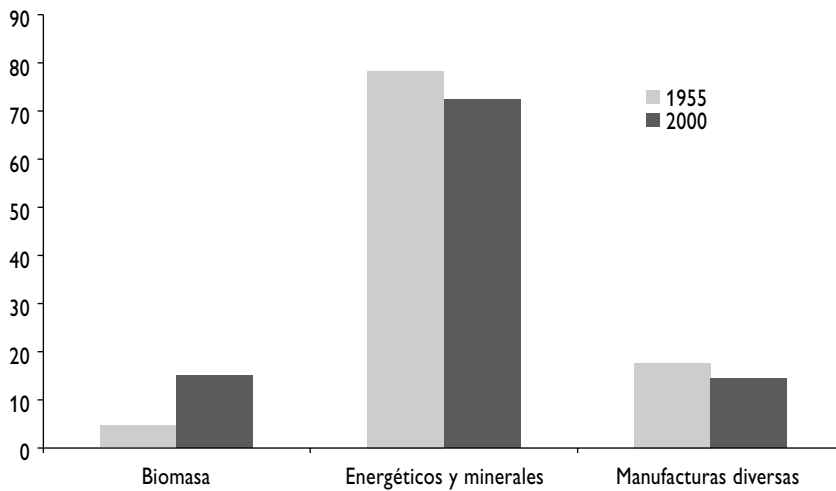
La estructura comercial española difiere también en su imagen según lo analicemos en términos de valor o, bien, desde la perspectiva de los flujos físicos. Si reflexionásemos únicamente

Gráfico 7.7
Importaciones españolas en valor, 1955 y 2000
 (porcentajes)



Fuente: *Ibidem.*

Gráfico 7.8
Importaciones españolas en tonelaje, 1955 y 2000
 (porcentajes)



Fuente: *Ibidem.*

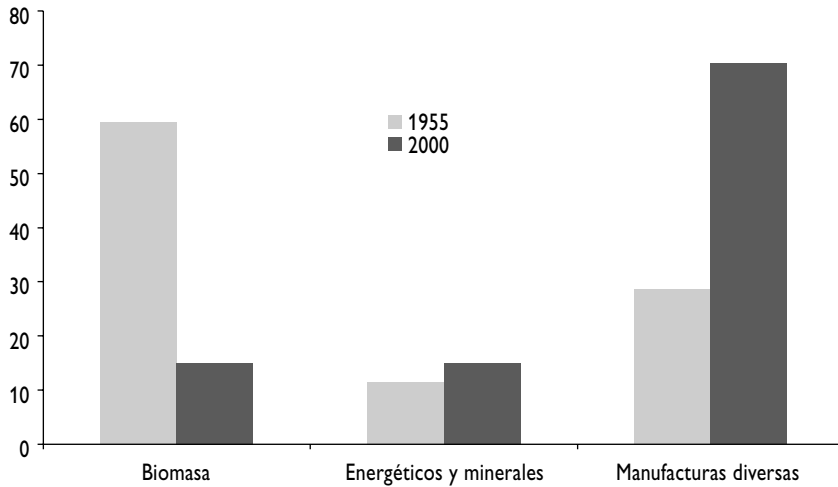
a partir de los datos monetarios (Gráficos 7.6. y 7.8.) concluiríamos que el grueso del comercio español con el resto del mundo descansa en las manufacturas (el 65 por 100 de las importaciones y el 68 por 100 de las exportaciones en 1995, llegando al 68 y al 70 por 100 respecti-

vamente en 2000). Sin embargo, cuando recaemos sobre los flujos físicos trasegados vemos que el cuadro se difumina un poco, cambia su tonalidad (Gráficos 7.8. y 7.10.).

Es ahora cuando se certifica que, en tonelaje, son los productos energéticos y minerales (incluidas semimanufacturas) quienes representan en 2000 el 72 por 100 de las importaciones totales españolas, llegando al 86 por 100 cuando se les suma la biomasa agroforestal. El resto, es decir, el 14 por 100, recaerían sobre las manufacturas. Sin embargo, a pesar de que dominan el grueso del tonelaje importado, los recursos no renovables apenas suponen el 21 por 100 del valor total de las importaciones, repartidos para el año 2000 entre el 12 por 100 de las importaciones energéticas y el 9 por 100 de los recursos minerales y metales. Como se detallará más adelante, esta infravaloración es también trasladable, aunque en menor medida, a los flujos bióticos importados, por lo que son las manufacturas las que salen finalmente reforzadas en el cuadro final al acaparar casi el 70 por 100 del valor en 2000. Pero también desde el punto de vista de las exportaciones se observa la modificación en el patrón comercial español al ganar relevancia las manufacturas, sobre todo en términos monetarios. El Gráfico 7.10. registra la evolución de las exportaciones españolas en valor respaldando la interpretación convencional de la economía española a finales del siglo XX como un país en el que las manufacturas gobiernan mayoritariamente sus exportaciones (el 70 por 100 en 2000). Precisamente este dominio, y su mayor valoración unitaria respecto del resto de recursos naturales comercializados, es el que permite, en el ámbito estricto de lo comercial, paliar en parte el desequilibrio físico del resto de partidas. Pero este resultado se atempera al confrontarlo con el Gráfico 7.10., donde se aprecia que *son los productos minerales y energéticos los que dominan el grueso de las salidas de mercancías de nuestras fronteras, con el 54 por 100 del tonelaje a finales de la década de los noventa*. Aunque desde el punto de vista del tonelaje, son la biomasa y los recursos no renovables los que dominan nuestras exportaciones, el agravamiento del déficit físico donde antes encontrábamos un excedente pone de relieve la ascensión de la economía española a través de la mencionada «Curva del Notario», homologando así, comercialmente, nuestro estatus de país «desarrollado»: una economía que ha dejado de ser fundamentalmente abastecedora del resto de mundo a través de sus exportaciones físicas de materias primas, para convertirse en receptora neta de flujos de energía y materiales.

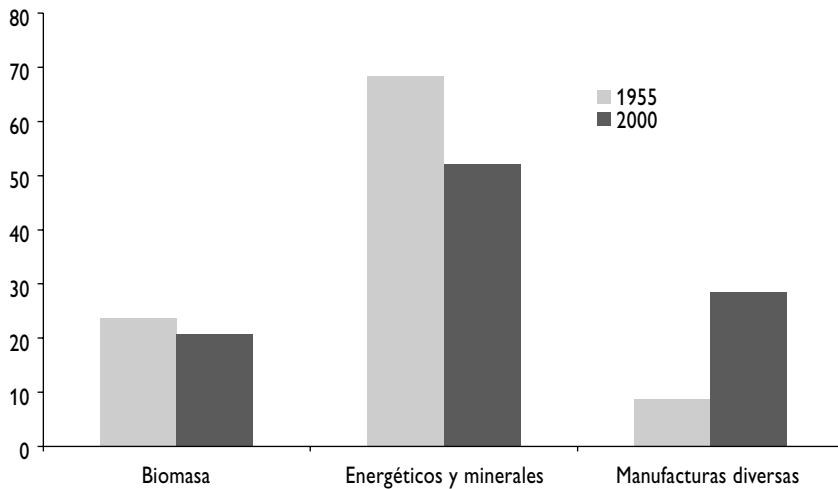
Al confrontar las dos vertientes del comercio en términos monetarios y físicos vemos cómo, la tradicional dependencia de combustibles fósiles, en especial el petróleo y el gas, se ha complementado con el saldo negativo que desde los años setenta presenta también nuestra economía en dos grupos de productos en los que usualmente habíamos servido como proveedores de otros países, esto es, de productos agroalimentarios y de recursos minerales. Aspecto que recoge la Tabla 7.8., al registrar la evolución deficitaria de las sucesivas partidas trasladando la

Gráfico 7.9
Exportaciones españolas en valor, 1955 y 2000
 (porcentajes)



Fuente: *Ibidem.*

Gráfico 7.10
Exportaciones españolas en tonelaje, 1955 y 2000
 (porcentajes)



Fuente: *Ibidem.*

asimetría físico-monetaria al ámbito de los saldos comerciales. Mientras el desequilibrio energético en términos físicos en 2000 supone el 75 por 100 de la balanza comercial, su reflejo monetario apenas llega al 34 por 100 de la factura que hay que abonar al resto del mundo (y este es

Tabla 7.8.
Balanza comercial física y monetaria de la economía española, 1955-2000

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
B. Agroalimentaria								
Saldo físico (miles de tm)	2.126	190	-4.550	-747	-6.289	-6.706	-11.542	-7.693
Saldo en valor (millones pesetas)	549	8.746	-56.314	63.816	-178.041	-156.248	-242.562	245.243
B. Forestal								
Saldo físico (miles de tm)	-16	-220	-1.027	-899	-2.860	-1.687	-2.394	-5.100
Saldo en valor (millones pesetas)	-160	295	-6.791	-6.951	-73.870	-47.588	-83.197	-184.207
B. Energética								
Saldo físico (miles de tm)	-3.587	-6.875	-44.195	-49.616	-67.608	-69.448	-72.535	-96.251
Saldo en valor (millones pesetas)	-1.112	-8.160	-225.914	-1.453.014	-858.259	-882.747	-954.259	-2.638.720
B. Mineral y metal								
Saldo físico (miles de tm)	3.567	3.292	-3.226	7.419	-9.070	-3.051	-5.450	-14.382
Saldo en valor (millones pesetas)	-1.118	-1.917	-45.215	301.382	-110.145	166.272	-39.252	-228.765
B. Manufacturas								
Saldo físico (miles de tm)	-567	-1.091	-2.035	1.630	-3.257	-1.835	-502	-4.090
Saldo en valor (millones pesetas)	396	-21.927	-156.661	88.831	-2.351.750	-1.456.096	-1.451.561	-4.739.190
B. TOTAL								
Saldo físico (miles de tm)	1.068	-4.704	-55.033	-42.213	-89.084	-82.727	-92.423	-127.517
Saldo en valor (millones pesetas)	-524	-22.962	-490.895	-1.005.936	-3.572.065	-2.376.407	-2.770.831	-7.545.639
Promemoria								
— Saldo de la Balanza por c/c y Capital (millones de pesetas)	—	13.294	-200.162	354.901	-1.803.125	-322.955	837.853	-2.286.310
— Saldo Cuenta Financiera	—	—	—	—	1.831.410	555.562	-188.182	3.543.855

Fuente: Véase Anexo Metodológico. Importaciones (CIF) y exportaciones (FOB). Los datos en valor en 1955 proceden de pesetas-oro por lo que es conveniente tomarlos con cautela. La *Balanza Agroalimentaria* comprende las secciones I, II, III y IV del arancel. La *Balanza Forestal* la sección IX, y la *Balanza Mineral y del Metal*, las secciones V (menos el capítulo 27), XIII y XV. La *Balanza de Manufacturas* incorpora el resto de las secciones.

un año singular debido al alza experimentada por el precio del crudo). Se trata de un rasgo que se puede hacer extensible a la balanza agroalimentaria y de metales y minerales. *Pero justamente lo contrario se puede decir del resto de manufacturas que con apenas el 3 por 100 del peso acaparan el 62 por 100 del déficit monetario para ese mismo año.* En algunos años conviven incluso déficit físicos respetables con excedentes monetarios que no cabe achacar a la diferencia en la valoración (CIF frente a FOB) de las importaciones y exportaciones, habida cuenta que al homologarlas ambas por el mismo criterio (FOB) el valor de las importaciones mengua por la detracción de los fletes y seguros, acrecentándose así el excedente monetario final⁶⁶. Y lo mismo se observa, desde el punto de vista físico, de manera desagregada a través de las secciones del aran-

Tabla 7.9.
Saldo comercial en términos físicos según secciones del arancel, 1961-2000
(miles de toneladas)

Secciones del arancel	1961	1975	1985	1991	1995	2000
I. Animales vivos y productos reino animal	21	-323	-392	-921	-905	-542
II. Productos del reino vegetal	109	-4.109	-1.568	-2.649	-7.227	-4.118
III. Grasas y aceites, ceras, etc.	-60	-134	430	-47	-228	219
IV. Productos de industrias alimenticias	120	16	784	-2.672	-3.183	-3.253
V. Productos minerales (incluye combustibles)	-3.774	-45.453	-44.341	-74.882	-75.936	-105.947
VI. Productos de industrias químicas	-579	-878	941	-1.539	-1.915	-3.773
VII. Materias plásticas artificiales, etc.	-75	-171	197	-330	-508	-429
VIII. Pieles, cueros y sus manufacturas	-14	-108	-125	-130	-127	-146
IX. Madera, carbón vegetal y manufacturas	-220	-1.027	-899	-2.860	-2.394	-5.100
X. Materias primas fabricación papel y papel	-167	-425	-264	-1.483	-1.731	-2.251
XI. Materias textiles y sus manufacturas	-98	-222	-95	-318	-443	-439
XII. Calzados, sombrerería, etc.	1	60	58	27	48	-26
XIII. Manufacturas de piedra, yeso, cemento, etc.	28	459	1.407	1.671	3.959	6.282
XIV. Perlas finas, piedras preciosas, etc.	—	-1	-6	3	-3	-2
XV. Metales comunes y sus manufacturas	162	-2.427	737	-3.467	-6.008	-10.968
XVI. Máquinas y aparatos, material eléctrico	-62	-164	87	-731	-333	-731
XVII. Material de transporte	-97	-142	737	1.068	1.529	872
XVIII. Instrumentos y aparatos de óptica, médicos, etc.	-1	-20	-31	-47	-41	-55
XIX. Armas y municiones	—	—	3	3	8	6
XX. Mercancías y productos varios	2	36	75	-43	72	62
XXI. Objetos de arte y antigüedades	—	—	53	263	2.942	2.822
TOTAL	-4.704	-55.033	-42.212	-89.084	-92.424	-127.517

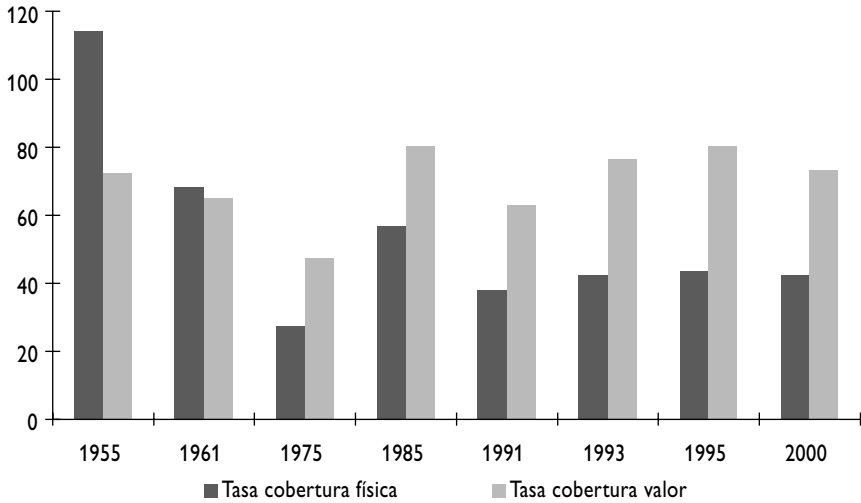
Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de Comercio Exterior.

cel donde aparecen las sucesivas partidas que componen las balanzas que hemos representado en la Tabla 7.9.

Con estas «paradojas» y asimetrías físico-monetarias, no es de extrañar que la imagen presentada por la economía española en cuanto a las tasas de cobertura (exportaciones / importaciones) en valor y en tonelaje *difieran también considerablemente*. Y lo hagan hasta un punto en que el valor de aquélla casi doble al de ésta al finalizar el siglo XX. Como se desprende del Gráfico 7.11., España ha pasado de ofrecer una tasa de cobertura en tonelaje coherente con su papel de abastecedora neta del resto del mundo— al lado de una tasa de cobertura monetaria que mostraba su subordinación económica— a desplegar un indicador totalmente *invertido*, donde las revalorizaciones de las exportaciones intentan paliar la dependencia física de nuestro apara-

Gráfico 7.11

Comparación entre las tasas de cobertura de la economía española en valor y en tonelaje, 1955-2000
(exportaciones totales/importaciones totales)



Fuente: *Ibidem*.

to productivo. Así, en 1955, con un excedente físico importante, la tasa de cobertura en tonelaje ascendía al 114 por 100, pero los ingresos por la venta de las exportaciones apenas alcanzaban a sufragar el 72 por 100 de los pagos por importaciones. Pocos años más tarde la situación se equilibra para, a finales de la década de los noventa, llegar al otro extremo en el que la tasa de cobertura física no llega al 50 por 100, mientras que su correlato en términos monetarios rondaba el 80 por 100.

El desglose, más o menos pormenorizado, según los tipos de flujos que establece la Tabla 7.10., confirma la mutación del metabolismo económico español, pues las holgadas tasas de cobertura en tonelaje que ofrecen fracciones como los productos agroalimentarios y los minerales y metales a mediados de la década de los cincuenta se van reduciendo progresivamente conforme avanzan los años sesenta, para cambiar justamente las tornas con las tasas de cobertura en valor al finalizar el siglo.

El nuevo estatuto de país desarrollado va a hacer que la tasa de cobertura en valor de la economía española en estas fracciones acabe superando a la correspondiente en tonelaje desde mediados de los ochenta hasta la actualidad. En definitiva, otro argumento adicional para no perder de vista la relación entre lo que verdaderamente entra y sale de nuestras fronteras y que más tarde es utilizado, echando la vista más allá de la mera valoración monetaria de los flujos trasegados.

Tabla 7.10.
Tasas de cobertura por tipos de flujos de comercio exterior de España, 1955-2000 (Porcentajes)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
P. Agroalimentarios								
Tasa cobertura tonelaje	809,1	108,8	48,1	91,7	61,5	63,6	53,4	69,7
Tasa cobertura valor	596,5	159,2	64,1	111,3	84,7	89,0	88,1	109,3
P. Forestales								
Tasa cobertura tonelaje	84,1	27,4	19,8	47,6	14,8	28,8	31,1	21,6
Tasa cobertura valor	358,6 (a)	129,3	49,3	87,6	40,4	56,2	52,1	47,9
P. Energéticos								
Tasa cobertura tonelaje	24,4	20,9	6,2	18,9	16,1	16,4	14,5	15,8
Tasa cobertura valor	24,5	23,6	6,1	21,1	18,6	20,1	20,5	22,4
P. Minerales y metales								
Tasa cobertura tonelaje	415,3	258,8	76,5	137,9	68,5	87,7	83,0	68,1
Tasa cobertura valor	32,4	75,3	62,8	160,9	87,9	119,5	97,4	91,1
Manufacturas								
Tasa cobertura tonelaje	56,5	32,5	56,9	125,3	77,9	88,1	97,3	86,6
Tasa cobertura valor	33,2	30,0	60,8	104,1	63,2	78,1	84,2	75,4
TOTAL								
Tasa cobertura tonelaje	114,2	68,3	27,2	56,9	38,0	42,6	43,6	42,6
Tasa cobertura valor	72,3	65,0	47,3	80,3	62,9	76,5	80,4	73,2

(a) La diferencia tan acusada en este caso se debe al mayor valor de las exportaciones de corcho y sus manufacturas que compensan sobradamente el déficit considerable de madera en esas mismas fechas.

Fuente: *Ibidem*.

5.2. Distribución geográfica e implicaciones ecológicas para la explicación del comercio intraindustrial

Así las cosas, parece que la inclusión de la vertiente física en los intercambios con el resto del mundo arroja una luz nueva sobre las explicaciones del patrón comercial español y su especialización. Si atendemos a la hipótesis convencional, hasta no hace mucho tiempo las importaciones españolas intentaban paliar las carencias del sistema productivo doméstico en términos de capital, mientras que las exportaciones revelaban nuestras ventajas comparativas frente al resto del mundo en relación al factor trabajo. Es cierto que, desde el punto de vista *monetario*, la preponderancia de las manufacturas en la corriente de exportaciones respalda el cambio que se ha producido en nuestras relaciones comerciales, acorde con el «nivel de desarrollo» alcanzado por nuestro país. Esta modificación en la pauta comercial ponía en tela de juicio la principal conclu-

sión del modelo de Heckscher-Ohlin planteando la posibilidad de que en España cobrara carta de naturaleza la célebre «paradoja de Leontief», a saber: que las exportaciones se presentaran como relativamente más intensivas en capital mientras que las importaciones aparecieran como más intensivas en trabajo. Resultado al que se llegó comparando el contenido de capital y trabajo por millón de exportaciones e importaciones (sustitutivas) aparecidas en las sucesivas tablas *Input-Output* de la economía española y recogidas en varios trabajos⁶⁷. Hubo, sin embargo, otros contrastes que confirmaron la hipótesis convencional de Heckscher-Ohlin lo que dio lugar a resultados contradictorios con los anteriores, sobre todo porque en ambos casos se habían diferenciado las corrientes comerciales según el grado de desarrollo de los países originarios y destinatarios de nuestras mercancías⁶⁸. Lo curioso, como veremos más tarde, es que en la resolución de esta polémica, el papel de los recursos naturales será clave para dilucidar el alcance de la propia «paradoja de Leontief», habida cuenta la especial relevancia factorial de los sectores afectados por el comercio de energía y minerales⁶⁹.

A esta discusión hay que sumar otro elemento que vino a debilitar aún más el enfoque de las ventajas comparativas y la predicción de Heckscher-Ohlin. En España, al igual que en la mayoría de los países industrializados, se ha consolidado una corriente de «comercio *intraindustrial*» (es decir, en torno a productos y mercancías similares) que, en términos monetarios, supone el grueso de las transacciones comerciales de estos territorios y también a escala mundial, relegando la teoría clásica del comercio a la explicación de lo que, también desde el punto de vista monetario, sería la parte minoritaria del comercio internacional, esto es, el comercio *intersectorial* entre países con dotaciones diversas y sobre productos diferentes. Así, la mayoría de los trabajos que han intentado cuantificar las dimensiones de este tipo de comercio para España certifican, en términos monetarios, la progresión de las transacciones entre bienes muy similares y con países de nivel de desarrollo parecido al nuestro. Las discrepancias en las cifras finalmente ofrecidas suelen deberse a la diferente amplitud sectorial analizada, aunque la mayoría coinciden en valorar el efecto del comercio intraindustrial por encima del 50 por 100 ya desde los años setenta⁷⁰. Porcentaje que se acentúa en los años ochenta, pues las estimaciones colocaban a España en los niveles de la OCDE con el 62 por 100 en 1985⁷¹. Entre las razones de esta tendencia cabe destacar —aparte de fenómenos como el comercio de perfeccionamiento (importación de productos para reexportarlos una vez transformados), o de productos perecederos— el papel de las economías de escala, la diferenciación de producto por motivos publicitarios, la competencia imperfecta y las barreras de entrada a los mercados⁷². Unas transformaciones que, conjuntamente, han llevado a concluir que «...en correspondencia con el proceso de cambio técnico e industrialización, la economía española ha transitado desde una especialización asentada en la dotación de recursos —sean naturales o inputs

primarios— a otra en la que alcanzan mayor presencia factores tecnológicos y productivos, especialmente ligados a las economías de escala»⁷³.

Entrelazando el comercio intraindustrial con la cuestión de las asimetrías físico-monetarias, se puede advertir que la divergencia entre valoración monetaria y tonelaje físico tiene también su correlato desde el punto de vista de la *distribución geográfica* de los flujos. Si hubiera que atender únicamente al *valor* de lo comercializado, parece claro que, tal y como establece la Tabla 7.11., el grueso de las importaciones españolas procederían de los países desarrollados ya desde los años cincuenta, cuando acumulaban dos tercios de las transacciones, llegando al 75 por 100 al acabar el siglo xx. Obviamente, el resto del mundo (los países pobres), serían el responsable del 25 por 100 restante, ocupando así un lugar relativamente marginal como proveedores de las compras de bienes por parte de la economía española. Pero dentro del porcentaje mayoritario son los países de la actual Unión Europea los que representarían, en *valor*, el grueso del origen de las mercancías importadas por efecto de la integración comercial, mientras que la relevancia del resto de zonas industrializadas (Estados Unidos y Japón) pasaría a un segundo plano como consecuencia de la «desviación de comercio».

Sin embargo, cuando prestamos atención al origen *físico* de las importaciones vemos cómo el cuadro se difumina bastante y los porcentajes cambian radicalmente sus tornas. Por un lado, la segunda parte de la Tabla 7.11. nos informa que ahora son los países pobres los que desde los años cincuenta, con casi el 60 por 100 de las importaciones en tonelaje (llegando en 1975 al 75 por 100), se situaban ya a finales de la década de los noventa abasteciendo al 65 por 100 de las importaciones españolas; dejando para los países de la «tríada» desarrollada el 35 por 100 restante. Bien es verdad que la propia Unión Europea, a finales de los noventa suponía algo más de un cuarto de las importaciones españolas, aunque también es cierto que hasta 1985 el declive de su importancia en términos físicos fue mucho más pronunciado que lo acontecido desde el punto de vista monetario. En lo que respecta al tonelaje, la senda ascendente de los países pobres como proveedores de la economía española ha escondido dos transformaciones internas importantes.

Por un lado, hasta 1975, la región hegemónica de procedencia con casi la mitad del total es Asia, gracias a las importaciones de crudo de Arabia Saudita, Irak e Irán. En un discreto segundo plano se mantienen Estados Unidos y, después, África, aportando sobre todo biomasa agrícola y flujos de recursos minerales metálicos y no metálicos. Ahora bien, en los años ochenta se va a producir un viraje en la distribución geográfica por el cual, una parte de los flujos físicos procedentes del golfo pérsico se van a sustituir por recursos con origen en América Latina (México, Venezuela y Brasil) y África que, con los recursos energéticos de Libia, Argelia y Nigeria a la cabeza, va a triplicar sus exportaciones hacia España (de 10 a 30 millones de toneladas entre

1975 y 1985); duplicando en apenas diez años su participación física en nuestras importaciones como atestigua la Tabla 7.11. A mediados de la década de los ochenta, la integración española en la CEE aumentará las corrientes físicas de bienes procedentes de esa zona de Europa haciendo que, esta vez, la principal zona perjudicada por el efecto «desviación de comercio» sea América Latina que en los tres lustros siguientes verá reducirse su participación en las importaciones españolas casi un 30 por 100, aunque en tonelaje absoluto aumente sus salidas de mercancías hacia España en un 44 por 100, pasando de los 18 millones de toneladas de 1985 a las 26 millones de 2000. Esta caracterización física de las importaciones según el origen y los principales flujos involucrados es oportuna para matizar parcialmente la afirmación de que el comercio exterior espa-

Tabla 7.11.
Distribución geográfica de las importaciones de mercancías de la economía española, 1955-2000
 (porcentajes)

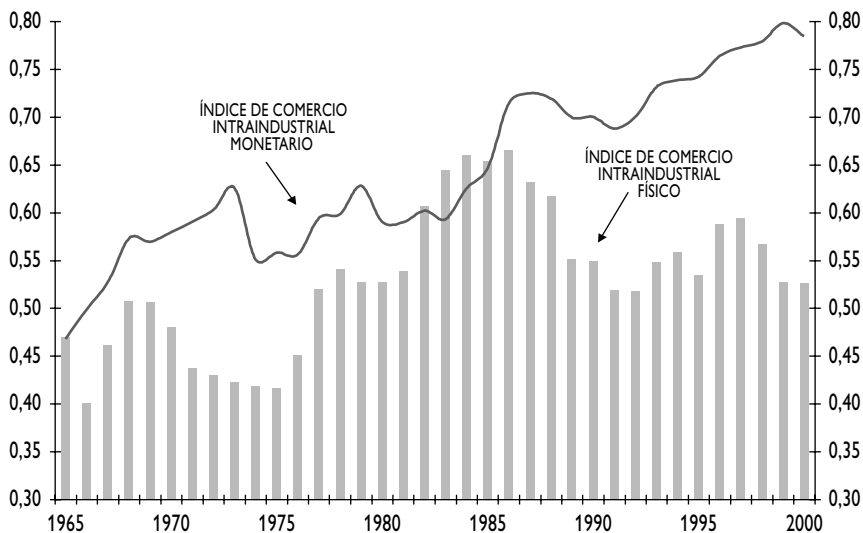
	1955	1961	1975	1985	1991	1995	2000
En términos monetarios							
UNIÓN EUROPEA (1)	48,1	38,9	36,8	39,3	63,5	65,5	64,1
ESTADOS UNIDOS (2)	18,6	25,2	15,9	10,9	8,0	6,5	5,2
JAPÓN (3)	0,2	0,3	2,4	3,4	4,7	3,4	2,9
AMÉRICA LATINA	12,3	9,5	8,5	11,4	4,5	4,3	4,1
ÁFRICA	4,2	2,7	7,3	16,8	6,9	5,9	7,3
ASIA (excepto Japón)	10,6	15,2	19,8	12,4	8,0	8,9	10,6
Otros	5,9	8,1	9,2	5,8	4,3	5,6	5,9
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	67,0	64,4	55,1	53,6	76,2	75,3	72,1
Resto de países	33,0	35,6	44,9	46,4	23,8	24,7	27,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
En términos físicos							
UNIÓN EUROPEA (1)	31,1	17,5	11,8	17,0	27,6	27,4	29,8
ESTADOS UNIDOS (2)	11,2	14,4	12,6	11,0	9,2	9,1	4,4
JAPÓN (3)	0,1	0,0	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3
AMÉRICA LATINA	12,8	12,7	9,2	19,2	17,2	11,3	12,1
ÁFRICA	9,7	9,5	13,8	29,7	29,8	27,2	27,1
ASIA (excepto Japón)	34,2	43,8	44,7	15,1	12,9	13,9	13,9
Otros	0,8	2,1	7,3	7,9	3,2	10,8	12,9
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	42,5	31,9	24,9	28,2	36,9	36,7	34,4
Resto de países	57,5	68,1	75,1	71,8	63,1	63,3	65,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Véase anexo metodológico. La Estadística de Comercio Exterior de 1955 incorpora un error al aparecer Arabia Saudita en el continente africano (p. 416). Errata que se ha subsanado a la hora de realizar los cálculos.

ñol es fundamentalmente un comercio «intraindustrial». Por los datos aquí ofrecidos, al menos desde el punto de vista de las entradas de mercancías en tonelaje, no parece que el grueso de las mercancías importadas coincidan, como veremos, con el destino de nuestras exportaciones físicas, ni que procedan de territorios con un nivel de desarrollo similar al nuestro que justifique hablar de comercio intraindustrial desde esta perspectiva. Parece necesario, más bien, diferenciar geográficamente para constatar, por ejemplo, que España se comporta respecto de los países latinoamericanos y africanos como un país típicamente industrializado, dominando en su patrón importador el comercio *intersectorial* por la entrada de combustibles, productos alimentarios, materias primas y recursos minerales, a la vez que sus exportaciones acaparan mercancías como el material de transporte, la maquinaria agrícola y los productos químicos⁷⁴.

Y no hay que olvidar que en 2000 el 65 por 100 de las importaciones españolas procedían de estos países «en desarrollo», por lo que cabe decir que, desde este ángulo es posible hablar de comercio *intersectorial* mayoritario. No en vano, cuando se confrontan los índices de comercio intraindustrial en términos físicos y monetarios se observan las diferencias. Monetariamente, se percibe una corriente similar entre importaciones y exportaciones de bienes manufacturados que da lugar a un índice que varía según el número de sectores considerados pero que, en cualquier

Gráfico 7.12
Comparación entre dos medidas del comercio intraindustrial en términos físicos y monetarios, 1965-2000
 (para 20 secciones del arancel de aduanas)



Fuente: Elaboración propia a partir de la *Estadística de Comercio Exterior*. Los Índices se han calculado con la metodología de Grubel y Lloyd para 20 secciones del arancel de aduanas.

caso, supera el 50 por 100 al finalizar el siglo. Simplemente como ejemplo, hemos calculado los índices para las respectivas secciones del arancel, y a estos efectos no nos interesa tanto el valor exacto del índice monetario como las diferencias que aparecen cuando se calcula el mismo indicador en términos físicos⁷⁵. Esto se explica al ser las manufacturas unas mercancías cuyo valor unitario es muy superior al resto, por lo que a la hora de construir el índice su ponderación se eleva.

Sin embargo, cuando se calcula el mismo indicador en términos físicos el desequilibrio energético de nuestra economía salvado con cargo a los países empobrecidos y remunerado muy por debajo de los productos exportados por España, reduce poderosamente el valor del índice, dejándolo en la mitad de la cifra en términos monetarios al finalizar el siglo XX, y apoyando una interpretación *menos intraindustrial* de nuestras transacciones comerciales (Gráfico 7.12.). *Significativamente, es en aquellos años en los cuales la subida de precios de los combustibles supone una redistribución de renta favorable a los países exportadores de crudo cuando el importe de ambos índices (físico y monetario) se acerca considerablemente.*

De hecho, también el mayor contenido de recursos naturales en las importaciones españolas explican en buena medida las discrepancias a la hora de contrastar *monetariamente* el modelo de Heckscher-Ohlin. En las referencias apuntadas páginas atrás, se recordará que varios ejercicios estadísticos sobre las relaciones entre los factores productivos usualmente elegidos (trabajo, capital físico y, en ocasiones, capital humano⁷⁶) no se decantaban según el modelo y había ocasiones en que la relación monetaria capital físico-trabajo de las exportaciones españolas hacia los países en desarrollo era menor que en el caso de las importaciones, dando así lugar a la mentada «paradoja de Leontief». Descendiendo al detalle se ha observado que la especial dotación de «capital físico» que rodea a los sectores extractivos de recursos naturales energéticos y minerales —de donde proceden el grueso de nuestras importaciones— se encuentra en la raíz de la paradoja, puesto que al eliminarlos de la muestra, el patrón comercial puede explicarse según las ventajas comparativas y la abundancia relativa de factores, coincidiendo así con el modelo convencional⁷⁷.

Por lo que toca a nuestras exportaciones, desde el punto de vista de la distribución geográfica existe bastante concordancia entre el reflejo físico y monetario en nuestras salidas de mercancías hacia el resto del mundo. Como sugiere la Tabla 7.12. la zona delimitada por la actual Unión Europea fue, y sigue siendo, el principal destino de nuestros flujos físicos, así como la fuente básica de los ingresos por exportaciones, con Francia como puerto de llegada del mayor porcentaje de nuestras mercancías.

Esta coincidencia se explica, hasta los años ochenta, por la tradicional posición ocupada por España como abastecedor de materias primas agrícolas y recursos minerales de territorios más

Tabla 7.12.
Distribución geográfica de las exportaciones de mercancías de la economía española, 1955-2000
 (porcentajes)

	1955	1961	1975	1985	1991	1995	2000
En términos monetarios							
UNIÓN EUROPEA (1)	58,4	63,0	49,0	54,4	74,9	71,7	70,2
ESTADOS UNIDOS (2)	10,0	9,9	10,5	9,9	4,9	4,2	4,9
JAPÓN (3)	1,9	1,8	1,2	1,3	1,0	1,4	1,0
AMÉRICA LATINA	13,4	8,4	10,1	5,9	3,9	5,8	5,0
ÁFRICA	3,5	4,5	10,7	8,4	4,5	3,8	3,3
ASIA (excepto Japón)	1,5	2,7	6,9	10,0	5,2	6,4	5,0
Otros	11,2	9,7	11,6	10,1	5,6	6,7	10,6
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	70,4	74,7	60,7	65,6	80,8	77,3	76,0
Resto de países	29,6	25,3	39,3	34,4	19,2	22,7	24,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
En términos físicos							
UNIÓN EUROPEA (1)	73,1	69,2	49,7	44,2	65,0	61,3	60,9
ESTADOS UNIDOS (2)	2,1	2,6	4,4	13,8	6,8	6,0	6,6
JAPÓN (3)	3,6	3,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,3
AMÉRICA LATINA	1,4	1,2	3,5	2,9	2,7	3,5	4,5
ÁFRICA	2,0	8,3	21,5	14,5	9,7	10,0	5,9
ASIA (excepto Japón)	0,2	1,5	5,6	12,5	5,7	5,3	4,4
Otros	17,6	13,6	14,9	11,5	9,5	13,2	17,4
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	78,8	75,5	54,7	58,6	72,4	68,0	67,8
Resto de países	21,2	24,5	45,3	41,4	27,6	32,0	32,2
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: *Ibidem*. La *Estadística de Comercio Exterior* de 1955 incorpora un error al aparecer Arabia Saudita en el continente africano (p. 416). Errata que se ha subsanado a la hora de realizar los cálculos.

prósperos, aspecto avalado por el excedente físico (que no monetario) arrojado en nuestra relación comercial con la actual Unión Europea hasta 1985, que reflejaba una salida neta de casi 8 millones de toneladas como pone de relieve la Tabla 7.13. A partir de esta fecha, la posición subsidiaria de nuestro país en la Unión Europea y la creciente importancia *monetaria* del comercio intraindustrial en las zonas que han sufrido procesos de integración comercial han llevado a que la tradicional ventaja española en productos industriales de bajo contenido tecnológico juegue en favor de una mayor participación en las corrientes de comercio intraindustrial vertical (idéntico producto pero en diferentes calidades) centrándose en las gamas inferiores en consonancia con el puesto ocupado por España y el resto de las economías meridionales en la UE⁷⁸.

Tabla 7.13.
Distribución geográfica del saldo de la balanza comercial de la economía española, 1955-2000

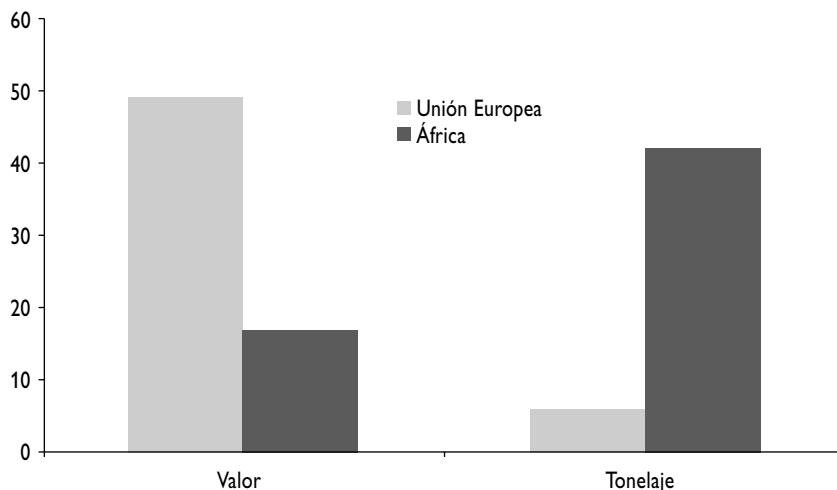
	1955	1961	1975	1985	1991	1995	2000
Millones de pesetas							
UNIÓN EUROPEA (1)	-112	-1.282	-126.987	-222.708	-1.574.040	-1.108.405	-3.569.157
ESTADOS UNIDOS (2)	-214	-12.267	-101.758	-148.092	-472.521	-435.131	-450.349
JAPÓN (3)	22	552	-16.799	-120.537	-393.270	-315.342	-601.691
AMÉRICA LATINA	-50	-2.624	-35.108	-339.941	-204.757	43.669	-102.134
ÁFRICA	-32	133	-21.158	-510.994	-392.081	-392.813	-1.378.131
ASIA (excepto Japón)	-180	-8.821	-154.011	-226.717	-457.469	-525.161	-1.976.834
RESTO DEL MUNDO	42	-1.218	-35.073	117.636	-77.927	-33.880	542.597
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	-303	-10.432	-245.544	-45.920	-2.439.831	-1.858.878	-4.621.197
Resto de países	-220	-12.530	-245.351	-960.016	-1.132.234	-908.185	-2.914.552
TOTAL	-524	-22.962	-490.895	-1.005.936	-3.572.065	-2.767.063	-7.535.749
Miles de toneladas							
UNIÓN EUROPEA (1)	3.932	4.410	1.332	7.956	-1.969	-1.023	-8.567
ESTADOS UNIDOS (2)	-661	-1.870	-8.653	-3.041	-8.770	-10.673	-3.408
JAPÓN (3)	299	369	-267	148	5	124	-448
AMÉRICA LATINA	-845	-1.758	-6.245	-17.199	-21.878	-15.995	-22.622
ÁFRICA	-550	-576	-6.035	-20.966	-35.357	-37.524	-54.545
ASIA (excepto Japón)	-2.551	-6.342	-32.685	-7.798	-14.392	-19.005	-26.771
RESTO DEL MUNDO	1.444	1.064	-2.480	-1.314	838	-8.327	-11.155
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	3.570	2.909	-7.587	5.064	-10.734	-11.572	-12.423
Resto de países	-2.502	-7.612	-47.445	-47.277	-70.790	-80.851	-115.094
TOTAL	1.068	-4.074	-55.033	-42.213	-81.523	-92.423	-127.517

Fuente: *Ibidem*.

Así pues, con esta evolución la economía española comienza su desplazamiento a lo largo de la «curva del notario» ya descrita, avanzando paulatinamente hacia posiciones en las cuales disminuye el coste físico de energía y materiales interno —porque se traslada hacia otros territorios— concentrándose la actividad en las manufacturas y su comercialización, aunque incurriendo en unos desequilibrios físicos y monetarios importantes que, en 2000, alcanzaban los 115 millones de toneladas, cubriéndose con cargo a los flujos de recursos naturales procedentes de países más pobres, y remunerados muy por debajo en comparación con los mismos déficit originados con los países ricos.

Además, las exportaciones españolas de bienes intermedios, de equipo (cemento, productos metálicos y siderometalúrgicos, maquinaria) y agrícolas hacia países africanos y asiáticos apenas lograron compensar el desfase comercial español con estos territorios. *Llama la atención que*

Gráfico 7.13
África y la Unión Europea en el déficit comercial español, año 2000
 (porcentajes)



Fuente: *Ibidem*.

siendo la «deuda física» de España con los países más desfavorecidos de África, Asia y América Latina en 2000 más de diez veces superior a la contraída con la célebre «triada» de países ricos, la «deuda monetaria» que se debe abonar a ésta última casi doble el importe que es preciso pagar a aquellos territorios que han hecho un esfuerzo ecológico y de destrucción de su patrimonio natural mayor que el resto de los países de la Unión Europea, Estados Unidos o Japón. Para el caso de la Unión Europea, el Gráfico 7.13 es suficientemente ilustrativo.

Pero, para que salgan las cuentas, se tiene que producir una revalorización en términos monetarios que hasta cierto punto compense las carencias desde el ángulo físico. Y aquí vemos que la economía española sigue el patrón marcado por los países ricos en sus relaciones con el resto del mundo pues reduce una parte de su dependencia en energía y materiales a través de un mayor «valor unitario» de sus exportaciones respecto de las correspondientes importaciones. Esta situación, lejos de resolverse, se prolonga en el tiempo gracias a que la «valoración media» por cada tonelada exportada por la economía española casi dobla al mismo valor relativo de las importaciones (220 mil pesetas frente a 120 mil en 2000), corrigiendo en gran medida, en la esfera monetaria, el desequilibrio físico de energía y materiales acumulado. La Tabla 7.14. también aporta información valiosa a la hora de homologar el comportamiento español respecto al conjunto de los países industrializados, aunque hasta hace bien poco, en una posición bastante subordinada. Mientras que en los años cincuenta y hasta comienzos de los sesenta, España con una remuneración unitaria global de sus exportaciones por debajo de los pagos que debía realizar

Tabla 7.14.

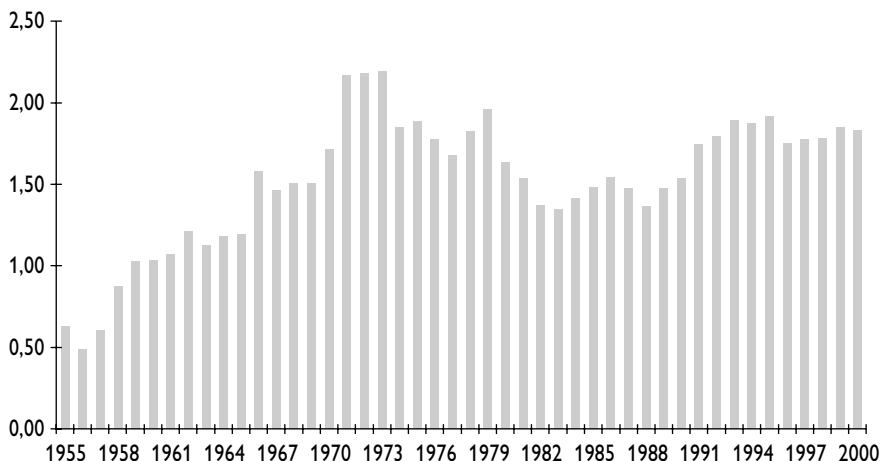
«Valor medio» de las importaciones y exportaciones españolas según diferentes regiones, 1955-2000

	1955	1961	1975	1985	1991	1995	2000
IMPORTACIONES CIF (pesetas/tonelada)							
UNIÓN EUROPEA (1)	389	9.816	38.579	120.883	163.035	205.806	273.488
ESTADOS UNIDOS (2)	416	7.725	15.479	51.723	61.615	60.852	150.564
JAPÓN (3)	477	62.912	57.522	876.868	1.549.546	1.437.684	1.146.716
AMÉRICA LATINA	240	3.312	11.441	31.000	18.751	33.010	42.464
ÁFRICA	110	1.256	6.551	29.531	16.433	18.560	34.319
ASIA (excepto Japón)	78	1.537	5.455	43.102	44.092	54.811	87.056
RESTO DEL MUNDO	1.761	17.181	15.552	38.449	95.219	44.788	60.108
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	396	8.912	27.237	99.370	145.928	176.461	265.934
Resto de países	144	2.308	7.375	33.748	26.709	33.598	54.041
TOTAL (FOB)	251	4.199	11.535	50.370	65.267	84.865	120.389
EXPORTACIONES FOB (pesetas/tonelada)							
UNIÓN EUROPEA (1)	127	3.824	21.135	90.837	127.795	185.331	252.168
ESTADOS UNIDOS (2)	753	15.975	50.705	52.915	79.832	110.585	160.584
JAPÓN (3)	86	2.058	45.061	154.208	204.735	348.754	799.040
AMÉRICA LATINA	1.522	30.207	62.417	151.103	155.502	258.616	243.092
ÁFRICA	271	2.277	10.710	42.916	52.226	61.059	122.828
ASIA (excepto Japón)	1.086	7.634	26.694	58.844	100.783	190.742	146.837
RESTO DEL MUNDO	102	2.994	16.695	64.750	64.916	80.697	134.055
P. Desarrollados (1 + 2 + 3)	142	4.158	23.782	82.556	123.861	180.229	245.361
Resto de países	222	4.338	18.579	61.339	76.907	112.489	162.724
TOTAL (FOB)	159	4.502	21.768	74.577	113.812	162.804	220.136

Fuente: Estadísticas de Comercio Exterior y Balanza de Pagos. Los totales están homogeneizados en términos FOB según Balanza de Pagos.

por las importaciones, se comportaba como una típica economía al servicio de los países más avanzados; a partir de esas fechas, la creciente dependencia de los flujos físicos procedentes de Asia, África y América Latina se va a saldar con un excedente monetario *por tonelada comercializada*, produciéndose así una imagen incompleta, al alcanzarse el desarrollo económico gracias a que la extracción y elaboración primaria de los recursos naturales necesarios ya ha sido realizada por otros territorios. Como sugieren los resultados de la Tabla 7.14. esta circunstancia no se ha producido en los intercambios comerciales realizados con los países ricos más importantes, donde hasta 1995, la valoración media de los ingresos por exportaciones españolas ha estado siempre por debajo de los pagos medios por cada tonelada importada. Cabe añadir que, en general, estos resultados coinciden con los que, para el conjunto de la UE-15 en 1999, se presentaban en la anterior Tabla 7.7.

Gráfico 7.14
Evolución de la «Relación de Intercambio» de la economía española, 1955-2000
 («valor medio» de tonelada de exportada/ «valor medio» de tonelada importada)



Nota: La «relación de intercambio» ofrecida considera medias simples (ptas/tm) utilizando el valor de las importaciones y exportaciones totales en términos F.O.B. a partir de la serie homogeneizada que proporciona la Balanza de Pagos, conforme a la última modificación vertida en el 5.º Manual de Balanza de Pagos del FMI. Véase, Ministerio de Economía, (2002): Sector exterior, Madrid, apéndice.

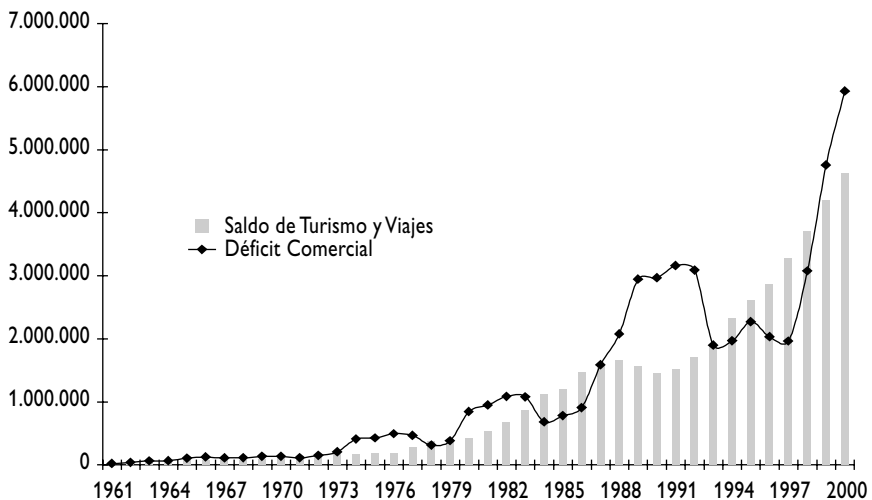
Fuente: *Ibidem*.

No debe extrañar por tanto que con estos mimbres la evolución de lo que, laxamente, podríamos denominar «relación de intercambio (RI)»⁷⁹ de la economía española en el último medio siglo presente un trazado como el ofrecido en el Gráfico 7.14. Aquí se puede ver cómo es a partir de 1960, el momento en el que la economía española comienza a comportarse respecto al resto del mundo como un país típicamente «rico», incrementándose el «valor medio» de los productos que vende por encima del «valor medio» de las mercancías que compra. En apenas diez años, España dobla el valor de su «RI» gracias sobre todo a la evolución del valor de las manufacturas y los productos agroalimentarios exportados. Una evolución que ni siquiera se ve frenada por el desplome en las cotizaciones de la mayoría de los productos minerales, que hacen descender la «RI» de esta fracción hasta 0,30 (sin tener en cuenta los metales y sus manufacturas). Es precisamente al comienzo de la década de los setenta cuando, al calor de la subida de los precios del petróleo, la RI empeorará para el grueso de los países ricos y en especial para aquellos dependientes de recursos energéticos foráneos como es el caso de España. Sin embargo, tras breves oscilaciones, la tendencia a partir de 1985 será ascendente, orientando las posiciones de nuestro país hacia las zonas donde se concentran las fases de mayor valor añadido y menor coste físico invocadas por la «Regla del Notario».

5.3. El carácter ambivalente de las partidas compensatorias: los costes ambientales del turismo y el proceso de atracción-expulsión de la población

Parece claro que el mecanismo de la revalorización de las exportaciones sobre las importaciones no es suficiente para compensar los desequilibrios en que incurrían la mayoría de los países ricos en general y España en particular. En otro lugar se vio cómo, para el conjunto de los países industrializados, este ajuste no había que buscarlo tanto en la propia balanza comercial o incluso por cuenta corriente sino en la de capital y financiera⁸⁰. En el caso español, es preciso matizar algo esta impresión general dada la especial naturaleza de la balanza de servicios que, por la acción de los ingresos procedentes del turismo, ha servido de contrapeso importante para frenar el desequilibrio. Aunque es cierto que en algunos años, y tal y como atestiguaba la Tabla 7.6., la revalorización fue de tal calibre que lo que se presentaba como un déficit físico importante de ciertos productos se saldaba con un excedente monetario corriente nada despreciable⁸¹. Sin embargo, la tendencia general es que, durante varias décadas, la economía española ha enjugado una buena parte de su déficit comercial gracias a los saldos positivos que han venido presentando hasta la actualidad las balanzas de servicios (sobre todo la cuenta de turismo y viajes) y, hasta bien entrados los años ochenta,

Gráfico 7.15
Comparación entre el déficit comercial de la economía española y el saldo de la balanza de turismo y viajes, 1961-2000
(millones de pesetas)



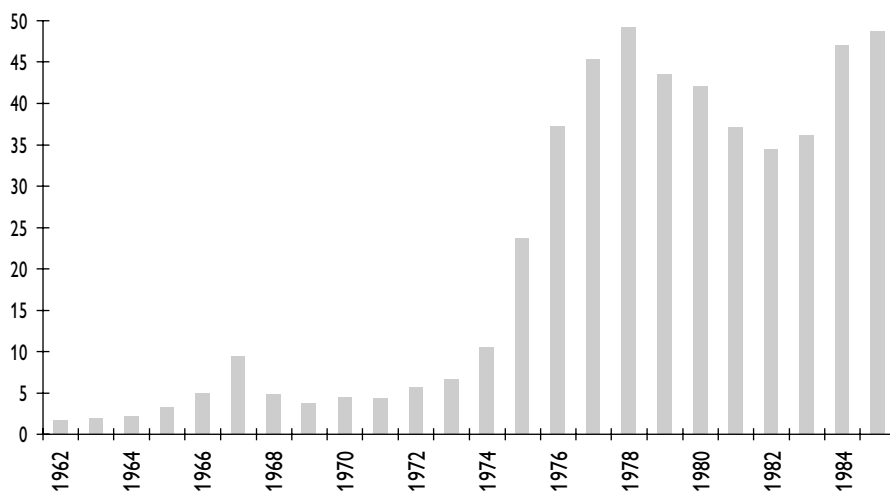
Fuente: Banco de España, (varios años): *Balanza de Pagos*, Madrid.

las remesas de emigrantes. El Gráfico 7.15. muestra cómo, desde 1961, en que el excedente monetario por turismo y viajes superaba ya en un 18 por 100 el déficit comercial, ha venido siendo capaz, por sí mismo, de absorber como media casi las tres cuartas partes del desequilibrio comercial, a excepción de los años coincidentes con la crisis económica (1974-1977 y 1980-1981) en que las entradas de visitantes fueron muy sensibles al desfavorable contexto económico internacional⁸². En algunos años concretos, los ingresos netos por turismo hubieran sido capaces de compensar totalmente el déficit comercial, como así se pone de manifiesto en los años centrales de la década de los ochenta, comienzos de los noventa y finales del siglo XX.

Estos ingresos netos recibidos por el turismo han experimentado un crecimiento notable desde los años sesenta, al hilo fundamentalmente del crecimiento en el número de visitantes que han pasado de los 6,1 millones que entraron en 1961 a los 47,9 millones de 2000; haciendo que España se haya convertido en un potente «atractor de población», llegando a ser el tercer destino turístico en el ámbito mundial, sólo por detrás de Francia y Estados Unidos⁸³. Tal aluvión de turistas, aparte de proporcionar los efectos económicos de todos conocidos, suponen una exigencia importante en términos ambientales, tanto desde el punto de vista de los recursos, como de la degradación del patrimonio natural propiciado por la actividad turística. No en vano, los atractivos de nuestro país tienen mucho que ver con la suavidad del clima, el amplio litoral y la abundancia de sol durante largas épocas del año, por lo que no debe extrañar que la actividad constructora —con los costes ambientales que conlleva— se haya cebado en la costa, al calor de la demanda de segundas residencias y de la compra de inmuebles por parte de extranjeros con mayor poder adquisitivo que la población nacional⁸⁴. Episodio que ha tenido continuidad hasta finales de la década de los noventa donde, espoleados por el *boom* inmobiliario, el auge del turismo y la demanda interna llevaron a que de los casi 2 millones de viviendas iniciadas entre 1997 y 2000, más de un millón, es decir, el 50 por 100 estuvieran situadas en zonas costeras, mostrando, de paso, la desconexión entre compra de vivienda y uso ordinario de la misma⁸⁵. La expansión hotelera, de apartamentos y segundas residencias al servicio del turismo ha condicionado de manera notable la propia ordenación del territorio en el litoral, fomentando cambios en el uso del suelo agrícola alimentados por la especulación urbanística; poniendo a disposición de esta actividad recursos escasos desde el punto de vista natural, como el agua, que hay que importar de otros territorios peninsulares, y favoreciendo socialmente una escasez que, de por sí, agrava la situación general. La última discusión en torno al Plan Hidrológico Nacional (2000) ha hecho aflorar las debilidades y estrangulamientos de este modelo⁸⁶.

En todo caso, conviene recordar que al efecto «atractor» de población y la consolidación del turismo de masas, le siguió un efecto «expulsión» de habitantes españoles espolea-

Gráfico 7.16
Ratio de turistas por emigrante, 1962-1985
 (datos brutos)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE.

dos hacia la emigración por un sistema económico que no ofrecía las suficientes oportunidades para llevar a cabo una vida digna. No en vano, entre 1962 y 1985 salieron de España 1,4 millones de personas de manera oficial⁸⁷, que insuflaron en forma de «remesas y transferencias de capital de emigrantes»⁸⁸ recursos que en algunos años como 1961 y 1978 llegaron a suponer el 40 por 100 del déficit comercial de la economía española. Las principales corrientes llegaban de Alemania con el 24 por 100 entre 1962 y 1985, seguida de Francia (18,3 por 100), Suiza (16,4 por 100) y Estados Unidos (14,4 por 100). Cabe señalar también, que desde el punto de vista latinoamericano, tuvieron cierta importancia las remesas y transferencias procedentes del colectivo español en Venezuela, que supusieron casi el 5 por 100 durante ese período⁸⁹.

Al tratar simultáneamente los aspectos relacionados con el turismo y con la emigración hasta mediados de los ochenta, cabe hacer una comparación entre la masiva entrada de turistas y la también importante salida de españoles hacia el extranjero. Si transformamos los millones de turistas en población equivalente que residiera en nuestro país durante un año⁹⁰, obtendríamos que los 8,6 millones de extranjeros que entraron en España en 1962 suponían una llegada equivalente de 166 mil personas durante todo el año que, comparándolos con los 101 mil habitantes españoles que emigraron al extranjero, proporciona una entrada neta de 1,66 turistas por cada emigrante español que salía del territorio. Como se puede constatar en el Gráfico 7.15.,

Tabla 7.15.
Saldos de la balanza por cuenta corriente de la economía española, 1965-2000
(miles de millones de pesetas)

	1965	1975	1985	1991	1995	2000
B. Comercial	-101,3	-411,2	-992	-3.159,2	-2.289,5	-6.285,6
B. Servicios	58,89	174,4	1064,2	1.257,3	2.318,5	4.033,7
B. Transferencias	17,84	65,6	187,9	270,3	581,3	254,1
B. Rentas	n.a	n.a	n.a	-444,9	-516,6	-1495,0
B. Cuenta Corriente	-24,57	-175	260,1	-2.076,5	93,6	-3.492,7
Promemoria						
Saldo neto con la UE	—	—	—	396,1	1.140,0	715,4

n.a. = no aplicable como consecuencia del cambio metodológico.

Fuente: Banco de España, *Balanza de Pagos*. Ministerio de Hacienda, (2001): *Relaciones financieras entre España y la Unión Europea*, Madrid.

hasta el comienzo de la crisis a mediados de los setenta en que se interrumpe drásticamente la salida de población hacia países como Alemania, Suiza y Francia, la relación entre emigrantes y turistas era suficientemente reveladora.

Es cierto que los datos ofrecidos en términos brutos no incorporan la salida de turistas españoles hacia el extranjero ni la llegada de inmigrantes a España, pero, como es sabido, se trata de circunstancias que, durante la década de los años sesenta y comienzos de los setenta, son poco relevantes y apenas cambian el sentido general del cuadro. Hay que subrayar que será a finales de los ochenta y en la década de los noventa cuando se produzca tanto un repunte de la actividad turística hacia el exterior, como la llegada de población inmigrante latinoamericana y africana cambiando así el signo tradicionalmente exportador de población de la economía española por un papel de receptor neto de habitantes del resto del mundo.

La consecuencia de esta mutación desde el punto de vista del equilibrio exterior se producirá con la masiva sustitución de las transferencias privadas de emigrantes, por la afluencia de transferencias públicas procedentes de la UE a partir de 1986. En efecto, los flujos procedentes de la Europa comunitaria se han multiplicado por más de 20 veces desde 1986 hasta finales de los noventa, pasando de los 102 mil millones de 1986 a los 2,2 billones de pesetas en 1999, reduciéndose a 1,8 billones en 2000. Si descontamos la corriente de fondos españoles hacia la UE, el saldo sigue siendo todavía significativamente positivo, alcanzándose los 1,1 billones en 1999, aunque mengua la cantidad en 2000, obteniéndose un valor neto de 715 mil millones. En definitiva, la caudalosa corriente de transferencias privadas procedentes de los emigrantes españoles a países europeos ha sido sustituida por otra corriente con el mismo origen geográfico, pero de distinta naturaleza institucional.

6. A MODO DE CONCLUSIÓN

Las páginas anteriores han pretendido dar cuenta del cambio que se ha producido en el metabolismo de la economía española y en su posición internacional desde el punto de vista del comercio de materias primas y recursos naturales. Para ello ha parecido oportuno complementar la tradicional mirada *monetaria* del comercio exterior español con un análisis de los flujos en tonelaje realmente trasegados y su importancia relativa. La reflexión sobre las asimetrías que se producen en la comparación entre los flujos físicos del comercio y su valoración monetaria enriquecen el debate y lo enfocan desde un ángulo apenas transitado pero, a nuestro modo de ver, realmente clarificador. No se pretende con esto sustituir el análisis económico convencional y sus resultados, sino explicitar las diferencias de resultados que se obtienen dependiendo del enfoque adoptado. Como hemos querido demostrar, el metabolismo económico español ha venido articulando su crecimiento cada vez en mayor proporción sobre recursos que están situados en terceros países, lo que se manifiesta claramente a través de un déficit físico creciente que hemos cifrado en el año 2000 en esos 127 millones de toneladas de entradas netas. Dado que el grueso de esa cantidad lo conforman los recursos energéticos, y habida cuenta que, como veíamos en el capítulo anterior, el principal componente del déficit «ecológico» venía de la mano de la huella energética, parece clara la senda paralela de estos dos desequilibrios. En todo caso, el carácter deficitario del resto de partidas (biomasa agraria y forestal,...) también se manifiesta en su doble vertiente física y territorial, lo que obliga a la economía española a buscar el equilibrio a través de las revalorizaciones monetarias o, cuando estas no son suficientes, en la esfera de lo financiero: un ámbito que proporciona los medios para prolongar y consolidar el paso de la economía de la «producción» hacia la economía de la «adquisición» de riqueza que caracteriza los últimos años del siglo XX y que analizaremos en el siguiente capítulo.

NOTAS

- ¹ MALTHUS, TH. R., *Principios de economía política*, México, Fondo de Cultura Económica, 1977, (e.o. 1820) 1820, p. 279.
- ² En esta labor de «ocultamiento» coinciden tanto la Teoría Pura del Comercio Internacional como los posteriores refinamientos agrupados bajo el nombre genérico de «Nueva Teoría del Comercio Internacional».
- ³ En los últimos tiempos, se han introducido matices a esta afirmación general. Aunque se sigue sosteniendo que una situación de libre comercio genera ganancias netas respecto de un escenario de ausencia de comercio, es posible que se produzca una *distribución desigual* de esas ganancias entre los países.
- ⁴ La literatura sobre el comercio intraindustrial y las nuevas aportaciones es demasiado voluminosa como para reseñarla en este apartado. Prescindiendo de algunos trabajos aislados de los años cuarenta, se puede decir que arranca con los trabajos de Verdoorn y Balassa en los años sesenta, y de Grubel y Lloyd en los setenta con su famoso Índice de Comercio Intraindustrial, profusamente utilizado en los trabajos empíricos posteriores. Véase: GRUBEL, H., y LLOYD, P. J., *Intra-industry trade. The Theory and measurement of international trade in differentiated products*, London, Macmillan, 1975. De manera sintética, puede consultarse: LOBEJÓN, L. F., *El comercio internacional*, Madrid, Akal, 2001, pp. 88-95; así como MARTÍN, J., y ORTIZ, V., «Naturaleza y causas del comercio intra-industrial», *Ekonimiz*, 36, 1996, pp. 78-101. De todos modos, más adelante haremos referencia a los trabajos que han explorado esta relación para la economía española y las consecuencias ecológicas del patrón descrito por estos modelos.
- ⁵ Un breve resumen claro de los nuevos enfoques, en general poco preocupados por los aspectos ambientales, puede consultarse en: LOBEJÓN, L. F., *El comercio internacional*, op. cit., pp. 95-100; y también en: BAJO, O., «Teorías del Comercio Internacional: una panorámica», *Ekonimiz*, 36, pp. 23 y ss.
- ⁶ Desde la aportación pionera de ENMANUEL, A., *El Intercambio desigual*. Siglo XXI, 1971; a las contribuciones de Samir Amin, con sus tesis sobre la «desconexión». Ya en los noventa puede consultarse con provecho: BARRATT-BROWN, M., *Fair Trade. Reform and Realities in the International Trading System*, London, Zed Books, 1993.
- ⁷ KRUGMAN, P., «Is Free Trade Passé?», *Journal of Economic Perspectives*, (2), 1, 1987, p. 131. Y esto a pesar de que el propio Krugman contribuyera a través de su conocido manual —escrito conjuntamente con OBSTFIELD, M.—, a fomentar esa imagen ridiculizando argumentos, como los relacionados con el enfoque del intercambio desigual, que cuestionaban precisamente esos principios. Véase KRUGMAN, P., y OBSTFIELD, M., *Economía Internacional: teoría y política*, McGraw-Hill, Madrid, 1994, pp. 24-26 (hay ediciones posteriores).
- ⁸ DALY, H. E., y COBB, J. B., *Para el bien común. Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*. México, Fondo de Cultura Económica, 1989, pp. 31-48.
- ⁹ Esta falta de realismo fue denunciada, con duras palabras, por Joan Robinson a comienzos de los setenta: «Ninguna rama de la economía evidencia tanta discrepancia entre la doctrina ortodoxa y los problemas reales como la teoría del comercio internacional». ROBINSON, J., «La necesidad de reconsiderar la teoría del comercio internacional» en: *Contribuciones a la teoría económica moderna*, Madrid, Siglo XXI, 1979, p. 253.
- ¹⁰ Recordemos que, a pesar de la mejora en los planteamientos de enfoques basados en la relajación de estos supuestos restrictivos (Nueva Teoría del Comercio Internacional), la cuestión de la desigual distribución del poder económico a nivel internacional, que a su vez sirve para fijar las condiciones de valoración de los productos, apenas merece la reflexión de estas corrientes. Además, el predominio de la estática comparativa con su representación del mundo bajo la hipótesis de intercambio bilateral (dos países, o un país frente al resto del mundo), no juega tampoco en favor del «realismo». Como ya se denunciaba hace tiempo: «Incluso en el marco de las comparaciones estáticas, es preciso considerar al menos tres países antes de que sea posible establecer cualquier tipo de conclusiones generales; pues cuando intervienen más de dos países es imposible demostrar las proposiciones que supuestamente ponen de manifiesto que una transformación debe beneficiar inevitablemente a todas las partes interesadas. Por ejemplo, bajo las condiciones del modelo, un incremento de la eficiencia en la producción de un artículo de exportación en el país A beneficia a B y C considerados globalmente, pero si C se dedicara a la exportación del mismo producto, es probable que salga perjudicado». Cfr. ROBINSON, J., «La necesidad de reconsiderar...», op. cit., p. 253.
- ¹¹ Y habría que añadir que en sentido regresivo.
- ¹² Una presentación de este argumento puede encontrarse en: KRUGMAN, P., y OBSTFIELD, M., *Economía Internacional...*, op. cit., p. 13 (hay ediciones posteriores).
- ¹³ EKINS, P., «Trading off the Future: Making World Trade Environmentally Sustainable» en KRISHNAN, B.; GOODWIN, N., y HARRIS, J. (eds), *A Survey of Ecological Economics*, Island Press, Washington, D.C., 1995, p. 308.
- ¹⁴ WEIZÄCKER, E. U. VON.; LOVINS, A., y LOVINS, L. H., *Factor 4. Informe al Club de Roma*. Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, Barcelona, 1996, p. 382.
- ¹⁵ Precisamente fue en esta línea del sentido del rigor y el atenerse a las consecuencias de las reglas del juego, la que llevó a CORDEN, W., a afirmar que «la Teoría no dice que “el libre comercio es lo mejor”. Dice que *bajo ciertas condiciones*, es lo mejor». CORDEN, W., *Trade Policy and Economic Welfare*. Weatsheaf, Hewel Hampstead, 1974, p. 8. Ref. EKINS, P., et al., «Trade, environment and development: the issues in perspective.», *Ecological Economics*, 9, 1994, p. 2.
- ¹⁶ ROBINSON, J., «La necesidad...», op. cit., p. 253.

- ¹⁷ DALY, H. E., y GOODLAND, R., «An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT», *Ecological Economics*, 9, 1994, p.82. El interés de esta circunstancia reside en poner de actualidad la ya vieja y casi olvidada doctrina smithiana de la «ventaja absoluta».
- ¹⁸ Véase para el desarrollo de ambas opciones: VAN BEERS, C., y VAN DEN BERGH, J. C. J. M., «An overview of Methodological Approaches in the Analysis of Trade and Environment», *Journal of World Trade*, 30, (1), 1996, pp. 145 y ss.
- ¹⁹ Una crítica bien argumentada frente a estos intentos de «revertir» las Teorías del Comercio puede encontrarse en: BERMEJO, R., *Libre comercio y equilibrio ecológico*, Bilbao, Bakeaz, 1996, pp. 139-183.
- ²⁰ Un resumen razonable de lo que ha dado de sí la discusión en torno a estas cuestiones puede consultarse en: JAYADEVAPPA, R., y CHAHNRE, S., «International trade and environmental quality: a survey», *Ecological Economics*, 32, 2000, pp. 175-194.
- ²¹ Esta clasificación ha sido sugerida por Leveson-Gower y recogida por: MURADIAN, R., y MARTÍNEZ-ALIER, J., «Trade and environment: from a "Southern" perspectiva», *Ecological Economics*, 36, 2001, pp. 281-282.
- ²² Por ejemplo: BHAGWATTI, J., «The case for free trade», *Scientific American*, Noviembre, 1993, pp. 42-49.
- ²³ Véanse varias de las contribuciones al libro editado por LOW, P. (ed.), *International trade and environment*, Washington, World Bank Discussion Paper, volumen 159, 1992. En un sentido similar otra muestra de este enfoque puede encontrarse en: ANDERSON, K., y BACKHURST, R. (dirs.), *El comercio mundial y el medio ambiente*. Madrid, Mundiprensa, 1992.
- ²⁴ A título de ejemplo, el conjunto de trabajos editados en 1994 por la revista *Ecological Economics*, 9, en un número monográfico sobre comercio y medio ambiente muestran con detalle las razones de esta postura. Más adelante recaeremos sobre varios de estos argumentos.
- ²⁵ GATT, *El comercio mundial, 1990-1991*. Ginebra, 1991, p. 22.
- ²⁶ Desde el punto de vista conceptual se cae en el error cuando se argumenta que la liberalización es sinónimo de ausencia de normas o desregulación. Los organismos internacionales tratan de promover unas reglas del juego (regulación) favorables a los intereses de los países ricos generando un resultado que, en términos de comercio internacional e intercambio de bienes y servicios sería muy diferente si el marco institucional primara las cuestiones distributivas y los costes ambientales.
- ²⁷ DALY, H. E., y GOODLAND, R., «An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT», *Ecological Economics*, 9, 1994, p. 78.
- ²⁸ *Ibid.*, p. 76.
- ²⁹ ANDERSON, K., y BLACKHURST, R., «Comercio, medio ambiente y políticas nacionales», en: ANDERSON, K., y BLACKHURST, R. (dirs.), *op. cit.*, 1992, p. 23.
- ³⁰ BERMEJO, R., *Libre comercio...*, *op. cit.*, p. 192.
- ³¹ *Ibid.*, pp. 192-199.
- ³² ESTY, D. C., *El reto ambiental de la Organización Mundial de Comercio*, Barcelona, Gedisa, 2001, p. 83.
- ³³ EKINS, P., et al., «Trade, environment and development: the issues in perspective.», *Ecological Economics*, 9, 1994, p. 7.
- ³⁴ OCDE, *The global and environmental goods and services industry*. Paris, 1996. Ref. ADAMS, J., «Globalization, Trade and Environment», en: OCDE, *Globalization and Environment*, *op. cit.*, 1997, p. 184.
- ³⁵ Vid. OCDE, *The environmental effects...*, *op. cit.*, p. 19.
- ³⁶ BATRA, R.; BELADI, H., y FRASCA, R., «Environmental pollution and world trade», *Ecological Economics*, 27, 1998, p. 173. En muchos casos se usan grandes aviones como el Boeing 747 para transportar en pocas horas productos perecederos como frutas y verduras, más o menos exóticas, y flores.
- ³⁷ French, H., «La reconciliación del comercio y el medio ambiente», en: Worldwatch Institute, *La situación del mundo*, CIP-Apostrofe, Madrid, 1991, p. 278.
- ³⁸ BATRA, R.; BELADI, H., y FRASCA, R., «Environmental pollution...», *op. cit.*, p. 173. A esto hay que sumar el efecto negativo que la liberalización comercial tiene sobre el control fronterizo del comercio de productos cualitativamente peligrosos o prohibidos (residuos tóxicos, especies en peligro de extinción), que se muestra de manera más evidente en las regiones donde funcionan tratados de libre comercio. Vid. BERMEJO, R., *Libre comercio...*, *op. cit.*, p. 157 y 205 y ss para las consecuencias ambientales del NAFTA.
- ³⁹ BATRA, R.; BELADI, H., y FRASCA, R., «Environmental pollution...», *op. cit.*, p. 173.
- ⁴⁰ Dentro de esta categoría puede incluirse el comercio de madera, del cual sólo un exiguo 0,1 por 100 de toda la extracción para la exportación se realiza de manera sostenible, es decir, a tasas en las que la tala no supera la regeneración. FRENCH, H., «La reconciliación del comercio...», *op. cit.*, 1991, p. 267.
- ⁴¹ LOW, P., y YEATS, A., «Do "Dirty" Industries Migrate?», 1992, en: LOW, P., (ed.), *International trade and environment*, *op. cit.*, p. 98.

⁴² LUCAS, R.; WHEELER, D., y HETTIGE, H., «Economic Development, Environmental Regulation and International Migration of Toxic Industrial Pollution: 1960-1988», en: LOW, P., (ed.), *International trade...op. cit.*, p. 102. Para hacer más digerible este resultado, tanto en este trabajo como en el firmado por: BIRDSALL, N., y WHEELER, D., «Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are the Pollution Havens?», 1992, pp. 159-167; se incide en que la relación crecimiento económico y medio ambiente es muy negativa en aquellas economías protegidas, teniendo menor incidencia (incluso positiva) en aquellos países que han liberalizado ampliamente su comercio. Además se añade que los «pollution havens» se circunscriben precisamente a aquellas economías poco liberalizadas (aunque los autores ponen como ejemplo Chile, no parece que éste caso sea demasiado afortunado, como así lo demuestra el libro del Instituto de Ecología Política de ese país titulado *El tigre sin selva. Consecuencias ambientales de la transformación económica de Chile: 1974-1993*, Santiago de Chile, del que puede consultarse la presentación recogida en el número 9 de *Ecología Política*, pp. 171-182).

⁴³ SHIVA, V., *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y el conocimiento*, Barcelona, Icaria, 2001.

⁴⁴ Así lo demuestran aplicando un sencillo modelo neoclásico, BATRA, R., et al., «Environmental...», *op. cit.*, p. 175 y ss, y p. 181. A un resultado similar; esto es, que el libre comercio incrementa la contaminación, llegan también COPPELAND, B. R., y SCOTT TAYLOR, M., aplicando un modelo para dos países con rentas diferenciadas. Véase: «North-South trade and environment», *Quarterly Journal of Economics*, August, 1994, pp. 755-787.

⁽⁹⁾ Este epígrafe actualiza y amplía el trabajo que realicé conjuntamente con Sara Echevarría y José Manuel Naredo en 1999: «Flujos físicos y valoración monetaria en el comercio mundial: el "efecto notario" en el reparto de los frutos del comercio a nivel internacional», en: NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1999, pp. 325-348.

⁴⁵ A pesar de los esfuerzos de los gobiernos afectados por hacerse con la propiedad de estos recursos naturales, las ETN continuaron influyendo en las fases de procesamiento y comercialización. Vid. ONU, *Las empresas transnacionales en el desarrollo económico*, Nueva York, 1983. Ref. PALAZUELOS, E., (coord.), *Dinámica capitalista y crisis actual*, Madrid, Akal, 1988, p. 193.

⁴⁶ NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, *op. cit.*

⁴⁷ Recordemos que, según el «efecto notario», aquellas fases de los procesos productivos que son más intensivas en el consumo de recursos —medido éste en unidades físicas— resultan ser las menos valoradas desde el punto de vista monetario y viceversa. Una ilustración de este hecho se observa durante la construcción de una vivienda al comparar la divergencia creciente entre las aportaciones de recursos físicos en cada una de las fases del proceso (cimentación, tabicado, etc.), y las remuneraciones monetarias correspondientes, hasta llegar a la firma final de las escrituras «ante notario» quien, con escaso desgaste físico, percibe una jugosa remuneración. Vid. NAREDO, J.M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, *op. cit.*, cap. 15.

⁴⁸ Estimable términos energéticos, vinculados al Sistema Internacional de Unidades físicas sobre el que reposa la ciencia cuantitativa, con la metodología formalmente expuesta en el libro de referencia.

⁴⁹ El antiguo GATT y la actual OMC, en su permanente cruzada por eliminar las trabas al comercio, han contribuido a extender a escala internacional la vigencia de la «Regla del Notario». En el caso del comercio que ahora nos ocupa, la valoración de las mercancías por su mero coste de obtención, es decir, haciendo abstracción de la «mochila de deterioro ecológico» que conllevan, unida a la creciente especialización, es también fuente de deterioro ecológico y polarización social y territorial. En NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico... op. cit.*, 1999, se establecen criterios para evaluar el coste físico completo que arrastra la obtención de los productos como primer paso para paliar, con el establecimiento de normas adecuadas, la actual asimetría entre coste físico y valor monetario que recoge la «Regla del Notario». Consideramos que el establecimiento de este tipo de normas permitiría extender la práctica del comercio internacional sobre bases ecológicas y sociales más saludables que las actuales.

⁵⁰ Nos referimos aquí a los famosos «dragones» asiáticos. Aparte de constituirse en región privilegiada por parte de la política exterior y tecnológica estadounidense en la época de la guerra fría, y de basar su proceso de expansión y crecimiento económico en el fuerte peso del Estado, la orientación exportadora y el ahorro interno para financiar las inversiones (todo ello con un coste social nada despreciable), es fácil ver que su proceso industrializador ha sido especialmente intensivo en energía y materiales para alimentar sus industrias transformadoras. Como indicador de esa intensidad energética, baste recordar que, en 2000 dicha región fue la tercera receptora de importaciones de petróleo en todo el mundo con casi el 20 por 100 del total (303 millones de toneladas). Vid. *BP Statistical Review of World Energy, 2001*.

⁵¹ A las dificultades de los países pobres han contribuido también las políticas comerciales de apoyo al sector agrario de los países ricos, inundando los mercados internacionales con los excedentes generados y hundiendo consecuentemente los precios.

⁵² Esta afirmación requiere de alguna aclaración. Desde el momento en que la mayoría de los recursos implicados en el comercio de industrias extractivas son *no renovables* es lógico que el comercio detraiga de una parte lo que proporciona a la otra. Es en este sentido en el que el comercio internacional supone un juego de suma cero. Ahora bien, la acción de la ley de la entropía sobre la energía y los materiales intercambiables y su consiguiente cambio de estado (de disponibles a no disponibles) hace que en términos físicos el comercio acabe en un juego de suma negativa.

⁵³ Véase, por ejemplo: MARTÍNEZ ALIER, J., y ROCA JUSMET, J., *Economía ecológica y política ambiental*, México, FCE, 2000, pp. 418 y ss. En la misma línea: MURADIAN, R., y MARTÍNEZ ALIER, J., «Trade and environment: from a "southern perspective»», *Ecological Economics*, 36, 2001, pp. 281-297. También, y utilizando el concepto de huella ecológica como criterio definitorio de los intercambios «ecológicamente desiguales», tiene interés: ANDERSSON, J. O., y LINDROTH, M., «Ecologically unsustainable trade», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 113-122.

⁵⁴ MURADIAN, R., y MARTÍNEZ ALIER, J., «Trade and environment: from a “southern perspective», *op. cit.*, p. 289. Con mayor detenimiento estadístico, en un trabajo que sirvió de base al anterior artículo: MURADIAN, R., y ALIER, J. M., «South-North Materials Flow: History and Repercussions to the Environment», *Vienna Conference of Ecological Economics*. Mimeo, 1999.

⁵⁵ *Ibidem*.

⁵⁶ MURADIAN, R.; O'CONNOR, M., y MARTÍNEZ-ALIER, J., «Embodied pollution in trade: estimating the “environmental load displacement” of industrialized countries», *Ecological Economics*, 41, 2002, pp. 55-67.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 63.

⁵⁸ GILJUM, S., y HUBACEK, K., *International trade, material flows and land use: developing a physical trade balance for the European Union*, IAASA, Interim Report, 2001.

⁵⁹ En este caso incluida la erosión también BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total material requirement of the European Union*, European Environmental Agency, Technical Report, 55, 2001.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 12.

⁶¹ MURADIAN, R., y MARTÍNEZ-ALIER, J., «Trade and environment...», *op. cit.*, p. 290-291.

⁶² Un libro útil para analizar el sector exterior desde el punto de vista de la contabilidad nacional hasta mediados de los ochenta es el de JAIME REQUEJO, *Introducción a la Balanza de Pagos de España*, Madrid, Tecnos, 1985. Más sintético, entre la ya copiosa literatura, y con un recorrido panorámico hasta comienzos de los años noventa, el artículo de ALONSO, J. A., «El sector exterior», en: GARCÍA DELGADO, J. L., (dir.), *España, economía*, Espasa-Calpe, 1993, pp. 383-478 (última edición en 2003). Para los años posteriores, del mismo autor, en colaboración con Vicente Donoso: «Sector exterior: apertura económica y líneas de especialización», en GARCÍA DELGADO, J. L., (dir.), *España, economía: ante el siglo XXI*, Madrid, Espasa, 2001, pp. 207-239.

⁶³ No obstante, a la hora de hacer ejercicios de este tipo, conviene tener presente que, en general, las cifras de producción y comercio no son directamente comparables ya que, por un lado, las estadísticas del PIB miden la suma de valores añadidos, mientras que las del comercio se realizan en valores de venta brutos correspondientes a las transacciones, incurriendo en procesos de doble contabilización.

⁶⁴ Ministerio de Economía, (varios años): *Sector Exterior*, Madrid.

⁶⁵ Estos análisis los hicimos ya en su día para el conjunto de la economía mundial y las relaciones comerciales entre los países «ricos» y los «pobres» para los años 1980-1990. *Vid.* NAREDO, J. M., y VALERO, A., (dirs.), *Desarrollo económico...*, *op. cit.*, caps. 25 y 26.

⁶⁶ La *Balanza de Pagos* elaborada por el Banco de España contabiliza todas las transacciones según el criterio FOB y la discrepancia en el valor de las importaciones entre el criterio CIF y el FOB se sitúa en torno al 4 por 100 del valor.

⁶⁷ Entre los que hicieron aflorar la paradoja de Leontief destacan por su carácter pionero: DONGES, J. B., «La configuración de la exportación española», *Información Comercial Española*, 481, 1973; y GAMIR, L., *El comercio exterior de España*, Moneda y Crédito, Madrid, 1973. Más tarde, BAJO, O., y TORRES, A., confirmaron también este resultado para 1975 y 1980 diferenciando los flujos exportados e importados entre países desarrollados y en desarrollo. Véase: «Contenido factorial y abundancia revelada de factores en el comercio exterior de España, 1975 y 1980», *Información Comercial Española*, 672-673, 1989, pp. 9-26. También aparece la «paradoja de Leontief» cuando restringimos aún más el ámbito geográfico, pues la contrastación del modelo para el caso del comercio España-Mercosur en 1990 evidencia que la economía española se muestra relativamente más abundante en capital humano y menos en capital físico. Véase: TARTAL, A., «Contenido factorial y comercio España-Mercosur», *Información Comercial Española*, 782, 1999, pp. 35-45.

⁶⁸ Como ejemplo de confirmación parcial de la restrictiva hipótesis de Heckscher-Ohlin para 1970 puede consultarse el artículo de Jiménez RIDRUEJO, Z., y MARTÍN PALMERO, F., «Una estimación estática de los factores determinantes de la especialización en el comercio exterior», *Investigaciones Económicas*, 13, 1980. También, en el mismo sentido, pero diferenciando las corrientes comerciales entre países desarrollados o en desarrollo para 1980: FARIÑAS, J. C., y MARTÍN, C., «Ventaja comparativa y proporción de factores en el comercio español de productos manufacturados», *Investigaciones económicas*, vol XIV, (2), 1990, pp. 269-290. David Rodríguez hace una revisión de las contrastaciones empíricas de la hipótesis Heckscher-Ohlin, aportando su propia estimación para 1985 que vendría a confirmar el modelo convencional. Véase: «Contenido factorial del comercio español de manufacturas: nueva evidencia», *Investigaciones económicas*, vol. XVI, (2), 1992, pp. 317-326.

⁶⁹ A lo que llega Iván López utilizando los datos de la TIO-95 en su trabajo de 2001: «Contenido factorial del comercio exterior español», *Información Comercial Española*, 794, pp. 91-101.

⁷⁰ Los primeros trabajos para los años setenta de BUENO, J., y GARCÍA, J. M., «El comercio intrasectorial internacional en España», *Información Comercial Española*, 134, 1978; y de CARBAJO, A., y CARBAJO, R., «Las dimensiones del comercio intraindustrial en la economía española», *Información Comercial Española*, 604, 1983, así lo atestiguan para diferentes niveles de desagregación de la nomenclatura CUCI, comparándolos también con los países de nuestro entorno.

⁷¹ ALONSO, J. A., «El sector exterior», *op. cit.*, p. 430.

⁷² Véase: FARIÑAS, J. C., y MARTÍN, C., «Ventajas comparativas...», *op. cit.*

⁷³ ALONSO, J. A., «El sector exterior», *op. cit.*, p. 424.

⁷⁴ El reflejo monetario de este comercio, para el caso de España-Mercosur, puede seguirse por el trabajo de TARTAL, A., «Contenido factorial...», *op. cit.*, pp. 40 y ss.

⁷⁵ Al tomar sectores muy agregados, como en este caso, la cifra de comercio intraindustrial monetaria supera ampliamente el 50 por 10. De hecho, cuando se incrementa el número de sectores el índice se sitúa en torno al 60-65 por 100, como ponen de relieve los trabajos citados páginas atrás.

⁷⁶ Con este elemento se quiere poner de manifiesto las diferencias en cuanto a «calidad» en la mano de obra. Para su medición se suele acudir a las disparidades salariales entre los diferentes sectores productivos.

⁷⁷ LÓPEZ, I., «Contenido factorial...», *op. cit.*, pp. 98-99. Tartal, en su trabajo ya citado de 1999 sobre el comercio España-Mercosur alude precisamente a la importancia de estos sectores para explicar la paradoja de Leontief y «...el carácter erróneo del supuesto de partida [del modelo convencional] que consideraba la economía española como abundante, en términos relativos, en capital físico respecto del trabajo frente al Mercosur». (*op. cit.*, p. 41)

⁷⁸ Esto lo ha demostrado para el período 1985-1996 Carmen Díaz Mora en un reciente artículo: «La ventaja comparativa como determinante del patrón de comercio intraindustrial vertical: evidencia para la Unión Europea», *Información Comercial Española*, 796, pp 55-65.

⁷⁹ Es sabido que la relación de intercambio usual compara el índice de precios de las exportaciones con el índice de precios de las importaciones para el país en cuestión. Aunque «heterodoxamente», nos hemos permitido hacer este ejercicio con el tonelaje pues, pese a todo, la tendencia mostrada por los números índices es muy similar a la plasmada en el Gráfico 7.13.

⁸⁰ CARPINTERO, O.; ECHEVARRÍA, S., y NAREDO, J. M., «Riqueza real y riqueza financiera: el papel de los flujos financieros en la generación y distribución de la capacidad de compra sobre el mundo», en: NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, *op. cit.*, 1999, pp. 349-381.

⁸¹ Como se pone de relieve en el caso de los productos agroalimentarios en 2000, donde el valor monetario de los productos exportados, aunque menores en tonelaje, ha arrojado un excedente allí donde la contabilidad física registra un déficit de 7,6 millones de toneladas.

⁸² Para hallar el déficit comercial se han tomado las cifras de la Balanza de Pagos como forma de homogeneizarlas con la cuenta de turismo y viajes. De tomar como cifra del desequilibrio comercial la ofrecida por la Dirección General de Aduanas, la capacidad de compensación de los ingresos por turismo sería menor; habida cuenta las modificaciones metodológicas introducidas por el 5.º Manual de Balanza de Pagos a la hora de computar ciertas operaciones.

⁸³ Incluso el dato para 2001 muestra un ascenso de España hasta el segundo puesto con 49,5 millones de visitantes, superando a Estados Unidos. Véase: Ministerio de Economía, *Sector Exterior*, Madrid, 2002, p. 46.

⁸⁴ Así lo refleja el tamaño de la rúbrica «Inversión en Inmuebles» por parte de extranjeros que, como haremos notar en el próximo capítulo, en el primer quinquenio de la década de los setenta rondó el 50 por 100 de la inversión extranjera en nuestro país. Véase: Banco de España, (varios años): *Balanza de Pagos*, Madrid. Un aspecto éste que ya era apuntado a finales de los setenta por los estudiosos de la inversión extranjera en España: «De alguna manera cabe pensar —afirma Ángel Martínez González-Tablas— que la inversión en inmuebles ha podido ir unida al auge del turismo y a la coyuntura expansiva en los países europeos, que aumentaba la capacidad inversora de los particulares en viviendas de “sol y vacaciones”». Véase: *Capitalismo extranjero en España*, Madrid, Cupsa, p. 96.

⁸⁵ Véase: BBVA, *Situación inmobiliaria*, Marzo, 2002, p. 6.

⁸⁶ Para una crítica exhaustiva y bien fundamentada, pueden consultarse los trabajos incluidos en el volumen coordinado por ARROJO, P., (coord.): *El Plan Hidrológico Nacional a debate*, Bilbao, Bakeaz.

⁸⁷ Instituto Español de Emigración, *Datos sobre la emigración española*, Madrid. Cfr. REQUEJO, J., *Introducción a la Balanza...*, *op. cit.*, 1987, p. 130.

⁸⁸ El antiguo sistema de balanza de pagos diferenciaba entre «remesas de emigrantes» para las transferencias inferiores a 50.000 pesetas, reservando las «transferencias de capital de emigrantes» para aquellas que superaban dicha cantidad.

⁸⁹ REQUEJO, J., *Introducción...*, *op. cit.*, pp. 131-133.

⁹⁰ Esta transformación se puede realizar fácilmente computando los días que, por término medio, dura la estancia de los turistas y aplicando un coeficiente reductor proporcional al tiempo disfrutado. A modo simplemente orientativo, en los cálculos que aquí se presentan, se ha supuesto una estancia media de 7 días que es la registrada en las Islas Baleares, principal destino del turismo extranjero en nuestro país. Véase. Ministerio de Economía, *Sector exterior*, Madrid, Anexo, 2002, p. 108.

8

Del medio ambiente físico al «medio ambiente financiero» como palanca para consolidar la economía de la «adquisición»

«...mi protesta principal contra la economía ortodoxa es que confunde la sustancia con su sombra. Confunde la riqueza con la deuda y es culpable de la misma equivocación que la vieja señora que, al quejarse su banquero de que su cuenta estaba al descubierto, rápidamente le envió un cheque sobre esta misma cuenta para cubrirlo».

FREDERICK SODDY¹

«Keynes dijo que todo lo que sea físicamente posible podrá, con un poco de imaginación, ser financieramente posible. ¡Habremos convertido este acertado dicho en el inverso erróneo de que todo lo que es financieramente posible, o aún conveniente, tiene que ser físicamente posible?».

HERMAN DALY²

I. LA NECESIDAD DE AMPLIAR HACIA LO FINANCIERO LA REFLEXIÓN ECONÓMICO-ECOLÓGICA

Ya hemos analizado cómo los desequilibrios físicos observados en el análisis de las relaciones comerciales aparecen poco tratados y frecuentemente escamoteados a la reflexión económica convencional. Sin embargo, en España, fundamentalmente a partir del segundo quinquenio de los ochenta, los movimientos financieros a corto plazo, con un fuerte componente especulativo y las inversiones y préstamos recibidos del resto del mundo cobrarán protagonismo como mecanismo equilibrador de los desajustes físicos. Pues sin dejar de ser receptor neto de capitales, las transformaciones sufridas por la economía española en la última parte de la década de los noventa —al calor de la burbuja inmobiliaria y bursátil— han introducido elementos novedosos que obligan a llegar hasta el año 2000. Así pues, parece razonable reconducir ahora el camino para ampliar la perspectiva y centrarnos en los aspectos *financieros* que subyacen a las relaciones comerciales y que actúan como las lógicas contrapartidas en aquellas ocasiones en que

ni siquiera los saldos estrictamente monetarios son capaces de compensar los desajustes. Creemos que no es posible ignorar los aspectos financieros, dado que resultan cada vez más importantes a la hora de estudiar los procesos de dominación económica y de deterioro ecológico que se observan en el mundo. Lo ocurrido en el campo de lo financiero contribuye a acelerar las tendencias que apuntan hacia la polarización social y el deterioro ambiental, por lo que no cabe corregir estas tendencias haciendo abstracción de cómo se genera y distribuye la capacidad de compra sobre el mundo. Por tanto, lejos de ser ésta una preocupación baladí, la generación de plusvalías y su influencia sobre la riqueza real y financiera de los agentes hace que tal ampliación en el objeto de estudio sea necesaria para abarcar, «...no sólo un “medio ambiente” físico, sino también otro financiero, que han venido escapando a la cortedad de miras de los enfoques económicos usuales»³. Ya que la economía convencional hace un flaco favor al análisis olvidando la dimensión ambiental, en el mismo error podría caer el enfoque aquí defendido si olvidara la dimensión o medio financiero y su influencia en la gestión y adquisición de los recursos. Sobre todo por dos razones que, como veremos, están estrechamente vinculadas. Una externa, esto es, el efecto y las mutaciones producidas en nuestras relaciones económicas con el resto del mundo, y otra de índole más doméstica, como son las consecuencias de las sucesivas «burbujas» y «booms inmobiliario-financieros» que ha padecido la economía española en los últimos casi veinte años.

En ambos casos se pondrá de manifiesto la importancia de la esfera financiera como palanca con la que afianzar el ya mencionado paso desde la economía de la «producción» hacia la economía de la «adquisición», registrando esta vez la evolución de las principales partidas y agentes que conforman tanto la Balanza de Pagos como los elementos patrimoniales recogidos en el *Balance Nacional* de nuestra economía⁴. No en vano, desde el punto de vista internacional, el seguimiento de los flujos de inversión extranjera recibida y otorgada, así como la posición financiera neta de España permitirá diferenciar el tránsito aludido, sobre todo en el último quinquenio de la década de los noventa. El espectacular incremento —con cargo a la cuenta de resultados de importantes empresas españolas— de las inversiones directas y en cartera en países latinoamericanos y en el resto de la UE entre 1995 y 2000 así lo atestigua. Por esta razón, el proceso de recomposición del papel español en la esfera internacional pasará, a finales del siglo XX, por fomentar la apropiación *directa* de recursos naturales y actividades productivas más allá de nuestras fronteras, utilizando para ello mecanismos financieros como las fusiones y adquisiciones espoleadas desde hace tres lustros por los mercados internacionales.

Desde la entrada de España en la CEE, nuestro país ha sido testigo de sucesivos episodios de auge y declive económicos en los que han tenido especial importancia los aspectos patrimoniales, fomentando el célebre desajuste entre la esfera «real» y la financiera de la actividad

económica, en un proceso en el cual el crecimiento del valor de los activos reales (inmuebles) y financieros —en especial las acciones y otras participaciones— ha sido muy superior al experimentado por las variables ordinarias vinculadas con la producción, el consumo o la inversión. *En cierta medida, este proceso de «financiarización» ha redundado en una falsa señal de «desmaterialización» económica, al registrar un crecimiento desmesurado de la «economía del papel» y difundir una imagen de expansión de una riqueza que al decir de Frederick Soddy, podríamos denominar «virtual», pues refleja, en el fondo, un incremento desenfrenado de la deuda. Pero sobre esto volveremos en las reflexiones finales que cerrarán el capítulo.*

Antes cabe subrayar la paradoja de que, a pesar de la declarada vocación crematística de los Sistemas de Cuentas Nacionales, sólo recientemente se observan intentos por insertar en ellos estos aspectos patrimoniales que tradicionalmente han escapado a la red analítica convencional de los macroeconomistas. En vista de la importancia que el ámbito de lo inmobiliario-financiero ha alcanzado en los últimos tiempos, no parece razonable que las estimaciones realizadas habitualmente sobre el PIB o la Renta Nacional no tomen en consideración los ingresos monetarios obtenidos por la compra-venta de activos tanto financieros (acciones y obligaciones), como reales (fundamentalmente los inmobiliarios), cuando se ha venido demostrando que éstos suponen, cada vez más, un porcentaje elevado de las rentas que perciben los agentes económicos, explicando, a través del denominado «efecto riqueza», una fracción significativa de su consumo y «poder adquisitivo».

En lo que sigue, dedicaremos el segundo epígrafe a dar cuenta de los rasgos principales que han llevado a la economía española a convertirse en un receptor neto de capitales y recursos financieros centrándonos en las consecuencias recientes de su utilización. Después, en el tercer punto, recaeremos sobre las asimetrías económico-financieras y las consecuencias, tanto de las sucesivas burbujas inmobiliario-financieras, como del auge de lo «inmaterial» que suelen conllevar. Lo que nos permitirá, al final, relatar algunos intentos, «ecológicamente» fundamentados, por estrechar los lazos entre la realidad material de la riqueza colectiva y su reflejo financiero.

2. LA ECONOMÍA ESPAÑOLA COMO «ATRACTORA» DE CAPITALES Y RECURSOS FINANCIEROS PARA COMPENSAR EL DÉFICIT: LA NECESIDAD DE REHABILITAR «VIEJOS» ANÁLISIS Y ENFOQUES

Recordábamos en el capítulo anterior que la Teoría de la Ventaja Comparativa como explicación de los intercambios comerciales internacionales incorporaba un supuesto que, con el

tiempo, se convertiría en el verdadero talón de Aquiles que resquebrajaría este edificio teórico, a saber: la ausencia de movilidad factorial entre los países que comercian. Según esta hipótesis, ni la mano de obra ni el capital pueden emigrar de un país a otro ya que en caso contrario el intercambio no se guiaría por la ventaja comparativa, ni existirían las ganancias preconizadas por la teoría. Si el capital (como actualmente ocurre) se mueve libremente a través de las fronteras en busca de la máxima rentabilidad y modifica, de esta forma, la dotación de factores productivos entre los diferentes países, la inversión comercial no se conduce entonces por criterios de rentabilidad relativa sino que, al contrario, acudirá a la llamada de la rentabilidad absoluta. Lo que llevaría a la desaparición, casi por completo, de aquellos tiempos en los que los capitalistas, al decir de David Ricardo, se guiaban por «la fuerza de la comunidad» que los impulsaba a mantener su dinero en el país natal aunque en el extranjero pudieran obtener mayores beneficios. De la emancipación que el capital ha experimentado respecto de las ligaduras que lo retenían en los territorios nacionales dan cuenta los datos sobre el origen y destino de la inversión extranjera a nivel internacional⁵. Los flujos de inversión privada y los préstamos procedentes del exterior han sido un punto clave en las relaciones entre España y el resto del mundo, y necesarios para equilibrar la situación deficitaria desde el punto de vista estructural, tal y como revela la Tabla 8.1.

Tabla 8.1.
Saldos de la balanza de pagos de la economía española, 1965-2000
(miles de millones de pesetas)

	1965	1975	1985	1991	1995	2000
B. Comercial	-101,3	-411,2	-992	-3.159,2	-2.289,5	-6.285,6
B. Servicios	58,89	174,4	1064,2	1.257,3	2.318,5	4.033,7
B. Transferencias	17,84	65,6	187,9	270,3	581,3	254,1
B. Rentas	n.a	n.a	n.a	-444,9	-516,6	-1495,0
B. Cuenta Corriente	-24,57	-175	260,1	-2.076,5	93,6	-3.492,7
B. Capital a LP	11,77	137,16	-273,3	n.a	n.a	n.a
B. Capital a CP e Instit. Bancarias	1,8	48,91	-323	n.a	n.a	n.a
Variación de reservas	7,43	11,48	371,1	n.a	n.a	n.a
<hr/>						
B Capital	n.a	n.a	n.a	352,7	744,2	861,9
B. Financiera	n.a	n.a	n.a	1.831,5	-188,2	3.543,9
Errores y omisiones	-3,57	22,55	34,9	-107,7	-649,6	-913,1

n.a. = no aplicable como consecuencia del cambio metodológico.

Fuente: Banco de España, (varios años): *Balanza de Pagos*, Madrid.

Cabe recordar que, por lo que hace a los flujos de inversión extranjera, éstos se han venido diferenciando, según su carácter permanente o especulativo, en dos grandes apartados: inversión *directa* y en inmuebles, o en *cartera* que, con cambios, se han mantenido en las sucesivas modificaciones metodológicas de la balanza de pagos⁶. La diferencia fundamental entre estas dos categorías estriba en que el mecanismo de la inversión extranjera directa suele implicar la apropiación de industrias y recursos, o bien el control sobre la administración de la empresa objeto de inversión⁷; mientras que los flujos de *cartera* únicamente se acomodan a la participación en el capital social y responden, en lo esencial, a una estrategia a corto plazo de diversificación de riesgos entre diferentes activos financieros.

La posición subsidiaria de nuestro país en el escenario mundial a lo largo de casi todo el período considerado hacía que el análisis se realizara en el sentido de las *entradas de capital*, habida cuenta que las salidas de flujos financieros hacia el resto del mundo eran comparativamente muy inferiores. Cabe advertir que, hasta hace relativamente pocos años, el estudio de la inversión extranjera en España se realizaba fundamentalmente en conexión con el desarrollo y consolidación del entonces llamado «capitalismo monopolista» a escala internacional que infringía importantes costes sobre los países destinatarios en términos de dependencia económica, política y social. Esto obligaba a orientar la reflexión sobre la inversión extranjera más allá de las puras decisiones sobre asignación óptima de recursos que el enfoque convencional no estaba dispuesto a admitir. Como se recuerda en uno de los análisis más sistemáticos de finales de los setenta: «Por su origen e implicaciones, por las fuerzas que la impulsan y las variables que la condicionan, la I.E [inversión extranjera] no puede entenderse en términos limitados de factores de producción, ni de optimalidad en la distribución de recursos generada por el juego espontáneo y ciego del sistema. La I.E. remite de forma ineluctable al papel ideológico, a la estructura y juego del aparato político... y [tiene] un *inequívoco carácter monopolista*, la protagonizan los grandes monopolios del mundo desarrollado, es en definitiva una forma bajo la que se desarrolla la competencia entre ellos. Por lo tanto, *no es interpretable como un simple movimiento de capital* estimulado por diferencias en las tasas de interés. Supone compromiso empresarial, gestión, control y un cierto tipo de enraizamiento»⁸.

Por lo que toca a nuestro país, y aunque se tiende a olvidar, cabe recordar, en efecto, que los análisis certeramente críticos de los años setenta⁹ pusieron el acento sobre estas cuestiones haciendo aflorar el interés, no sólo interno, sino también la influencia *externa* a la hora de favorecer nuestras transacciones con otros territorios, dando pie a la liberalización de los intercambios de mercancías y de capitales operada a partir de 1959. Como señalan Muñoz, Roldán y Serrano: «Nada puede entenderse del cambio económico de 1959 al margen de las *presiones ejercidas por destacados grupos de capital financiero que se ven progresivamente forzados*, por las pro-

pías circunstancias —ligadas a una incapacidad técnica y económica prácticamente absoluta— a establecer contactos crecientes con el exterior y dar paso a la entrada masiva de capital y la técnica extranjera. Estas presiones *internas* van a verse favorecidas —siendo éste un aspecto absolutamente esencial para la comprensión del proceso— por la propia *fase expansiva del capitalismo internacional* de aquellos momentos dispuesto por una parte, a ofrecer excedentes tecnológicos y financieros, y, por otra, a demandar importantes contingentes de fuerza de trabajo para el sostenimiento de sus procesos productivos. A este respecto la presión ejercida por el entonces “centro hegemónico” del capitalismo internacional, es decir, por el *capitalismo norteamericano*, fue también decisiva en el contexto de una *estrategia de largo alcance*, iniciada años atrás con los pactos político-militares de 1953, que obtiene ahora —con la nueva orientación— su consolidación definitiva»¹⁰.

Pero aparte de que, sobre todo en la última década, los flujos de inversión extranjera hayan experimentado variaciones cuantitativas y cualitativas, también se ha producido un llamativo cambio en el *enfoque* y la consideración teórica del propio capital extranjero en nuestro país. De las manifestaciones críticas recogidas en los años setenta apenas queda rastro entre la literatura económica sobre las inversiones directas y en cartera de los últimos quince años. Se ha consolidado, en cambio, un análisis que deja de lado cualquier juicio acerca de las relaciones de poder involucradas en los procesos de inversión extranjera y la redistribución de la propiedad y capacidad de compra sobre el resto del mundo que conllevan, intentando explicar *exclusivamente* los flujos de inversión en función de variables estrictamente «económicas» como el PIB *per capita*, la tasa de inflación, el tipo de cambio o las barreras comerciales¹¹. Justamente el enfoque que años atrás se venía denunciando como claramente insuficiente para la comprensión de los procesos ha conseguido desplazar al resto de consideraciones. En los últimos tiempos, la excesiva unilateralidad anterior se ha complementado con las aplicaciones a España de la «nueva geografía económica» en un afán por contrastar el modelo de las ventajas comparativas en la localización de las inversiones extranjeras en nuestro país a nivel de Comunidades Autónomas con diferentes dotaciones y renta *per capita*, así como las relaciones «positivas» entre los procesos de integración económica y el auge de la inversión extranjera directa¹².

2.1. La evolución de las inversiones en propiedad por parte de los no residentes: Venta de patrimonio neto al resto del mundo

Pero vayamos ya al análisis e implicaciones de los flujos de capital que, globalmente, podemos diferenciar en dos grandes apartados: *inversiones en propiedad y préstamos*. Ambos tendrán

Tabla 8.2.
Flujos de inversión extranjera en propiedad en España, 1960-2000
 (ingresos netos acumulados en miles de millones de pesetas corrientes)

	TOTAL	Directa	%	Cartera	%	Inmuebles	%
1960-1970	143,2	80,2	56,0	27,0	18,9	36,0	25,2
1971-1973	144,7	55,4	38,3	11,4	7,9	77,9	53,8
1974-1977	136	76	56,1	-13	-9,3	72	53,1
1978-1985	1.608	808	50,2	148	9,2	653	40,6
1986-1989	4.452	1.795	40,3	1.675	37,6	982	22,1
1990-1995	18.606	6.372	34,2	11.290	60,7	943	5,1
1996-2000	35.287	10.812	30,6	22.488	63,7	1.987	5,6
1960-1985	2.031,9	1.019,4	50,2	173,9	8,6	838,6	41,3
1986-1989	4.452	1.795	40,3	1.675	37,6	982	22,1
1990-2000	53.893	17.185	31,9	33.778	62,7	2.930	5,4
1961-2000	60.377	19.999	33,1	35.626	59,0	4.751	7,9

Fuente: Elaboración propia con datos de la Balanza de Pagos.

relevancia a la hora de equilibrar financieramente el déficit de nuestra balanza por cuenta corriente, aunque dada la naturaleza de este capítulo prestaremos mayor atención a la primera categoría. Dejando al margen, de momento, los movimientos de capital vinculados con préstamos tanto públicos como privados, las Tablas 8.2., 8.3., y 8.4., ofrecen valiosa información sobre la evolución de aquellos flujos de inversión (directa, en cartera y en inmuebles) vinculados con la propiedad de activos reales y financieros¹³.

Desde el punto de vista de las inversiones extranjeras en España, parece evidente que, desde los años sesenta, cabe diferenciar dos etapas fundamentales cuyo eslabón central viene marcado por la entrada de España en la CEE a mediados de los ochenta, y la homologación de nuestro régimen jurídico en esta materia con el vigente en la actual Unión Europea¹⁴. En todo caso, con independencia de las modificaciones legales en el registro de las inversiones a lo largo del tiempo —que han sido importantes— y las diferencias metodológicas en las fuentes de información (Balanza de Pagos y Registro de Inversiones Extranjeras) que arrojan resultados no siempre comparables¹⁵, a los efectos que aquí nos interesa, cabe subdividir a su vez el segundo período en dos etapas destacando sobre todo la que tiene que ver con el último quinquenio de la década de los noventa. Razónando con estas coordenadas, la Tabla 8.2. muestra que los años transcurridos entre 1960 y 1985 presentan un dominio global de la inversión *directa* en el conjunto de la inversión en propiedad, con el 50 por 100 de los flujos totales, habida cuenta las «buenas» condiciones que en términos de «estabilidad política», bajo coste laboral y mano de obra disciplinada presentaba la economía española.

Aunque el punto de inflexión fundamental en la tendencia de la inversión extranjera es 1986, se puede decir que, en lo tocante a la inversión *directa*, ya los primeros años de la década de los ochenta ofrecen una variación singular en cuanto a los destinos sectoriales de la misma y al origen de los países emisores. Mientras que en los veinte primeros años, esto es, hasta 1979, casi el 75 por 100 de los flujos iban destinados a los sectores químico y farmacéutico, transformaciones metálicas y comercio-hostelería, a partir de 1982 el capital extranjero comenzará a tomar posiciones en el sector servicios, y particularmente el sector financiero, multiplicando su participación relativa por más de cinco, de cara a la futura incorporación de nuestro país a la CEE. Esta transformación se hará incluso más evidente a finales de la década de los noventa, tal y como ilustra la Tabla 8.3. Así, España ratifica en el ámbito de los flujos de capital el comportamiento descrito por la Regla del Notario. Mientras su nivel de «desarrollo» era relativamente bajo y se prestaba como abastecedora de materias primas de aquellos países más industrializados, la inversión extranjera en España intentaba precisamente adquirir aquellos sectores primarios exportadores (minería y primeras transformaciones). Sin embargo, *a medida que la propia economía española iba ascendiendo hacia los tramos más elevados de la «curva del notario» en el que los procesos de comercialización, distribución y servicios se hacían más relevantes, el patrón de la inversión directa*

Tabla 8.3.
Destino sectorial de la inversión directa extranjera en España, 1960-2000
(porcentajes acumulados para cada período)

	1960-1979	1980-1985	1986-1992	1993-1995	1996-2000
Agricultura	0,5	3,9	1,1	1,2	0,2
Energía y agua	0,5	0,3	2,5	1,3	1,1
Minería y productos químicos	27,8	16,5	15,5	10,2	0,2
Transformaciones metálicas	33,5	29,0	11,4	(a)	(a)
Otras industrias manufactureras	14,4	16,5	14,4	27,2	1,3
Construcción	1,6	1,1	1,1	1,5	1,6
Comercio y hostelería	17,8	15,5	14,0	15,1	4,1
Transporte y comunicaciones	0,6	1,0	1,3	2,8	28,1
Sector financiero, seguros e inmobiliario y ETVE (b)	3,4	15,2	37,8	39,6	60,2
Otros servicios	0,0	1,0	1,0	1,2	1,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) Incluido en «otras industrias manufactureras». (b) Empresas de Tenencia de Valores Extranjeros (ETVE).

Nota: Véase más adelante para las diferencias entre las diversas fuentes de contabilización de la inversión extranjera.

Fuente: Hasta 1992, Duce Hernando, M., (1995): «El impacto de la integración en la UE sobre la inversión internacional directa en España», *Papeles de Economía Española*, 63, p. 203. Para 1993-2000, elaboración propia sobre datos del Registro de Inversiones de la Dirección General de Comercio e Inversiones del Ministerio de Economía: *Inversiones Extranjeras en España*. Madrid.

Tabla 8.4.
Origen geográfico de la inversión directa extranjera en España, 1960-2000
(porcentajes)

	1960-1979	1980-1985	1986-1992	1993-1995	1996-2000
OCDE	94,6	76,1	74,6	94,6	93,8
UE	37,7	40,5	61,4	81,4	62,2
Estados Unidos	33,4	17,9	4,6	9,3	35,3
Japón	0,5	3,6	2,0	1,3	-0,1
España (a)	3	12,1	21,7	(a)	(a)
Resto del mundo	2,4	11,8	3,6	5,4	6,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(a) El Registro de Inversiones Extranjeras cambió de metodología y, entre otras modificaciones, en 1998, dejó de publicar las inversiones de empresas españolas con capital extranjero mayoritario. Se han tomado los datos de la serie 1993-2000 reconstruida por la propia Dirección General de Inversiones. En todo caso véanse los comentarios más abajo.

Fuente: Hasta 1992, Duce Hernando, M., (1995): «El impacto de la integración en la UE sobre la inversión internacional directa en España», *Papeles de economía española*, 63, p. 201. Para 1993-2000, elaboración propia sobre DGCI.

se homogeneizó con el del resto de los países ricos. Como veremos, más adelante, el desembarco de la inversión española en Latinoamérica ha seguido en varios casos el mismo comportamiento soportado por la propia economía española años atrás.

Teniendo presentes las cada vez más necesarias cautelas que —dado el actual marco de perfecta movilidad de capitales desde 1992— se imponen para la correcta identificación geográfica de las inversiones¹⁶, desde el punto de vista del origen geográfico parece claro que hasta el año 1980 más de la mitad de los flujos por este concepto procedían de países no comunitarios, con Estados Unidos a la cabeza, mientras que poco tiempo después del ingreso de España en la CEE esta proporción descendió progresivamente a niveles del 20 por 100 (Tabla 8.4)¹⁷. Los mecanismos de consolidación y ampliación de la inversión extranjera ya asentada en España va a convertir *al propio territorio* en uno de los principales orígenes de la inversión extranjera directa a través de prácticas como las inversiones indirectas (también llamadas segundas inversiones) de compañías con capital extranjero mayoritario ya instaladas y que por medio de ampliaciones de capital y reinversión de beneficios afianzan sus posiciones de adquisición de propiedad en los sectores industriales y financieros, así como la influencia sobre la economía en su conjunto.

Y no se trata de algo sin importancia, pues, como se desprendía de la Tabla 8.3., las inversiones llevadas a cabo por las filiales españolas de empresas transnacionales cuadruplicaron su participación en la inversión extranjera directa pasando del 3 por 100 acumulado hasta 1979 al 12,1 por 100 en el sexenio 1980-1985, alcanzando una cifra del 25,7 por 100 sólo dos años más tarde, en 1987. Valga decir, entre paréntesis, que si bien los cambios metodológicos en la cuan-

tificación de las inversiones extranjeras recibidas obligaron a no registrar este tipo de inversiones de las empresas participadas mayoritariamente por capital extranjero, el último dato del que se dispone para la década de los noventa arroja un resultado mucho más abultado que en los años 80. *En 1998, el 45 por 100 de la inversión neta recibida había sido llevada a cabo por sociedades de este tipo¹⁸, de modo que, una vez asentado el capital extranjero en nuestro país, se convertía a su vez, ya desde dentro, en el principal origen de la inversión de no residentes.* Y hay que tener presente que este incremento en la participación de las filiales españolas, aunque «...normalmente no implican la entrada de divisas por una magnitud equivalente, sí se traducen en un incremento en los pasivos exteriores españoles»¹⁹.

Si volvemos atrás, con los datos de la Tabla 8.2 en la mano parece posible, en esta primera etapa, prescindir de los flujos de inversión en cartera por su poca importancia relativa. Lo que no parece razonable es que, ya sea desde una perspectiva crítica o más acorde con el enfoque convencional, *haya tenido tan escaso eco analítico la entrada de capitales con destino a la adquisición de inmuebles (fincas urbanas y rústicas, viviendas, etc.), muy determinante a la hora de lograr el equilibrio externo y con consecuencias importantes sobre la propiedad del patrimonio inmobiliario, financiero y de la ordenación del territorio en nuestro país.* En línea con la pobre atención prestada a las cuestiones patrimoniales lo cierto es que, salvo la cifra total de compras y ventas de inmuebles, poco ha sido lo que se ha profundizado en el análisis de la composición de la propiedad de estas fincas y edificios, así como en su influencia sobre los procesos de revalorización del patrimonio inmobiliario. La Tabla 8.2. verifica que la inversión en inmuebles acumulaba hasta 1985 el 41 por 100 de los flujos de inversión extranjera en propiedad, situándose este porcentaje por encima de la mitad de los flujos en algunos períodos determinados donde la mala coyuntura económica provocaba deshacer posiciones en inversiones con mayor nivel de riesgo destinando los fondos a la compra de bienes raíces. En el capítulo precedente llamamos la atención sobre la importancia de los no residentes en la configuración del patrimonio inmobiliario en el litoral español, habida cuenta el poderoso respaldo de renta que ofrecían la mayoría de esos turistas y los bajos precios comparativos de la economía española hasta hace escasos años.

Pasando ya a la segunda etapa, esto es, después de nuestra incorporación a la CEE, lo primero que llama la atención es el cambio drástico que se produce tanto en la intensidad de los flujos inversores como en las modalidades de propiedad que manejan los residentes para hacerse con los activos y el patrimonio de la economía española. En efecto, desde el primer punto de vista, *los 1,7 billones de pesetas que figuran, por ejemplo, como inversión directa en España en el cuatrienio 1986-1989, ya superaban en un 70 por 100 a los flujos recibidos por este concepto en los 25 años anteriores, creciendo exponencialmente durante toda la década de los noventa a una tasa media del 16,3 por 100; y de forma más pronunciada aún si nos centramos en el período 1996-*

2000, donde el crecimiento medio anual de las entradas fue del 56 por 100, culminando en 2000 con la afluencia de 6,1 billones de pesetas (adquiriendo un protagonismo hegemónico las inversión en el sector de telecomunicaciones y banca). *De hecho, los casi 11 billones de pesetas que entraron en España en el último quinquenio de los noventa, materializaban, a precios corrientes, el 54 por 100 de toda la inversión directa llegada a España desde 1960, porcentaje que sube al 85 por 100 si elegimos sólo la década de los noventa.*

Pero tal vez lo más importante, para evitar equívocos, sea señalar que en la gran mayoría de los casos la corriente inversora hacia nuestro país después del ingreso en la CEE derivó, simplemente, en la *adquisición y compra de empresas, instalaciones o inmuebles ya existentes en los sectores mencionados*; no implicando, por lo tanto, un incremento en el stock de capital de la economía o del aparato productivo de la misma. *Este mero cambio en la titularidad de los activos provocó que, para los años finales de la década de los ochenta, únicamente un tercio de los flujos de capital recibidos fueran a parar a la creación de nuevas empresas e instalaciones, mientras que los dos tercios*

Tabla 8.5.
La inversión extranjera en España como forma de adquisición de patrimonio doméstico, 1996-2000
(Porcentajes sobre el total de flujos brutos)

Razones de la inversión	1996	1997	1998	1999	2000
1. Toma de control	20,06	25,15	19,10	12,97	25,90
2. Adquisición de participación minoritaria	8,07	14,24	14,93	12,46	5,12
3. Financiar activos fijos	6,65	4,91	12,59	7,53	7,42
4. Financiar participación en empresas españolas	4,71	2,39	3,46	—	—
5. Reajuste del grupo en España	19,67	28,37	12,94	10,40	3,59
6. Reajuste del grupo en el extranjero	13,85	11,39	16,85	22,25	25,72
7. Sanear el Balance	15,20	5,07	8,61	1,81	1,40
8. Transmisión y aportación de activos en el exterior	—	—	—	29,66	30,17
9. Otros	11,15	8,43	11,52	2,91	0,69
TOTAL	100	100	100	100	100
Promemoria					
Inversión Bruta	100	100	100	100	100
Adquisición o cambio en titularidad (1 + 2 + 5 + 6 + 7 + 8)	76,85	84,22	72,43	89,55	91,90
Estimación de nueva inversión y otros (2 + 3 + 9)	23,15	15,78	27,57	10,45	8,10
Excluyendo reajustes por cambios en titularidad	100	100	100	100	100
Adquisición y distintos de nueva inversión (1 + 2 + 7 + 8)	74,22	77,83	60,73	84,49	88,54
Estimación de nueva inversión y otros (2 + 3 + 9)	26,78	22,17	39,26	15,51	11,46

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: Ministerio de Economía, *Inversiones Extranjeras en España*. Como se recordará, el Registro, después de las modificaciones metodológicas, contabiliza todas las inversiones en empresas no cotizadas y aquellas que superen el 10 por 100 del capital de las sociedades cotizadas.

restantes se dedicaron a la simple adquisición de activos y empresas preexistentes²⁰. Porcentaje que se reduce considerablemente a medida que avanzamos en la década de los noventa, donde las corrientes inversoras incrementan su volumen pero se hacen todavía más «adquisitivas» que sus predecesoras de la década de los ochenta.

No en vano, como muestra la Tabla 8.5., las inversiones destinadas a la *toma del control* de empresas españolas (compra de más del 50 por 100 del capital social) han supuesto en torno a la *cuarta parte del los flujos brutos globales*, que sumando las adquisiciones de participaciones «minoritarias»²¹ rondarían el 30 por 100 —dejando al margen años concretos como 1997, donde el porcentaje superó el 40 por 100—.

El problema aparece cuando a estas cifras se suman aquellas cuyo fin es el reajuste del grupo empresarial en España o en el extranjero que, como informa el propio Ministerio de Economía, no se puede considerar nueva inversión, sino mero cambio en la titularidad de las propiedades, cambio que se ha mantenido casi siempre por encima del 30 por 100. El montante pone de relieve la importancia que ha alcanzado la compraventa de participaciones españolas por sociedades no residentes y la posterior obtención de pingües beneficios. Estos procedimientos, al fin y a la postre, siguen siendo tributarios de la estrategia general adquisitiva descrita, con la diferencia ahora del carácter a corto plazo y especulativo con que se plantea la «realización de ganancias». Más menguado se queda aún el porcentaje que se puede considerar como nueva inversión o aportación al stock de capital del país cuando la otra gran partida, esto es, *los flujos por la transmisión y aportación de activos en el exterior* de compañías no residentes que —canalizadas muchas veces a través de las denominadas Empresas de Tenencia de Valores Extranjeros (ETVE) o «sociedades holding españolas»— evitan la doble imposición internacional incrementando la rentabilidad de este tipo de operaciones (compraventa de participaciones de empresas residentes y no residentes por parte de otras empresas extranjeras utilizando como intermediaria una empresa española). La propia forma de actuación de las ETVE, bien como holdings de varias sociedades, bien como empresas propias, hace que el negocio se plantee como la gestión en España de valores de entidades extranjeras para beneficiarse de la exención de impuestos en dividendos y plusvalías procedentes de la compraventa de participaciones. En otras palabras, el resto del mundo utiliza empresas españolas para comprar participaciones de sociedades de otros territorios incluido el nuestro, favoreciéndose de la posición ocupada por nuestro país desde el punto de vista geopolítico para penetrar tanto en el mercado español como en otros mercados más alejados²².

En resumidas cuentas, lo anterior certifica que *el montante global de inversión extranjera que podría caracterizarse como nueva inversión en aparato productivo habría caído espectacularmente en el último quinquenio del siglo xx, pasando, en términos brutos, del 23 por 100 en 1996 al 8 por 100 del año 2000*; y, excluyendo la simple transferencia de titularidad entre no residentes, el declive

sería del 26 al 11 por 100. Los datos procedentes de flujos con destino a la financiación de activos fijos (incluyendo además los otros flujos no clasificados) ofrecidos en la Tabla 8.5 dan buena fe de ello. Esto significa que, en los años finales de la década de los noventa, que fueron a su vez los más expansivos de la historia reciente, *el grueso de la inversión extranjera en nuestro país, esto es, entre el 75 y el 90 por 100, se dedicó a la simple adquisición de activos preexistentes, obteniendo por ello beneficios, tanto de la marcha del negocio ordinario, como de las plusvalías generadas por ulteriores compraventas.* La escasa atención prestada por el capital extranjero al incremento del stock de capital doméstico se puede comprobar atendiendo a los gastos de inversión dedicados a la constitución y ampliación de la dotación de sucursales en España, que cercanos al 10 por 100 a mediados de los noventa, apenas representaban el 3 por 100 en 1999, acabando el siglo con un exiguo 1 por 100²³. Como veremos más adelante, estas cifras tan abultadas se tratarán de ocultar con los resultados obtenidos por las empresas españolas en su expansión por terceros países, que al utilizar ahora la misma estrategia del capital extranjero que ellas mismas sufrieron, han modificado la tradicional posición de España como vendedora neta de patrimonio, para convertirla en compradora neta del patrimonio del resto del mundo.

Las razones que avalan el movimiento de capitales recibidos en concepto de inversión extranjera condicionan en buena medida las reflexiones sobre el destino sectorial de los mismos en los últimos veinte años. Se recordará que en los comentarios a la Tabla 8.3. ya anunciábamos la transformación que, desde mediados de los ochenta, convirtió al sector servicios y, en especial, al sector financiero, en un refugio cada vez más importante de la inversión extranjera en nuestro país. Lo que no se comentó fue la espectacular expansión de los flujos recibidos por las reseñadas ETVE. Éstas han sido prácticamente el destino del 60 por 100 de la inversión directa recibida entre 1996-2000, lo que dificulta el análisis sectorial final, aunque cuando se ha seguido el rastro de estos flujos en otros países se llega a la conclusión de que la gran mayoría de estas inversiones corresponden a empresas dedicadas a actividades comerciales en otros territorios²⁴. Desde el punto de vista geográfico, aparte de la pérdida de información relacionada con las inversiones de filiales extranjeras en nuestro país, el grueso de la inversión de no residentes se sigue canalizando desde la OCDE y, en concreto, de la UE que, aunque desciende su participación a finales de la década de los noventa en favor de Estados Unidos, mantiene la hegemonía del capital extranjero en España. Precisamente, la ganancia en porcentaje experimentada por Estados Unidos hasta el 35 por 100 de las inversiones directas entre 1996-2000 debe mucho al auge de las inversiones en las mencionadas ETVE españolas, que han sido utilizadas por la economía norteamericana como apoyo para la inversión en otros mercados comunitarios como así lo reconoce el propio Ministerio de Economía²⁵.

Desde el ángulo de la adquisición de activos por no residentes, la etapa que comienza a mediados de los ochenta viene acompañada también del protagonismo de la inversión en car-

tera que hasta entonces había tenido una participación marginal en este proceso, cuando no negativa²⁶. De suponer el 8,6 por 100 de los flujos hasta 1985, pasa a acumular, entre 1986 y 1989, el 37,6 de la corriente inversora total, superando ampliamente en las tasas de crecimiento al resto de rúbricas. Es cierto que, en ocasiones, es difícil delimitar claramente las fronteras entre la inversión en cartera y directa, sobre todo porque algunas compras de acciones registradas según el primer tipo, suelen convertirse en la base de futuras inversiones directas que acarrearán el control de la compañía por parte de los no residentes²⁷. No obstante, el componente especulativo que domina en la mayoría de estas transacciones se verifica al comprobar su volatilidad ante variaciones en indicadores como los tipos de interés, tipo de cambio o cualquier otra variable sensible al corto plazo. Su acusada influencia en el último tercio de la década de los ochenta llevó a que, en 1987, la inversión en cartera se convirtiera en mayoritaria con el 50 por 100 de las inversiones totales (compras), teniendo una especial trascendencia la adquisición de acciones de sociedades que cotizaban en Bolsa, donde el crecimiento de la demanda estuvo espoleado fundamentalmente por los no residentes que, en algún año como 1988, llegaron a suponer el 85 por 100 del volumen total negociado²⁸. El contraste tan notorio entre los valores manejados antes de 1986 y después de esa fecha se debe a la percepción, por parte de los inversores extranjeros, de la existencia de un mercado donde los títulos estaban fuertemente infravalorados, por lo que su evolución futura auguraba elevadas plusvalías. El resultado de la expansión de ambos tipos de inversión (en cartera y directa) se saldó, a finales de los ochenta, con el siguiente escenario: de las 500 grandes empresas españolas por volumen de ventas, 118 estaban participadas por no residentes en más del 50 por 100 del capital social, a lo que hay que añadir el hecho de que otras 90 contaran con una participación que, sin ser mayoritaria, era suficiente para ejercer un poder de control sobre sus estrategias²⁹. Y una vez tomadas las principales posiciones, las compras y adquisiciones se fueron amainando pues, no en vano, como se recordaba hace ya un lustro: «...cuando los grupos multinacionales llegaron a disponer de más de un tercio del capital de un sector tan atomizado como el alimentario y controlaron las principales marcas y redes de distribución, no necesitaron seguir comprando pequeños establecimientos. O cuando participan en más del 40% del capital del sector de los seguros, ya no necesitan proseguir las adquisiciones para tener asegurada una cuota importante en la futura expansión del mismo»³⁰.

La pauta seguida por el sector privado en lo referente a la inversión en cartera se verá complementada, a partir de 1987, con una presencia creciente en los mercados de títulos respaldados con la garantía del Estado (bonos, obligaciones, etc.). Al ofrecer altas remuneraciones en términos comparativos consecuencia de la política económica antiinflacionista de aquellos años, afloraron desde finales de los ochenta corrientes de fondos que se convirtieron en hegemónicas desde el punto de vista de las inversiones en cartera. La conjunción de un fuerte déficit por cuenta corrien-

te compensado —en los años en los cuales la balanza de servicios y de transferencias no fueron suficientes— por esa ingente entrada de capitales tanto privados como públicos, hizo que nuestro país fuera ejemplo de una *paradoja* oportunamente apuntada: mientras en 1991 España aparecía como el país con mayor déficit corriente de la OCDE, simultáneamente presentaba un récord de reservas de divisas (consecuencia directa de la afluencia de capitales)³¹, ofreciendo una posición de «bonanza» desconocida hasta ese momento. Como ya se ha señalado, esta paradoja, «...dice mucho acerca del injusto papel que ejerce el sistema financiero internacional en el reparto de poder económico mundial (...) Los países “hermanos” de América Latina y, en general, del Tercer Mundo consiguieron durante la década pasada [años ochenta] balanzas comerciales sistemáticamente excedentarias, sin evitar con ello el deterioro de sus monedas y sus precarias economías. Sin embargo, el poder adquisitivo de España sobre el Planeta, aumentó considerablemente situándose a las puertas del pequeño club de los poderosos, cada vez más distante de un Tercer Mundo ampliado ahora con los países del antiguo “bloque socialista” »³².

De manera también paradójica, las exigencias del esperado Mercado Único en 1993 precipitaron sin remedio el declive de comienzos de los noventa, pues la política económica de altos tipos de interés que sostenía la entrada de capitales y la cotización de la peseta dentro de los límites del SME —«controlando» además la inflación interna— se daba de bruces con los objetivos de convergencia planteados (tendencia a la igualación de tipos), y reforzaba el declive interno penalizando la inversión «productiva» doméstica al encarecer el coste del capital. Las incertidumbres e inestabilidades generadas en el Sistema Monetario Europeo entre 1992 y 1993, así como las devaluaciones sucesivas de la peseta para evitar salirse de la disciplina cambiaria llevaron a que, en 1994, la volatilidad de este tipo de flujos se saldara con una desinversión neta en cartera de 2,8 billones de pesetas. Un dato que fue precisamente el responsable de que, por primera vez en los cuarenta años que van de 1960 a 2000, las entradas conjuntas de los tres tipos de inversión en propiedad (directa, cartera e inmuebles) fueran menores que las salidas. Ni siquiera los depósitos bancarios (que arrojaron un saldo negativo), ni tampoco las cesiones temporales de activos que fueron realmente importantes ese años consiguieron que el resultado global de la variación neta de pasivos de las inversiones no fuera totalmente negativo. Solamente la acción de los *préstamos* permitió corregir la salida de capitales hacia el resto del mundo haciendo superiores las entradas de flujos con destino a España.

Así las cosas, hasta la segunda mitad de los noventa en que se produce un nuevo cambio de ciclo económico y político, no se entrará de nuevo en una senda ascendente de entrada de capitales en todas sus manifestaciones, pues el período 1994-1996 presenciara caídas importantes —de hasta el 50 por 100 en la llegada de inversión directa— y fuertes altibajos en la compra de títulos para inversión en cartera. Sin embargo, y como ya se ha analizado, la progresión en la última fase de

la década de los noventa será espectacular concluyendo el año 2000 con una entrada de inversión en propiedad récord hasta la fecha de 17,3 billones de pesetas espoleados por operaciones puntuales, de los cuales, 10,5 billones están asociados a movimientos de cartera muy vinculados a ETVE.

A esta circunstancia es preciso sumar otro hecho relevante: la entrada de flujos vinculada a la adquisición de inmuebles por parte de no residentes, que venía sosteniendo una fracción importante del déficit corriente fomentó, con ayuda de las políticas públicas, un alza considerable de precios que contribuyó a la expansión de la burbuja inmobiliaria de finales de los ochenta, haciendo, a comienzos de los noventa, menos atractiva la compra de inmuebles a los extranjeros y menguando así la corriente de fondos por este concepto. Con todo, el reflejo estadístico de este fenómeno presenta *lagunas importantes que dificultan su correcta cuantificación*. Por un lado, existe un sesgo a la infravaloración debido a la socorrida práctica de escriturar la compra-venta de inmuebles por un valor inferior al realmente abonado, evitando así un mayor coste fiscal en la operación. Pero a este factor fraudulento se suman algunos cambios normativos que desgraciadamente han redundado en un menor conocimiento de esta modalidad de inversión. En cada reforma legal, el Registro de Inversiones Extranjeras ha venido incrementando el *valor mínimo* necesario para declarar las compras de inmuebles por parte de no residentes, llegando a unos importes que en la actualidad hacen prácticamente imposible seguir el rastro a una fracción relevante como es la compra de viviendas³³. A pesar de estos escollos que han forzado a la baja la participación de la adquisición de inmuebles en el total de inversión extranjera desde 1986, los flujos absolutos destinados a este concepto aumentaron hasta 1989 con 303 mil millones de pesetas, para después menguar año a año alcanzando en 1993 el mínimo de 89 mil millones. La recuperación vino en el segundo quinquenio de la década de los noventa, de la mano del *boom* inmobiliario al que se sumó la demanda extranjera con unas compras netas de 650 mil millones de pesetas en 2000.

3. DE PAÍS «GLOBALIZADO» A ECONOMÍA «GLOBALIZADORA» DEL RESTO DEL MUNDO A FINALES DEL SIGLO XX

Conviene recordar que la simple comparación entre las Tablas 8.2. y 8.5. para la etapa 1960-1995 explica la escasa importancia histórica que ha tenido la salida de capitales españoles para colocarse en inversiones en *propiedad* por el resto del mundo. Se comprende así que, las proporciones de *más de 10 a 1* en muchos períodos entre entradas y salidas por este concepto hayan generado poca preocupación por el análisis de las inversiones españolas en el extranjero. A esta tendencia han contribuido, desde factores institucionales relacionados con el control de cambios

Tabla 8.6.
Flujos de inversión española en el extranjero según tipos de propiedad, 1960-2000
 (pagos netos en miles de millones de pesetas corrientes)

	TOTAL	Directa	%	Cartera	%	Inmuebles	%
1960-1970	6,2	5,5	88,1	0,8	12,8	-0,1	-0,9
1971-1973	10,8	10,1	93,6	0,6	5,9	0,1	0,5
1974-1977	28	24	88,2	3	11,1	0	0,7
1978-1985	353	238	67,5	114	32,4	1	0,2
1986-1989	569	438	77,1	120	21,1	10	1,8
1990-1995	4.271	2.397	56,1	1.765	41,3	108	2,5
1996-2000	49.340	21.689	44,0	27.520	55,8	131	0,3
1960-1985	398	278	69,9	119	29,9	11,0	2,8
1986-1989	569	438	77,1	120	21,1	10	1,8
1990-2000	53.611	24.087	44,9	29.285	54,6	240	0,4
1961-2000	54.578	24.803	45,4	29.524	54,1	251	0,5

Fuente: Elaboración propia con datos de la Balanza de Pagos.

y la restricción a la salida de capitales al exterior, hasta las estrategias de las propias empresas exportadoras que al vender productos generalmente primarios, no necesitaban crear amplias redes comerciales en terceros países. Por otro lado, en aquellos casos en los cuales las filiales españolas de empresas extranjeras eran las protagonistas de las exportaciones, resultaba fácil aprovechar la infraestructura que brindaba la casa matriz para penetrar el mercado foráneo sin necesidad de inversiones directas adicionales. Respecto a las inversiones en cartera, el control sobre su autorización a unas pocas empresas españolas llegó hasta 1986, y parece, en todo caso, que después de esa fecha y hasta 1990 las buenas condiciones de rentabilidad y tipos de interés que ofrecía la economía española desincentivaron la salida de capitales por este motivo³⁴.

De igual modo, la evolución de los préstamos concedidos a extranjeros ha estado muy condicionada por las particulares condiciones que regían en los mercados tanto en términos de tipos de interés como en cuanto a la posibilidad de variaciones importantes en los tipos de cambio de la peseta. Pero esta situación va a modificarse drásticamente entre 1996 y 2000. Los flujos de inversión directa y en cartera acumulados con destino al resto del mundo en esos años se multiplicaron por 10 respecto a la primera mitad de los años noventa llegando a los 49 billones de pesetas; siendo todavía mayor la proporción de capitales colocados en participaciones de cartera que incrementaron su valor en 16 veces por las mismas fechas (Tabla 8.6)³⁵.

Este rápido crecimiento, que explicaremos en breve, *produce un cambio importantísimo en la consideración de los flujos de inversión extranjera de la economía española*. Si confrontamos las variaciones netas de activos y pasivos de finales de los años noventa vemos que la tradicional situación dependiente frente al resto del mundo, en lo que atañe a las inversiones en propiedad en términos netos, se va a corregir en el último quinquenio (1996-2000) cuando las inversiones directas y en cartera en el extranjero comienzan a superar a las correspondientes de no residentes en España (Tabla 8.7.). Aunque en 1996, la entrada neta de capitales con destino a la compra de inmuebles domésticos era capaz de compensar ligeramente a las otras dos rúbricas, será a partir de 1997 cuando la salida de capitales españoles con destino a la adquisición total de propiedades de no residentes supere las entradas por el mismo concepto en casi 1,5 billones de pesetas, alcanzando en 1998 los 5 billones, y terminando el siglo con un desfase total de 3,3 billones de pesetas.

Globalmente, el quinquenio termina *así con una variación neta acumulada de activos superior a la variación neta de pasivos en 14 billones de pesetas, de los cuales el grueso viene constituido por la inversión directa que representa el 77,4 por 100 del total con 10,8 billones*. Es cierto que la inversión en cartera es más voluminosa en cuanto a los pagos netos (variación neta de activos), pero

Tabla 8.7.
Flujos de inversión extranjera neta en propiedad, 1960-2000
(variación neta de pasivos - variación neta de activos)
(miles de millones de pesetas corrientes)

	TOTAL	Directa	%	Cartera	%	Inmuebles	%
1960-1970	137,0	74,7	54,5	26,2	19,1	36,1	26,3
1971-1973	133,8	45,2	33,8	10,8	8,0	77,9	58,2
1974-1977	108	52	47,8	-16	-14,5	72	66,6
1978-1985	1.255	570	45,4	34	2,7	652	51,9
1986-1989	3.884	1.357	34,9	1.554	40,0	972	25,0
1990-1995	14.335	3.975	27,7	9.525	66,4	835	5,8
1996-2000	-14.053	-10.877	77,4	-5.032	35,8	1.856	-13,2
1960-1985	1.633,9	741,1	36,5	55,1	2,7	837,8	41,2
1986-1989	3.884	1.357	30,5	1.554	34,9	972	21,8
1990-2000	282	-6.902	-12,8	4.493	8,3	2.691	5,0
1961-2000	5.799	-4.804	-82,8	6.103	105,2	4.501	77,6

Nota: Dado que las entradas y salidas de capitales de las Tablas 8.2 y 8.5 se ofrecían en términos netos (detruidas las liquidaciones), en este caso las cifras, por su propia naturaleza serán doblemente netas.

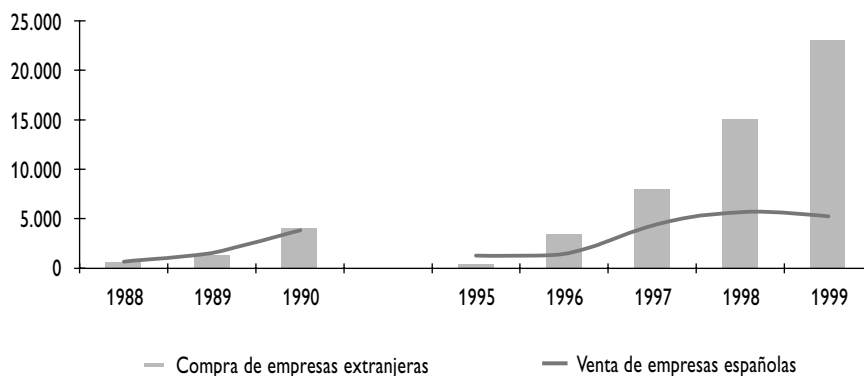
Fuente: Elaboración propia con datos de la Balanza de Pagos (varios años).

esta salida de capitales se vio compensada por la masiva entrada de flujos de no residentes (variación neta de pasivos) que en 2000 tomaron posiciones en el sector de servicios financieros y de gestión y tenencia de valores extranjeros en nuestro país. Con todo, la explosión experimentada por la inversión española en terceros países en los años finales de la década de los noventa hace que, desde el punto de vista de las inversiones directas, y considerando el período completo desde 1960 hasta 2001, *nuestra economía figure como compradora neta del resto del mundo con una salida de capitales de 4,8 billones de pesetas.*

La explicación de esta mutación en la participación del capital doméstico en el proceso de redistribución de la propiedad a escala mundial tiene mucho que ver con los cambios acaecidos en el panorama patrimonial del grupo de las empresas no financieras españolas, que aparecen íntimamente ligados al giro observado en su participación en el proceso de «globalización» en curso. Si tradicionalmente, y hasta bien consolidada la adhesión de España a la Unión Europea, habían predominado las compras netas de empresas nacionales por inversores extranjeros, en el último quinquenio ha remontado con inusitada fuerza la compra de empresas extranjeras por parte de empresas españolas. Y en la reducción de estas diferencias ha jugado un importante papel la reorganización de la propiedad empresarial a nivel mundial y el consiguiente acomodo de las sociedades españolas en este proceso.

Este paulatino acercamiento se ha visto espoleado por la, así llamada, *segunda oleada de fusiones y adquisiciones empresariales transfronterizas*³⁶ que, desde 1995 hasta la crisis financiera actual, domina el panorama de las inversiones extranjeras internacionales³⁷. Cabe advertir que el papel desempeñado por las empresas de nuestro país en este último período ha sido también muy diferente al experimentado a finales de la década de los ochenta, cuando dominaban los efectos de la primera fase de este proceso. *Mientras que entre 1988 y 1990, el valor de venta de empresas españolas para fusión o adquisición con otras firmas extranjeras superaba el valor pagado por las empresas españolas en la compra (fusión o adquisición) de sociedades extranjeras para la misma finalidad; desde mediados de la década anterior, esta tendencia se ha invertido.* El Gráfico 8.1. al proporcionar los datos de los flujos trasegados anualmente en concepto de compra-venta de empresas a nivel internacional con participación española aporta valiosa información para cuantificar este proceso. Dado que no todas las compras de acciones tienen porqué llevar consigo el control efectivo y total del funcionamiento de las sociedades, merece la pena resaltar la importancia reciente de las operaciones encaminadas a lograr precisamente este control ya sea en forma de adquisiciones o fusiones³⁸. Esto permite también que la reducción de las distancias en la propiedad del stock de acciones se apoye en la posición favorable de las sociedades españolas en el proceso de *adquisiciones y fusiones transfronterizas: nuestro país ha pasado de ser un vendedor neto de la propiedad de empresas nacionales al resto del mundo, a convertirse en un comprador neto de la*

Gráfico 8.1
Fusiones y adquisiciones transfronterizas protagonizadas por sociedades españolas, 1988-1999
 (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos de UNCTAD, (2000): *World Investment Report*.

capacidad productiva y del patrimonio del resto de los países³⁹. En las cifras reflejadas en el Gráfico 8.1. aparecen incorporadas las relativas a las instituciones financieras⁴⁰, expresando así la importancia creciente del sistema bancario español en la configuración y reparto de la riqueza a nivel mundial. Este proceso de fusiones y adquisiciones transfronterizas ha tenido especial relevancia para afianzar a España en el escalafón de los países más «dinámicos» al respecto⁴¹, pues ya en 1999 aparecía como la quinta economía de la Unión Europea (sexta mundial) en esta faceta, superando ampliamente, desde 1997, a naciones como Japón en su estrategia adquisitiva a nivel planetario⁴².

Tal ha sido la importancia de este hecho que, con el paso del tiempo, el montante reflejado en las adquisiciones y fusiones transfronterizas no sólo ha llevado aparejado las consecuencias descritas en términos de propiedad patrimonial, sino que se ha convertido en la principal partida de los flujos de inversión directa de nuestro país hacia el exterior: en 1995, la adquisición de empresas no residentes apenas significaba el 11,3 por 100 de los flujos de salida, pero en 1996 ya era el 64,1 por 100, para alcanzar un máximo del 78,9 por 100 en 1998, y descender en 1999 al 65,1 por 100⁴³. Más adelante (epígrafe 8.3.3) veremos cómo la mayoría de estas fusiones y adquisiciones en el caso de España se han financiado con cargo a numerosas ampliaciones de capital que, operando como si de «dinero financiero» se tratara, han permitido sufragar las compras de empresas en Latinoamérica, «financiarizando» cada vez más a las propias empresas no financieras españolas.

Desde el punto de vista general, los flujos españoles totales de inversión extranjera han mantenido una proporción errática en cuanto a los países de destino, aunque siempre basculan-

Tabla 8.8.
Destino geográfico de la inversión extranjera española en su etapa expansiva, 1996-2000
 (porcentajes)

	1996	1997	1998	1999	2000	1993-95	1996-00
Unión Europea	34,1	48,4	36,7	26,9	40,4	43,0	35,4
EE.UU.	11,1	5,4	6,2	-0,3	14,4	9,5	7,5
América Latina	44,8	43,9	50,5	65,6	41,1	42,5	51,4
México	1,2	2,3	3,1	3,0	7,9	4,2	5,0
Argentina	19,3	11,5	3,0	36,9	6,0	3,7	17,7
Brasil	13,3	7,0	32,9	12,1	21,8	1,6	18,3
Chile	2,9	4,2	3,3	10,5	1,8	1,0	5,3
Paraísos fiscales	8,1	2,1	3,0	1,8	0,9	-0,7	1,7
Resto del mundo	1,9	0,2	3,6	6,0	6,2	5,7	11,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: Un signo negativo implica que la desinversión en ese lugar supera a la inversión.

Fuente: Ministerio de Economía: *El sector exterior en 2001-2002*. Sobre la base del Registro de Inversiones.

do entre la UE y los países de América Latina. Mientras en 1996 el destino principal vino de la mano del subcontinente americano, en 1997, la proporción con destino a los países de la Unión Europea y OCDE fue mayoritaria —manteniéndose por encima de la mitad de los flujos—, yendo a parar a América Latina el 44 por 100 de la inversión directa. En 1998 y 1999, de nuevo la tendencia se invierte, acaparando Argentina, Brasil, Chile y México el grueso del 50 por 100 de los flujos en el primero de esos años, para llegar a los dos tercios del total en 1999; y dejando para la UE, apenas un tercio de la inversión directa en 1998 y sólo un cuarto en 1999. En 2000 reaparece el equilibrio entre los países de destino, aflorando además Estados Unidos como destino de inversiones españolas canalizadas a través del sector del transporte y las comunicaciones y de las Empresas de Tenencias de Valores. Esto último nos permite encarar la localización sectorial de los flujos españoles de inversión, habida cuenta la adscripción sectorial tan diferenciada de cada destino geográfico (Tabla 8.9).

De un lado, en el caso de la UE dominan las inversiones canalizadas a través de las Empresas de Tenencias de Valores y el sector financiero y de intermediación, mientras que en el caso de América Latina, se han producido importantes tomas de posición en los sistemas bancarios de Argentina, Brasil y México, por los grandes bancos españoles como el BBVA, o el SCH⁴⁴, acompañadas de la *adquisición de patrimonio empresarial en sectores muy vinculados a la utilización y comercialización de recursos naturales* (producción y distribución de electricidad, gas y agua, e industrias extractivas y refino de petróleo) en la misma Argentina, Chile o Bolivia. Todo ello aprovechando

Tabla 8.9.
Destino sectorial de la inversión directa española en su etapa expansiva, 1996-2000
 (porcentajes)

	1996	1997	1998	1999	2000	1993-95	1996-00
Agricultura, ganadería, caza, selvicultura y pesca	0,3	0,6	0,1	0,1	0,1	-0,3	0,1
Producción y distribución eléctrica, gas y agua	5,6	16,3	7,6	3,8	1,5	2,4	4,0
Industrias extractivas y refino petróleo	4,5	-0,7	3,5	34,1	0,0	2,7	12,9
Alimentación, bebidas y tabaco	0,9	1,9	3,4	0,4	4,1	4,1	2,4
Industria textil y de la confección	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,0
Industria papel, edición, artes gráficas	1,2	0,2	0,4	0,1	0,2	2,7	0,2
Industria química y transformación caucho y plásticos	1,2	0,5	0,7	1,3	1,0	2,2	1,1
Otras manufacturas	7,2	1,7	3,8	2,4	3,7	5,8	3,2
Construcción	1,7	0,9	1,0	-0,3	0,2	-0,5	0,2
Comercio	4,1	3,3	3,1	2,7	0,8	7,7	2,0
Hostelería	0,5	1,5	0,8	0,6	0,2	-0,6	0,5
Transportes y comunicaciones	20,0	-6,1	0,5	8,5	22,4	21,1	13,1
Intermediación financiera, banca y seguros	0,9	11,9	21,9	13,9	21,0	-0,1	17,3
Actividades inmobiliarias y servicios	2,1	9,3	-1,2	1,8	4,7	3,3	3,2
Gestión de sociedades y tenencia de valores	49,3	52,5	51,6	29,9	39,4	49,3	38,3
Otros	0,5	6,1	2,9	0,7	0,7	0,2	1,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Ministerio de Economía: *El sector exterior en 2001-2002*. Sobre la base del *Registro de Inversiones*.

do los procesos de privatización de servicios públicos esenciales llevados a cabo en la mayoría de estos territorios, donde el papel desempeñado por empresas nacionales como Iberdrola, Endesa, Aguas de Barcelona, Unión Fenosa, Gas Natural o Repsol, dan buena fe de ello⁴⁵. Hasta tal punto es la dimensión de estas transacciones que, para el año 1999, el 65 por 100 de la inversión directa que llegó a América Latina, estuvo muy influida por una única operación de compra de patrimonio empresarial como fue la adquisición de la empresa argentina YPF por la española Repsol⁴⁶.

En la narración de muchas de estas operaciones empresariales existe la tentación de ofrecer una visión demasiado triunfalista, cediendo así al discurso que ensalza la salud de nuestro tejido empresarial y las virtudes y capacidad de competencia de las empresas españolas para codearse con el resto de ETN en un entorno cada vez más agresivo. Lo que, sin embargo, apenas se suele comentar son las prácticas seguidas por nuestras multinacionales para tomar posiciones en el mercado latinoamericano, rodeadas muchas veces por sospechas fundadas de corrupción y pagos fraudulentos, así como las consecuencias que en términos ambientales y sociales están

ocasionando la apropiación de estos recursos por parte del aparato productivo español. En los últimos cinco años las denuncias llevadas a cabo por comunidades enteras en países como Bolivia, Chile o Argentina frente a las actividades extractivas de la minería o del refinado del petróleo no han hecho más que sucederse: destrucción de hectáreas de bosques, desplazamientos masivos de comunidades campesinas e indígenas de su lugar y modo de vida por la construcción de instalaciones, oleoductos, y apropiación de yacimientos, etcétera. Sucesos acompañados casi siempre de represión, amenazas y sobornos a las autoridades locales, seguidos de contaminación, incendios y vertidos que destruyen las fuentes de alimentación y sustento. Por dar cuenta de uno solo de estos ejemplos, merece la pena traer a colación, brevemente, la estrategia llevada a cabo por Repsol en Bolivia.

Tal y como nos informa Marc Gavalda⁴⁷, del Observatorio Transnacional, en este país, la privatización de la Compañía Estatal de Hidrocarburos y todos sus yacimientos dio como resultado la cesión en propiedad de la exploración y explotación petrolera, «durante 40 años», a tres consorcios extranjeros. La reestructuración posterior hizo que Repsol se hiciera en 2001 con el 100 por 100 de la compañía, por lo que, en tan solo seis años, la empresa española ha logrado controlar 7 millones de hectáreas de suelo con interés petrolífero. Hectáreas que, no por casualidad, están situadas en 4 parques naturales y 18 territorios indígenas. Los destrozos y el deterioro ambiental y social provocado a la población se intentó paliar, en algunos casos, con el reparto de «cuatro cuadernos y tizas (material escolar)», o «repelente para insectos (apoyo sanitario)»; y en otras ocasiones, con el pago de «1.500 dólares y 20 bolsas de ropa» tal y como recogen los respectivos convenios firmados. No debe extrañar que las protestas de la población no se hicieran esperar, aunque lamentablemente la lucha de los campesinos bolivianos en 2001 contra la privatización del agua y la militarización de las zonas donde se instalan los pozos de petróleo se saldó con diez muertos⁴⁸. A la hora de lograr esta posición de dominio en los mercados latinoamericanos por parte de las empresas multinacionales, conviene no olvidar el apoyo prestado por la administración pública española que, a través de instrumentos de ayuda a la «internacionalización» y el «fomento» de la inversión española en el exterior (APRIS, Línea de créditos ICO, ICEX, etc.) han puesto en juego importantes recursos en beneficio de las estrategias de las propias compañías transnacionales, siempre con la esperanza de que, como señalaba en 2002 un alto cargo del gobierno, «...a largo plazo la inversión debe favorecer nuestra balanza de pagos mediante los flujos de rentas, dividendos y de repatriación de beneficios»⁴⁹.

Así las cosas, cada vez van quedando más alejadas las formas tradicionales de inversión directa en forma de negocios y fábricas de nueva planta (*greenfield investment*), poniéndose de manifiesto que, desde el punto de vista patrimonial, España está participando en una tendencia que *prima la apropiación de los activos preexistentes frente a la creación de elementos patrimoniales nue-*

vos como forma de expansión de la riqueza nacional. Como se advierte en el Informe de la UNCTAD ya citado: «Las fusiones y adquisiciones transfronterizas están ganando importancia con tanta rapidez precisamente porque ofrecen a las empresas el camino más rápido para adquirir los activos tangibles e intangibles en distintos países y les ayudan a reestructurar sus operaciones nacional o mundialmente...». La celeridad de los acontecimientos se hace explícita cuando observamos que la tasa de crecimiento anual acumulativa de los flujos por adquisiciones y fusiones (compras) para el período 1995-1999 ha sido en España del 166 por 100, muy superior al 57 por 100 de la Unión Europea, o al 18 por 100 de Estados Unidos.

En definitiva, parece obvio que América Latina, sus recursos naturales y los sistemas financieros respectivos han sido una importante palanca para la participación de las empresas españolas en el proceso de globalización y redistribución del poder económico a nivel mundial. Y lo anterior se corresponde bien con el cambio de status experimentado por la economía española y que hemos venido recordando páginas atrás. Pues, si bien es verdad que en los últimos años de la década de los noventa el grueso de la entrada de capitales recibidos por España en concepto de inversión extranjera se destinó a la adquisición y compra de activos ya existentes en nuestro país, *no es menos cierto que la expansión de las empresas multinacionales propias en Latinoamérica y la Unión Europea ha modificado nuestra tradicional posición de vendedor neto de patrimonio al resto del mundo a comprador neto de activos de terceros países.* La Tabla 8.10. ofrece una buena muestra de lo que decimos, pues se puede ver que, desde el punto de vista *neto*, en el quinquenio 1996-2000, la compra de activos en América Latina alcanzó los 9,4 billones de pesetas acumulados, mientras que la adquisición de patrimonio en otros lugares como la Unión Europea se saldó con cifras también importantes pero mucho más modestas y del orden de 10 veces menos.

Tabla 8.10.
Compra neta de patrimonio del resto del mundo por zonas geográficas, 1996-2000
(miles de millones de pesetas de inversiones extranjeras —recibidas menos emitidas—)

	1996	1997	1998	1999	2000	1996-2000
Unión Europea	299,8	-19,5	-127,2	-772,5	-187,9	-807,3
EE.UU	-11,1	118,6	-74,9	1.315,8	614,9	1.963,3
América Latina	-253,6	-525,6	-1.026,1	-4.570,8	-3.041,0	-9.417,1
México	-6,2	-25,6	-59,7	-205,3	-645,5	-942,3
Argentina	-111,5	-139,8	-59,1	-2.580,8	-488,9	-3.380,1
Brasil	-77,2	-86,9	-673,8	-850,0	-1.809,2	-3.497,1
Chile	-16,4	-51,4	-67,9	-736,5	-145,4	-1.017,6

Fuente: Ministerio de Economía, *El sector exterior en 2001-2002, op. cit.*, (datos sobre la base del Registro de Inversiones). Un signo negativo supone que las inversiones emitidas por la economía española son superiores a las recibidas del exterior.

Tabla 8.11.
La adquisición como principal tipo de operación de inversión española en el exterior, 1996-2000
 (Porcentajes)

Tipo de operación	1996	1997	1998	1999	2000
Constitución	8,55	3,09	2,37	4,72	2,64
Adquisición	45,72	50,06	51,58	46,77	49,91
Ampliación	41,22	44,41	46,05	49,00	47,45
Préstamos a largo plazo	4,21	2,44	—	—	—
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Ministerio de Economía, *Inversiones exteriores*.

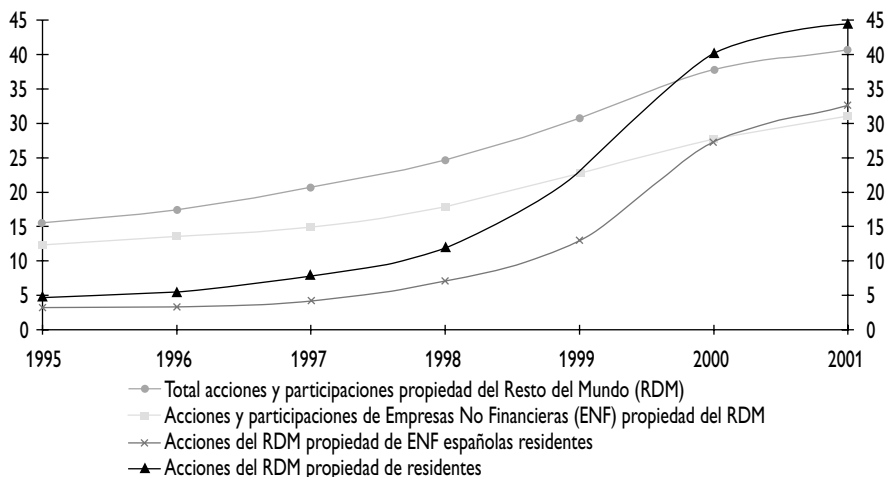
Esto explica que en la Tabla 8.11. las inversiones en forma de adquisición de empresas pre-existentes y de participaciones en las sociedades latinoamericanas y europeas resulten mayoritarias con el 50 por 100 del total. Acompañadas, las más de las veces, por ampliaciones de capital que en muchos casos se materializan en posteriores compras de otras empresas extranjeras por parte de aquellas en las que invierten los residentes españoles fuera de nuestro país. Como consecuencia de ello, *los flujos destinados a la creación y dotación de nuevas sucursales y aparato productivo se ven menguados por la propia estrategia adquisitiva, que reproduce en el resto del mundo los esquemas sufridos por la propia economía española.*

Con estos antecedentes no debe extrañar que, en la consideración global de las inversiones en propiedad (directas y en cartera) el valor del stock acumulado de la propiedad de España frente al resto del mundo supere en 2000 al correspondiente valor de los no residentes respecto a la economía española. Como atestigua el Gráfico 8.2, a diferencia de lo ocurrido en el período anterior con la plena integración de España en la UE, en el que habían predominado las compras netas de empresas nacionales por inversores extranjeros, *el último quinquenio de los noventa ha dado la vuelta a esta situación* convirtiendo a nuestro país en un comprador neto de la capacidad productiva y el patrimonio del resto del mundo.

A partir de 1999 el valor del stock de las acciones (procedentes de inversiones directas y en cartera) del resto del mundo propiedad del conjunto de residentes excede a aquellas acciones de empresas nacionales propiedad de no residentes. Pero incluso en 2001, a pesar de la fuerte caída experimentada por la inversión extranjera a nivel mundial, y también en nuestro país⁵⁰, el valor de las acciones del resto del mundo propiedad de las empresas no financieras residentes era ya mayor que el valor de las acciones que los no residentes (sociedades, hogares, etc. del resto del mundo) poseía de empresas españolas. En este sentido cabe añadir que, si bien las empresas estaban en 2000 a punto de equilibrar su saldo de acciones con el resto del mundo, en el caso de las *instituciones financieras* los datos muestran que, desde 1999, las acciones del resto del

Gráfico 8.2

Participación de las empresas españolas en el proceso de «globalización» de la propiedad, 1995-2001
(billones de pesetas)



Fuente: Banco de España, (2002): *Cuentas financieras de la economía española*.

mundo en su poder *superan* a las emitidas por ellas mismas y que son propiedad de los no residentes.

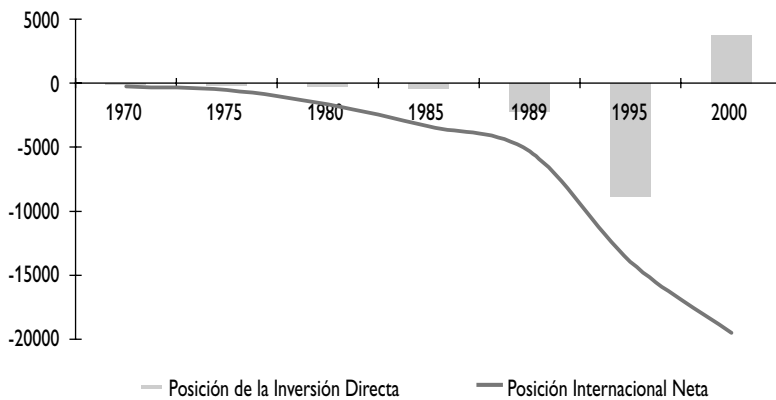
El crecimiento exponencial experimentado en las operaciones de inversión directa no podía por menos que repercutir en el valor de los stocks totales de activos y pasivos de la economía española frente al resto del mundo, esto es, en la posición financiera neta. Y este saldo se calcula como la suma de las diferentes posiciones netas de España en términos de inversión directa, en cartera, en inmuebles y en otras inversiones (préstamos y depósitos). Conviene advertir que, a pesar de las mutaciones tan importantes que se han producido sobre la propiedad de las empresas a través de la inversión directa y en cartera que llevaron a que nuestra economía fuera compradora neta de patrimonio frente al resto del mundo, la importancia de rúbricas como los depósitos o los préstamos han hecho que España siga siendo, globalmente, demandante neta de capitales.

Ya anotamos que las entradas de capital recibidas habían descansado tanto en las inversiones en propiedad como en los préstamos. Aunque nuestro interés se centró en las primeras por su vinculación directa con la «economía de la adquisición», es preciso señalar que el principal agente equilibrador del déficit corriente hasta comienzos de los ochenta fueron los préstamos contraídos, fundamentalmente, por el sector privado residente. Además, a la trascendencia del recurso a los préstamos externos se unieron —sobre todo en los años 90— la llegada de capitales dispuestos a colocarse en depósitos bancarios⁵¹, en una forma de inversión que alcanzará un protagonismo inusitado como corriente de capital *tradicional* frente a otras modalidades de

inversión extranjera. De esta manera, la economía española ha rentabilizado la imagen de solvencia del euro atrayendo capitales a través de la banca. La afluencia de depósitos del resto del mundo —espoleada por la situación crítica de algunos países— superó algunos años en importancia a la procedente de los propios hogares españoles contribuyendo notablemente, a través de la creación de dinero bancario, a expandir la capacidad de financiación de la banca (materializada en la concesión de créditos y la adquisición de acciones u otros activos financieros). Resulta curioso que, en estos tiempos de sofisticación financiera, hayan sido los depósitos los que estén salvando el equilibrio exterior de la economía española y manteniendo su posición compradora neta del resto del mundo. Así, mientras las empresas españolas compran activos que les permiten ampliar su esfera de influencia sobre el resto del mundo, el resto del mundo envía dinero sin contrapartidas en la toma de decisiones de las entidades que lo reciben. La distinta calidad de los pasivos generados es la que permite a la economía española seguir ampliándolos sin problemas mientras el resto del mundo los demande, como ha venido haciendo la economía estadounidense en mucha mayor medida. Cabe concluir, por tanto, que el equilibrio exterior de la economía española de los últimos años se ha venido apoyando sobre todo en su función de atractora de capitales que le han venido aportando, solo en forma de depósitos, más ingresos que los derivados del turismo.

Esta circunstancia tiene la culpa de que la economía española arroje un saldo en su cuenta financiera positivo a finales de los 90, resultado que, desde el punto de vista de la posición finan-

Gráfico 8.3
Posición inversora internacional, 1970-2000
 (stock de activos exteriores menos stock de pasivos exteriores, miles de millones de pesetas)



Nota: Las cifras hasta 1989 y después de esa fecha no son estrictamente comparables debido a los cambios metodológicos en la Balanza de Pagos. En todo caso las tendencias son significativas.

Fuente: Hasta 1989, E.Ontiveros, *op. cit.*, pp. 374-375. Desde 1992 hasta 2000: Balanza de Pagos.

ciera internacional neta, incrementa el valor del stock de los pasivos exteriores y por lo tanto agrava la negativa situación patrimonial frente al resto del mundo. El Gráfico 8.3. pone de manifiesto que, si bien los cambios acaecidos en los flujos de inversión directa en España han sido suficientes para modificar nuestra posición financiera por este concepto —haciendo que el valor de los activos de empresas extranjeras propiedad de residentes sea superior al correspondiente valor propiedad de extranjeros— no han podido, sin embargo, modificar la posición internacional *global* frente a los no residentes, cuyos activos netos frente a España en el año 2000 alcanzaban casi los 20 billones de pesetas, esto es, el 20,5 por 100 del PIB a precios corrientes para ese año.

4. DE LA «BURBUJA COMERCIAL» A LA «BURBUJA INMOBILIARIO-FINANCIERA» DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Parece claro que las reglas de juego financieras a nivel mundial han ofrecido a España, a través de sus instituciones financieras y empresas de diversa índole, un poder económico adicional al que se desprendía de la «Regla del Notario» sobre la que se apoyaban cada vez más los intercambios comerciales con el resto del mundo. Pues, como se recordaba en otra ocasión, «...si bien la valoración económica incide sobre los flujos físicos, el mundo financiero incide sobre la valoración económica, redistribuyendo la capacidad de financiación de los agentes económicos y, con ello, su capacidad de compra sobre el mundo (que va más allá de las mercancías ordinarias para afectar también a empresas y territorios, con todos sus recursos)»⁵².

Este proceso desarrollado desde el punto de vista exterior es paralelo a otro, por el cual las diferencias entre las tasas de crecimiento de la producción y el comercio mundial permitían afirmar la existencia de una *burbuja comercial* con los efectos ecológicos ya documentados. Ambos desarrollos se reafirman, desde el punto de vista interno, con el surgimiento y consolidación de una importante *burbuja inmobiliario-financiera*, cuyo valor ha venido creciendo a tasas muy superiores al incremento de las variables macroeconómicas «reales», en un proceso de emisión y revalorización de activos que, en general, mantiene escasa relación con el sustrato físico del que, en teoría, debe dar cuenta. Como detallaremos posteriormente, las consecuencias domésticas de esta burbuja inmobiliario-financiera ha tenido efectos «adquisitivos» importantes sobre dos sectores económicos clave, a saber: los hogares y las empresas.

La Tabla 8.12. registra el hecho mencionado arrancando de 1985, por ser éste el año a partir del cual existen cifras que ponen de manifiesto el inicio de los sucesivos «booms» financieros e inmobiliarios que se han producido hasta la fecha. La información del balance nacional⁵³

Tabla 8.12.
Balance Nacional y evolución de los principales agregados reales y financieros de la economía española, 1985-2000

	Billones de pesetas			
	1985	1990	1995	2000
PIB precios corrientes	28,2	50,1	72,8	100,8
FBCF precios corrientes	5,4	12,2	14,4	25,7
Activos No financieros	119,5	314,4	458	717,3
De los que				
<i>Inmobiliario urbano</i>	81,3	239,9	354,9	580,3
Activos Financieros	112,8	217,1	356,1	681,7
De los que				
Efectivo y depósitos	39,2	75,4	126,1	158,2
<i>Acciones y otras participaciones</i>	9,8	30	52	196,1
<i>Fondos de inversión</i>	1,2	6,7	24,8	58,1
Créditos	43,2	66,9	64,1	115,2
Pasivos Financieros	117,4	225,9	370,4	702,5
Patrimonio Neto	114,9	305,6	443,7	696,5
Promemoria				
Activos Financieros/PIB	4,0	4,3	4,9	6,8
Pasivos Financieros/PIB	4,2	4,5	5,1	7,0
Activos No Financieros/PIB	4,2	6,3	6,3	7,1
Patrimonio Neto/PIB	4,1	6,1	6,1	6,9

Fuente: Naredo y Carpintero, (2002) y Naredo, Carpintero y Marcos, (2002). INE, Banco de España.

sobre los activos y los pasivos permite apreciar el simultáneo proceso de *financiarización* de la economía española que denota el peso creciente de estos activos con relación a las variables ordinarias de flujo como la renta o la FBCF. En efecto, tal y como muestra la tabla adjunta, el valor de los activos financieros pasó de multiplicar por 4 al PIB en 1985 a hacerlo por 6,8 en el año 2000, a la vez que los pasivos financieros y el patrimonio neto (diferencia entre los activos y pasivos de la economía) presentaban ratios, respectivamente, de 4,2 y 4,1 veces el PIB en 1985 a ofrecer valores de 6,9 y 7,0 en 2000.

De lo que se desprende que el universo financiero ha crecido a mayor ritmo que la «economía real» acercando su peso relativo a los más elevados que registran los países más ricos o desarrollados, encabezados por los EE.UU. Crecimiento que se ha acelerado notablemente en los últimos años, como demuestra la evolución del ratio activos financieros/PIB del 4,9 en 1995 al 6,8 antes mencionado en 2000 y el de pasivos/PIB de 5,1 a 7,0.

Tabla 8.13.
Financiarización de la economía española, 1985-2000
(Tasas de crecimiento en porcentajes)

	1985-1990	1990-1995	1995-2000	1985-2000
PIB precios corrientes	12,2	6,8	7,7	8,9
FBCF precios corrientes	17,7	3,4	12,3	11,0
Activos No financieros	21,3	7,8	9,4	12,7
De los que				
<i>Inmobiliario urbano</i>	24,1	8,1	10,3	14,0
Activos Financieros	14,0	10,4	13,9	12,7
De los que				
Efectivo y depósitos	14,0	10,8	4,6	9,7
<i>Acciones y otras participaciones</i>	25,1	11,6	30,4	22,1
<i>Fondos de inversión</i>	41,1	29,9	18,6	29,5
Créditos	9,1	-0,9	12,4	6,8
Pasivos Financieros	14,0	10,4	13,7	12,7
Patrimonio Neto	21,6	7,7	9,4	12,8

Fuente: Naredo y Carpintero, (2002), y Naredo, Carpintero y Marcos, (2002). INE, Banco de España.

Además, si comparamos las cifras anteriores con el crecimiento experimentado por los activos no financieros o reales (básicamente inmuebles urbanos) nos daremos cuenta que la progresión en los noventa ha sido espectacular: mientras que en 1990 la proporción entre activos reales y PIB era un 46 por 100 mayor que el mismo ratio para los activos financieros, en el año 2000 prácticamente se han igualado, y eso a pesar del intenso proceso de revalorizaciones inmobiliarias acaecidas también por las mismas fechas. Parece claro que, salvo alguna excepción, el ritmo de crecimiento anual de los activos financieros globalmente considerados durante los últimos tres lustros ha sido también superior en varios puntos porcentuales al incremento de la producción y la inversión. Pero esta diferencia se presenta como más evidente cuando descendemos al análisis de algunos activos concretos que se encuentran en la raíz del proceso de financiarización y del surgimiento de la burbuja financiera.

La fuerte expansión del mercado bursátil desde mediados de los ochenta, que hizo incrementar el valor de las acciones y otras participaciones emitidas por las sociedades residentes a una tasa anual del 22 por 100 entre 1985-2000, casi triplicó la correspondiente al PIB, doblando en todo caso a la de la inversión bruta. En el último quinquenio del siglo, la distancia en el ritmo de crecimiento entre las principales variables financieras y las reales se hizo, pues, aún más evidente, dado que la expansión del conjunto de los activos financieros casi duplicó al crecimiento de la renta, a lo que habría que sumar la tasa de crecimiento del 30 por 100 anual en el valor de

las acciones que, por sí solas, *cuadruplicaron* la expansión del PIB, superando en tres veces a la tasa de inversión bruta. Parecidas consideraciones, aunque con consecuencias institucionales diferentes, se pueden hacer respecto a la fórmula estrella de inversión financiera durante los años 90, esto es, los fondos de inversión y de pensiones.

España apareció así, comparativamente, y para todo el período 1985-2000, como un país *record* entre los de la OCDE, tanto en revalorizaciones inmobiliarias como bursátiles. Si atendemos a los índices de cotización de acciones de los distintos países en base 1985 = 100, tenemos que en España dicho índice alcanzó el valor 904 en el año 2000, seguida de Alemania 801, Francia 622, Italia 457, EE.UU., 541, Reino Unido 400,... Japón 130. Cifras que ponen de manifiesto que la intensidad de las revalorizaciones bursátiles, sobre todo a partir de 1996, fueron *incluso mayores que las inmobiliarias*. Pese a todo, estas últimas llegaron a ser lo suficientemente importantes para que el peso de los activos financieros fuera menor con relación a los activos totales o al patrimonio neto nacional o de los hogares que en los otros países desarrollados, ofreciendo así España otra singularidad respecto de los países de nuestro entorno⁵⁴.

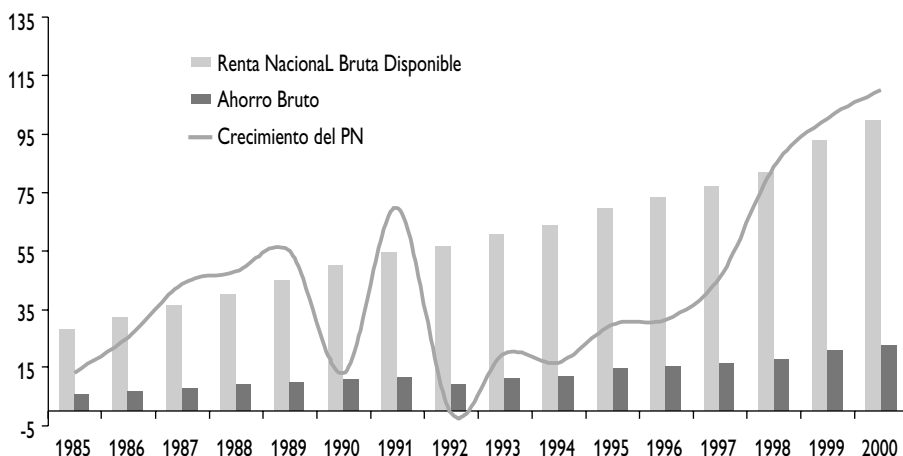
Para aquilatar aún más el efecto de las simples *revalorizaciones* sobre el incremento del valor del patrimonio, y la divergencia entre estas tendencias respecto del resto de índices de precios de la economía, merece la pena observar la Tabla 8.14. Al presentar la evolución comparada de los índices de precios de las acciones y los inmuebles con el índice de precios al consumo (IPC) y el deflactor del PIB, se constata que aquéllos crecieron durante el período 1984-2000 a un ritmo muy superior al de estos últimos. Pero además se aprecia que a medida que los indicadores ordinarios de inflación, ligados al IPC y a los deflactores del PIB y de sus componentes, moderaban notablemente su crecimiento, los índices de precios de acciones e inmuebles lejos de remitir redoblaban sus tendencias alcistas ampliando de nuevo su crecimiento diferencial con relación a aquellos.

Tabla 8.14.
Tasas de crecimiento de diferentes índices de precios, 1985-2000
(%)

	1985-1990	1990-1995	1995-2000
Inmobiliario	24,4	8,4	9,7
Cotización de acciones	20,5	2,7	27,4
IPC	6,5	5,2	2,5
Deflactor del PIB	7,4	5,4	2,9

Fuente: Naredo y Carpintero, (2002). INE, Banco de España y Ministerio de Fomento.

Gráfico 8.4
Variaciones patrimoniales en relación con los flujos de renta y ahorro, 1985-2000
 (Billones de pesetas)



Fuente: Banco de España, *Cuentas Financieras* y Naredo y Carpintero, (2002).

El Gráfico 8.4. muestra el perfil temporal de las revalorizaciones patrimoniales producidas. Este gráfico registra los aumentos anuales, en pesetas corrientes, del patrimonio neto junto con la renta nacional y el ahorro de cada año. Se observa que el aumento anual del patrimonio neto no solo ha venido superando sistemáticamente, con la excepción de 1992, al ahorro bruto del año, sino que ha superado también a la renta nacional en los años en los que las revalorizaciones patrimoniales han sido más intensas. Lo que explica que la evolución patrimonial de la economía española no responda al comportamiento y acumulación de las variables flujo tradicionales (renta, ahorro,...) sino a procesos «exógenos» de revalorización patrimonial en los que los componentes inmobiliario y bursátil se han llevado la palma.

4.1. La pujanza de las revalorizaciones inmobiliarias

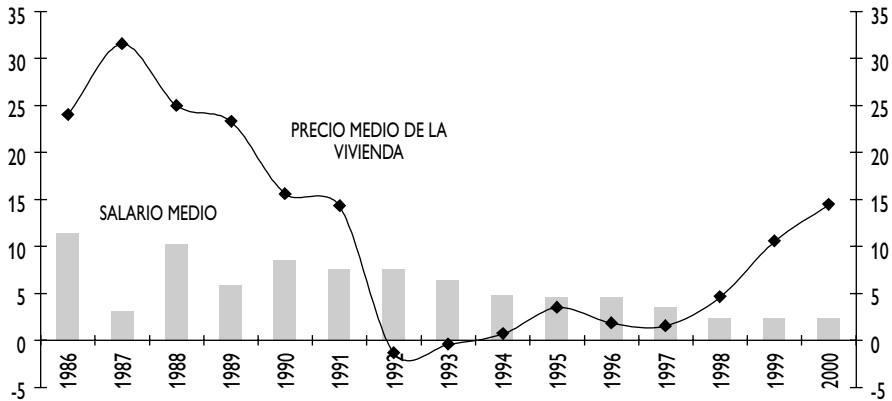
Cabe subrayar que una parte muy importante de estas variaciones patrimoniales hay que buscarlas en el auge de los precios de la vivienda que han sustentado los sucesivos «booms» inmobiliarios desde hace ya más de tres lustros. No en vano, desde el punto de vista patrimonial, la historia reciente ha mostrado que la práctica de comprar hectáreas de suelo o inmuebles, para venderlos convenientemente revalorizados se ha convertido en uno de los «negocios» más rentables de los últimos quince años en nuestro país. Naturalmente, los dos «booms» inmobiliario-

financieros⁵⁵ que han recorrido nuestra economía desde mediados de la década de los ochenta hasta la actualidad han sido un favorable caldo de cultivo para que tal actividad proliferase. Al mismo tiempo, las plusvalías generadas (diferencia entre el precio de compra y el precio de venta) han servido para conformar auténticas fortunas al calor de una práctica que, las más de las veces, iba acompañada de oscuras recalificaciones de terrenos, información privilegiada, y abusos de poder.

Haciendo balance parece claro que la especulación urbanística en nuestro territorio se ha venido alimentado de dos fuentes complementarias. Junto al proceso de destrucción de inmuebles antiguos para la construcción de nuevas viviendas —que ha llevado a España a poseer el título de país más destructor de su propio patrimonio inmobiliario⁵⁶— el crecimiento de esta fracción del patrimonio en España se ha logrado, en buena parte, a costa de terreno rústico que ha transformado su uso, tradicionalmente agrícola, para servir como soporte a la expansión de las ciudades. Como es sabido, las expectativas de recalificación a medida que la ciudad se iba extendiendo en forma de mancha de aceite fueron, y continúan siendo, un determinante fundamental en la trayectoria creciente del precio de la tierra desde los años ochenta, haciéndolo evolucionar de espaldas a los beneficios, muy moderados, proporcionados por el propio negocio agrario. No en vano, se ha llegado a unos niveles en los cuales, actualmente, el metro cuadrado de suelo residencial rural en nuestro país presenta un valor similar al metro cuadrado urbano en el resto de Europa, con el agravante de que España ofrece una menor densidad de población que esos territorios y una renta *per capita* veinte puntos por debajo de la media comunitaria⁵⁷. Se comprende entonces que tales presiones hayan constituido un poderoso incentivo tanto para el abandono de la actividad agraria como para el auge de la especulación por los propietarios de ese suelo. Sólo así se explica que, ya a mediados de los noventa, el 30 por 100 del suelo rústico (no urbanizable) del municipio de Madrid recayera en manos de empresas inmobiliarias ajenas por completo a la actividad agraria, y que incluso el 27 por 100 fuera propiedad solamente de 40 sociedades a la espera del cambio de uso correspondiente⁵⁸.

Los booms inmobiliarios precedentes han acarreado un incremento en el precio de la vivienda considerable, que tiene el efecto de revalorizar el patrimonio de los propietarios de dichas viviendas, *a la vez que empobrece y dificulta el acceso de los no propietarios a las mismas*. En la medida en que la evolución del precio de los inmuebles ha sido superior a la tasa de crecimiento de los salarios o la renta familiar, se produce un creciente divorcio y desigualdad entre el primer y el segundo grupo de personas (Gráfico 8.5.). Y aquí España también ha presentado la mejor marca de la Unión Europea en cuanto a revalorizaciones urbanas con alzas de precios muy intensas del 24 y el 10 por 100 anual acumulativo respectivamente en ambos ciclos expansivos, *doblando* en los dos casos el crecimiento anual de la renta disponible de los hogares y *cuadruplicando* la evolución del Índice de Precios al Consumo (IPC).

Gráfico 8.5
Tasas de crecimiento de los precios de la vivienda y del salario medios, 1986-2000
 (porcentajes)



Fuente: Ministerio de Fomento e INE.

Es cierto que en un escenario de tipos de interés hipotecarios en disminución el efecto de la subida de precios de cara al acceso a la vivienda se atenúa; sin embargo, cuando el coste de los créditos remonta al alza el esfuerzo salarial aumenta exponencialmente. Si a esto añadimos que el crecimiento de los precios de la vivienda supera siempre en los momentos de *boom* inmobiliario al incremento de los salarios (Gráfico 8.5.), se comprende, por ejemplo, que en 1999, cuando comienzan a estabilizarse los tipos de interés, el precio medio fuera equivalente a 4 veces el salario medio, pero en 2000 ya supusiera 5 veces ese salario. La otra cara de la moneda viene dada por los propietarios del patrimonio inmobiliario que en sendos auges vieron multiplicar su valor por 3,7 veces entre 1985-1991 y por 1,5 sólo entre 1997 y 2000, incrementando, de paso, y de manera importante, sus posibilidades de consumo y endeudamiento⁵⁹.

Sin embargo, un aumento en la construcción de viviendas no tiene por qué conllevar un incremento desmesurado de los precios y una espiral especulativa. El resultado final va a depender del marco institucional que condicione el funcionamiento del «mercado inmobiliario», dado que existen escenarios legales que dificultan la escalada de precios y otros que la favorecen. Los primeros privilegian la vivienda como bien de uso mientras que los segundos promueven ésta como un bien de inversión. En España, a partir de 1985 se operó un cambio que propició el avance del segundo modelo: se eliminaron las restricciones a la expansión del crédito hipotecario, se liberalizaron los tipos de interés y los plazos, llevando a un aumento de los créditos a interés variable y eludiendo así las entidades financieras el riesgo asociado al tipo de interés al trasladarlo del prestamista al prestatario, es decir, desde los bancos hacia los hogares. Esto, unido a medidas como la desgravación fiscal por la compra de la segunda residencia hasta 1991, y la pasi-

vidad del sector público que dejó hundir el alquiler y la construcción y promoción pública de viviendas⁶⁰ espolearon el aumento de la vivienda libre en propiedad, sobre todo en zonas del litoral donde la demanda de población extranjera muy solvente empujó los precios con fuerza. Zonas que, en el último ciclo alcista y fruto de la fuerte especulación con el suelo, presentaban incrementos de precios de la vivienda superiores a la media nacional, que ya mostraba un aumento del 52 por 100 entre 1997 y 2001—de 113 mil a 174 mil ptas/m²—. El caso de Baleares con un crecimiento del 112 por 100 —de 106 mil a 226 mil ptas/m²— sobrepasa del resto, pero le siguen en crecimiento el País Vasco —que tiene el m² de vivienda más caro del territorio ascendiendo a 274 mil pesetas en 2001— con un incremento del 77 por 100 desde 1997, Canarias (70 por 100) o Cataluña (64 por 100). A este *boom* no ha sido ajena la peculiar estructura de las compañías inmobiliarias en nuestro país que vienen fomentando conscientemente este proceso al dominar en su negocio la *promoción* de viviendas libres como forma de obtención de beneficios, en contraposición al resto de compañías de la Unión Europea donde prevalece el *alquiler* de distintos tipos de inmuebles y una mayor diversificación de servicios. Además, el que, por ejemplo Japón, con una estructura del sector inmobiliario muy parecida a la de España presentase también alzas de precios y revalorizaciones patrimoniales por encima de la media desde mediados de los ochenta refuerza este argumento⁶¹.

Con todo, el «boom» inmobiliario de finales de los noventa presenta alguna diferencia respecto al acaecido entre 1985 y 1991. Al margen de la fuerte expansión del Producto Interior Bruto (PIB) en ambos casos, cabe subrayar las interrelaciones entre la esfera financiera y la inmobiliaria poniendo sobre el tapete, no solo la importancia de la financiación adecuada, sino de los motivos de inversión especulativa que hay detrás de muchas adquisiciones. En ambos casos hay que señalar como detonante la fuerte reducción de los tipos de interés hipotecarios que se dividieron por más de dos entre 1995 y 1998, rebajando considerablemente el coste de endeudamiento y ampliando así la accesibilidad y la demanda con cargo al crédito. Ahora bien, mientras el «boom» inmobiliario corrió parejo al alza de las cotizaciones bursátiles, se mantuvo una cierta distribución entre la inversión en bolsa y la inversión inmobiliaria hasta finales de 2000. Sin embargo, cuando la burbuja financiera se desplomó, una parte importante de las posiciones deshechas en los mercados de capitales acudieron a la compra de inmuebles, que con rentabilidades superiores al 10 por 100, empujaron al alza el ciclo inmobiliario cuando ya comenzaba a decaer; ayudado durante 2001 por el afloramiento de «dinero negro» que buscaba colocarse en buena posición de cara a la entrada del euro en 2002.

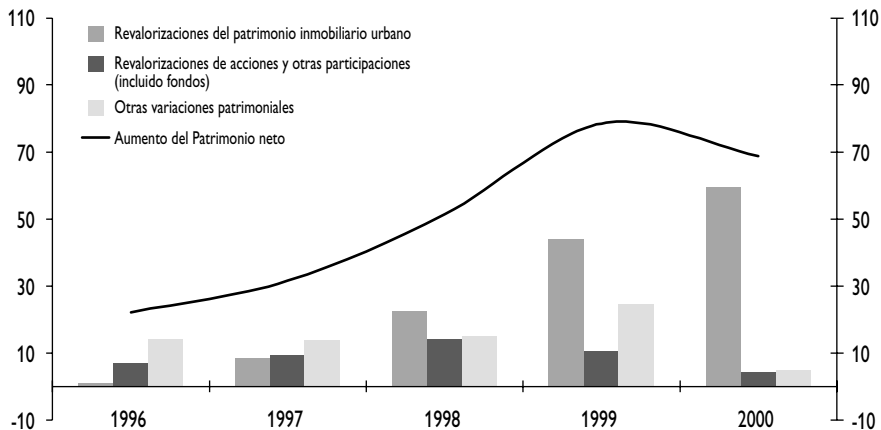
Después de este recorrido por los principales rasgos del *boom* inmobiliario, nos detendremos a continuación en el análisis de los hogares y las sociedades no financieras, habida cuenta su importante posición, tanto en el proceso de financiarización de la economía española, como en la pro-

fundización de esa economía de la «adquisición» que venimos mencionando y caracterizando desde páginas atrás.

5. EL PAPEL DE LOS HOGARES: LA «ADQUISICIÓN» MÁS ALLÁ DE LOS FLUJOS DE RENTA Y AHORRO

La consideración de las revalorizaciones bursátiles e inmobiliarias acaecidas en los últimos años resultan imprescindibles para explicar una parte del comportamiento económico emprendido por las familias desde mediados de los noventa. Con la publicación y actualización del *Balance Nacional de la economía española*, ya se demostró que, entre 1996 y 2000, la tasa anual de crecimiento del patrimonio neto de los hogares (20 por 100) fue muy superior a la expansión de la renta (5,5 por 100 anual), o a la del ahorro, que terminó el quinquenio con tasas negativas (-3 por 100 anual). Además, cuando el proceso de revalorizaciones fue más acentuado, esto es, en 1999, el aumento experimentado por la riqueza neta (78,3 billones de pesetas) fue incluso mayor, en términos absolutos, que la Renta Bruta Disponible Ajustada de los propios hogares (71,6 billones). El Gráfico 8.6 ofrece información relevante sobre la contribución de las revalorizaciones de los inmuebles y de la cartera de acciones de este colectivo al incremento del patrimonio neto.

Gráfico 8.6
Contribución de las revalorizaciones al incremento del patrimonio neto de los hogares, 1996-2000
 (billones de pesetas)



Fuente: Naredo y Carpintero, (2002).

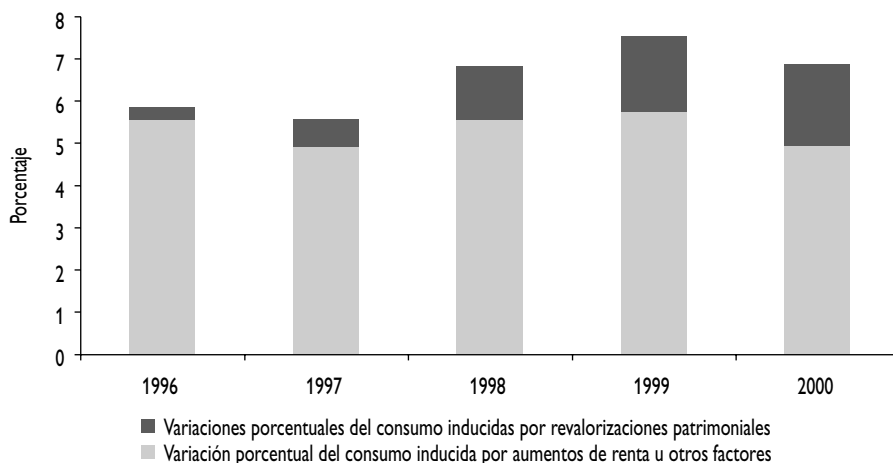
Mientras en los primeros años de la fase expansiva, existía un cierto equilibrio entre ambos tipos de revalorizaciones, en 1999 y, sobre todo en 2000, el desplome en las cotizaciones va a provocar un mayor protagonismo comparativo de los precios inmobiliarios en el enriquecimiento neto de aquellos hogares propietarios de inmuebles. Ambas tendencias han llevado a un resultado que ya se apuntó en la citada publicación, es decir, que la fracción del patrimonio de los hogares dependiente de la Bolsa y del mercado de la vivienda era a finales de la década de los noventa superior al 80 por 100.

Aunque, tradicionalmente, las familias han financiado sus aumentos de consumo con el incremento de sus flujos ordinarios de renta y ahorro; en los últimos quince años, el proceso descrito ha permitido expandir la adquisición de bienes y servicios de los hogares por encima de las posibilidades ofrecidas por el crecimiento de su renta o ahorro, en un fenómeno conocido como «efecto riqueza». Sin embargo, no sólo se trata de que el consumo aumente a mayor ritmo que las variables mencionadas, sino que, también, en ocasiones, se produce un resultado aparentemente incomprensible para el enfoque convencional, a saber: la simultaneidad entre *la disminución de las tasas de ahorro y el progresivo enriquecimiento de los hogares*. Los datos proporcionados por la Contabilidad Nacional apenas ayudan a dilucidar este controvertido resultado, ya que ésta, al preocuparse únicamente de los valores añadidos generados en la compraventa de bienes y servicios, deja de lado aquellos otros valores obtenidos en la compraventa de elementos patrimoniales (bienes inmuebles, acciones, ...). Corolario evidente al carecer, hasta hace poco, los Sistemas de Cuentas Nacionales de la necesaria Contabilidad del Patrimonio que haría posible tal cuantificación⁶².

Pero, a pesar de estas limitaciones, ultimamente han surgido trabajos analíticos con la intención de clarificar el panorama en relación con el «efecto riqueza» en España, que se han hecho eco de investigaciones disponibles ya para otros países⁶³. De estos estudios se desprende que un incremento de las revalorizaciones patrimoniales de un euro, se salda con un aumento adicional del consumo de entre uno y tres céntimos. En el Gráfico 8.7. se muestran los resultados de un trabajo reciente en el que se ha supuesto una media de dos céntimos, suficiente para explicar casi dos puntos porcentuales del incremento del consumo de los hogares en los años finales del ciclo expansivo, lo que supone entre el 23 y el 28 por 100 de la variación total en el consumo de las familias durante esos años⁶⁴. En términos absolutos esta *cantidad suponía en 1999 un gasto adicional de 1 billón de pesetas, mientras que en 2000 dicha cantidad alcanzó los 1,2 billones*.

Para lograr esas ganancias en el consumo a partir de las revalorizaciones patrimoniales, los hogares han tenido previamente que modificar la estructura de su propio patrimonio, sobre todo financiero. Frente al predominio de los depósitos bancarios como forma tradicional de mantener el ahorro durante la década de los ochenta, en los años noventa hemos asistido a una importante mutación en la cartera inversora de las familias.

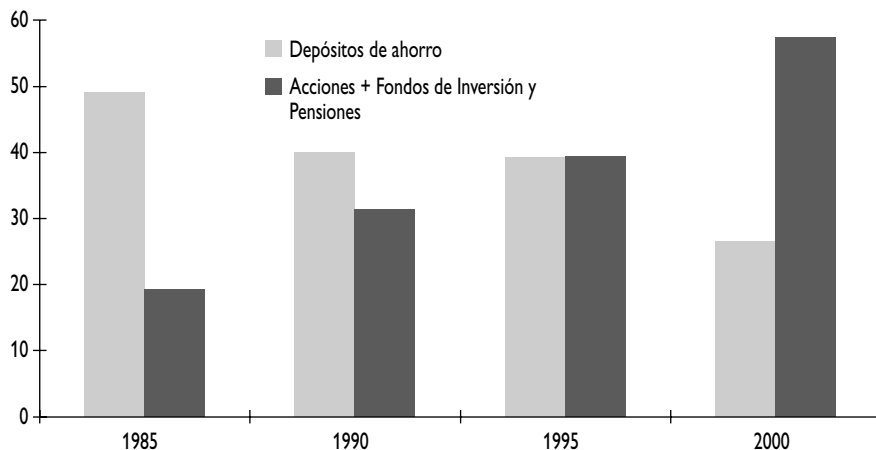
Gráfico 8.7
«Efecto riqueza»: contribución en puntos porcentuales al incremento anual del consumo de los hogares



Fuente: Naredo, Carpintero y Marcos, (2002): «Los aspectos patrimoniales...» *op. cit.*

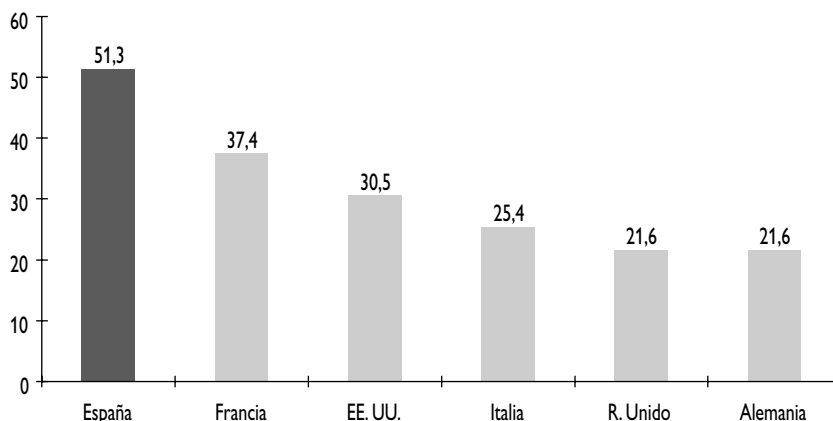
Las expectativas creadas al calor del alza continuado de las cotizaciones produjo un trasvase importante de recursos hacia la compra de acciones y la suscripción de fondos de inversión y pensiones, que tomaron claramente la delantera a los depósitos de ahorro en la última década del siglo XX. Mientras estos últimos veían menguada a la mitad su participación en el patrimonio de los hogares desde casi el 50 por 100 de 1985 hasta el 26,5 por 100 del año 2000, el valor conjunto del stock invertido en acciones, otras participaciones y fondos de inversión, pensiones y seguros —apoyados por desgravaciones fiscales— casi triplicó su participación en el total, desde el 19,2 al 57,3 en el mismo lapso de tiempo (Gráfico 8.8). Dentro de este último apartado, el porcentaje atribuido a las acciones y participaciones ha seguido una senda más errática en estos tres lustros, aunque no se puede decir lo mismo de los fondos de inversión y de pensiones que, en quince años, han multiplicado por 60 veces su valor absoluto, pasando de los 800 mil millones de pesetas en 1985 a los 48 billones con que cierran el siglo en 2000. Una espectacular expansión que se lleva a cabo sobre todo en los años noventa, en los que el número de partícipes en fondos de inversión pasa de 1,1 millones de personas a comienzos de la década, a los 8 millones de 1999. Lo mismo se puede decir de los fondos de pensiones que pasaron de los 627 mil partícipes con que finalizaba 1990 a los 5 millones del año 2000⁶⁵. Esto explica que, los montantes invertidos por sí solos en ambas figuras hayan pasado de representar el 2,5 del patrimonio financiero de los hogares en 1985, a acumular el 25 por 100 quince años después.

Gráfico 8.8
Cambios en la estructura del patrimonio financiero de los hogares, 1985-2000
 (porcentajes sobre los activos financieros totales)



Fuente: Banco de España, *Cuentas financieras de la economía española*.

Gráfico 8.9
Patrimonio financiero de las familias en acciones y fondos de inversión, 1999
 (porcentajes)



Fuente: FUNCAS, citado en: Bolsa de Madrid, (2001): *Informe de mercado 2001*, p. 133.

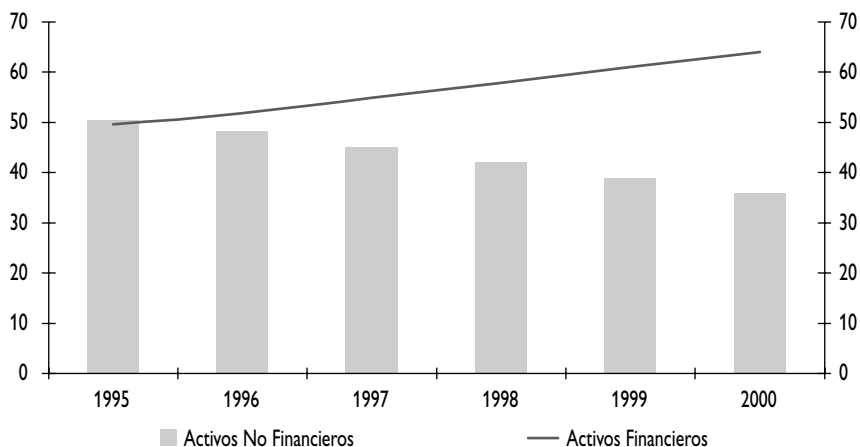
Se comprende, entonces, que España alcance un nuevo récord también en esta ocasión: los hogares españoles, con el 51 por 100 de su riqueza en forma de acciones y fondos de inversión en 1999, aparecen como *los que poseen el mayor porcentaje de su riqueza financiera invertida en los mercados financieros*, más de 20 puntos por delante de las familias estadounidenses (con el 30,5 por 100), 14 por encima de las francesas (37 por 100) y casi 30 puntos en el caso de los hogares alemanes (21,6 por 100), como se puede apreciar en el Gráfico 8.9.

Así las cosas, y siendo tan elevado el porcentaje del patrimonio de los hogares que se hace depender de los vaivenes sufridos por los mercados financieros, parece claro que la exposición de las familias ante las consecuencias negativas del cambio de ciclo económico agrava aún más una situación ya de por sí frágil. Pues si bien es cierto que el aumento de la riqueza les permite acudir al endeudamiento sin quebrar su ratio de solvencia —medido a través del porcentaje de su deuda respecto al patrimonio—, en el momento en el que el proceso de revalorizaciones y la burbuja se desinfla, suelen surgir complicaciones habida cuenta el mayor crecimiento del endeudamiento tanto respecto de la propia renta como del resto de variables patrimoniales. Fenómeno que comenzará a ocurrir a medida que se recorten los ingresos ordinarios y los tipos de interés empiecen a elevarse.

6. «FINANCIARIZACIÓN» DE LAS EMPRESAS NO FINANCIERAS: LAS VENTAJAS DEL NUEVO «SEÑOREAJE» Y LA «ADQUISICIÓN» MÁS ALLÁ DE LOS RESULTADOS DEL NEGOCIO ORDINARIO

No obstante, conviene subrayar que las transformaciones patrimoniales sufridas por las empresas españolas en los cinco últimos años han sido, si cabe, más espectaculares que las relacionadas con los hogares; lo que, de paso, avala también la consideración de los aspectos patrimoniales para enjuiciar los problemas y las perspectivas de las sociedades no financieras en los últimos años. En primer lugar, llama la atención el «giro patrimonial» que desde mediados de los noventa se ha producido en la estructura del balance del colectivo de empresas no financieras en nuestro país. Un giro que podríamos calificar de histórico, habida cuenta la creciente vinculación y dependencia que muestran los resultados ordinarios de las sociedades *no financieras* respecto del manejo de operaciones generalmente vinculadas a la esfera de lo *financiero* (compra-venta de acciones, fusiones y adquisiciones, etc.). Este hecho ha provocado una reducción considerable en la importancia de los activos *no financieros* («reales») en el balance de las empresas: en 1995 solo el 36 por 100 de los activos totales de las empresas no financieras eran activos *no financieros*, mientras que en 2000 casi el 64 por 100 caían bajo el rótulo de activos financieros. El Gráfico 8.10. ilustra este proceso de «financiarización» de la actividad de las sociedades, avalado porque en muchos casos los beneficios obtenidos con estas prácticas se han mostrado muy superiores a los arrojados por el negocio ordinario. Al igual que ocurría en el caso de los hogares y la economía en su conjunto, se ha producido un creciente divorcio entre los valores patrimoniales y los flujos y stocks de capital de las empresas ligados a su actividad «normal». Ya

Gráfico 8.10.
La «financiarización» de las empresas no financieras, 1995-2000
 (porcentajes sobre los activos totales)



Fuente: Banco de España: *Cuentas financieras y Central de Balances*.

sea por el lado del activo o por el del pasivo, las tasas de crecimiento del valor de las acciones emitidas o adquiridas entre 1995 y 2000 han *triplicado* o *cuadruplicado*, respectivamente, al incremento de variables ordinarias como el valor añadido bruto (VAB) —que creció a un ritmo del 6,7 por 100 a precios corrientes— o de los activos no financieros que lo hicieron a una tasa del 6,5 por 100 en las mismas fechas. Asimismo, el ratio activos financieros respecto del VAB casi se ha doblado en apenas seis años, pasando de 1,9 a 3,5, siendo también el causante principal de que la relación entre el patrimonio neto (PN) y el VAB se incrementara casi en un 50 por 100 en el mismo período. No en vano, esta dependencia de las prácticas «financieras» ha hecho que la mala racha atravesada por los mercados bursátiles desde finales de 2000 repercutiera desproporcionadamente en el resultado de las empresas no financieras un año más tarde, durante 2001⁶⁶.

Para bien o para mal, la posibilidad de utilizar el repertorio de instrumentos financieros sólo está al alcance de unas pocas empresas a nivel nacional de modo que esta tendencia a la «financiarización» de la actividad ha venido a acentuar las diferencias que se observan dentro del colectivo de empresas que componen el grupo. Cabe anticipar que tal polarización no sólo se ha producido entre las posibilidades de las sociedades que cotizan en Bolsa y las que no pueden acceder a los mercados de capitales⁶⁷, sino que las diferencias tampoco desaparecen cuando descendemos al detalle de las propias empresas cotizadas. Por ejemplo, en 2001, mientras el 0,96 por 100 de las compañías que cotizaban en la Bolsa de Madrid —esto

es, 14 empresas— representaban el 73 por 100 de la capitalización total con un capital de más de 5.000 millones de euros por empresa, el 91 por 100 de las sociedades quedaban por debajo de los 100 millones de euros de capitalización, acumulando apenas el 2,4 por 100 del volumen total⁶⁸. Una concentración de la propiedad que ha ido en paralelo al crecimiento sustancial del número de sociedades que se han sumado a este proceso vía admisión a la cotización y que se han multiplicado por cuatro desde 1995, pasando de 366 a las 1.036 en 2000 y 1.480 de 2001.

En otro lugar hemos explicado con más detalle⁶⁹ cómo a este proceso de «financiarización» de las empresas *no financieras* han contribuido tanto las revalorizaciones de los títulos ya existentes como las nuevas emisiones, préstamos y ampliaciones de capital que, actuando como «dinero financiero»⁷⁰, han acompañado al proceso de fusiones y adquisiciones. Se recordará que, en páginas atrás, al hablar de las adquisiciones de empresas extranjeras (latinoamericanas) por parte de sociedades españolas, se apuntó que este proceso fue en buena parte posible gracias a las recurrentes operaciones de ampliación de capital de las propias empresas españolas. Como reconoce el *Informe de Mercado 2000* de la Bolsa de Madrid:

«...entre las grandes operaciones del año figuran aquellas que se han realizado intercambiando acciones de una empresa cotizada en la Bolsa de Madrid por un volumen muy considerable de acciones de empresas cotizadas en otros mercados. La expansión exterior de las empresas españolas está estrechamente relacionada con la capacidad que ofrece el mercado (bursátil) español para financiar las adquisiciones (...): las empresas españolas toman participaciones en empresas de otros países (especialmente en Latinoamérica) financiando esas adquisiciones con fondos captados fundamentalmente en el mercado nacional a través de ampliaciones de capital. Los tomadores de esas acciones domésticas compran «indirectamente» acciones extranjeras, las de las empresas adquiridas. El desarrollo del mercado ha facilitado la instrumentación de operaciones de fusión y adquisición de empresas. La compañía que actúa como absorbente ofrece a los accionistas de la compañía absorbida acciones de la nueva compañía. El precio, la estrategia de futuro y, en suma, las expectativas que ofrece la nueva empresa son juzgadas por los accionistas y por el mercado en su conjunto. La posibilidad de comprar otras empresas pagando con acciones propias hace que las empresas que lanzan la oferta se conviertan, de algún modo, en un banco emisor puesto que pueden comprar activos con el nuevo papel que emiten (sus propias acciones). Grandes operaciones de fusiones y adquisiciones como las realizadas por Telefónica, Repsol, Terra, Altadis y otras de menor dimensión pero abundantes en 1999 y 2000, suponen ampliaciones de capital de gran volumen para canjear por las acciones de otras empresas que estaban en manos de inversores de otras bolsas extranjeras»⁷¹.

Se comprende entonces que, en este escenario, el panorama patrimonial del grupo de las empresas no financieras se viera trastocado por las grandes operaciones *financieras* realizadas por las principales sociedades. Pero el mecanismo del «dinero financiero» descrito, no sólo permite expandir la capacidad adquisitiva del que lo genera sino que, al igual que ocurre con el dinero de curso legal, y también con el dinero bancario, conlleva una importante prerrogativa nada despreciable: lo que se ha denominado históricamente como «señoreaje», esto es, la diferencia entre el coste de fabricación de los medios de pago y el valor monetario incorporado a los mismos. Se sabe que, en la actualidad, el «señoreaje» de los gobiernos —o Bancos Centrales— coincide prácticamente con el valor monetario del papel moneda, habida cuenta el coste casi nulo de fabricación de billetes. Pero mientras que a nadie sorprende que esta práctica se haya convertido en una fuente de ingresos públicos que en algunas épocas ha sido realmente importante, viene pasando totalmente desapercibido otro hecho igual de relevante: en la medida en que ha disminuido esa capacidad del sector público, se han incrementado los «ingresos *privados* de señoreaje» como consecuencia de la creación de dinero bancario⁷² y «financiero». Es evidente que, en este último caso, el coste de anotación en cuenta de las acciones es muy inferior al valor de las mismas, lo que permite un beneficio añadido al estricto canje por acciones de otras compañías como medio de pago para su futura adquisición. De igual forma, aunque se han realizado varios estudios que han cuantificado el montante obtenido por el Estado a través del señoreaje⁷³ —calculando el porcentaje representado por el crecimiento de la base monetaria (efectivo en circulación más depósitos bancarios) respecto del PIB a precios corrientes— no se ha realizado el mismo análisis en el caso del sector privado.

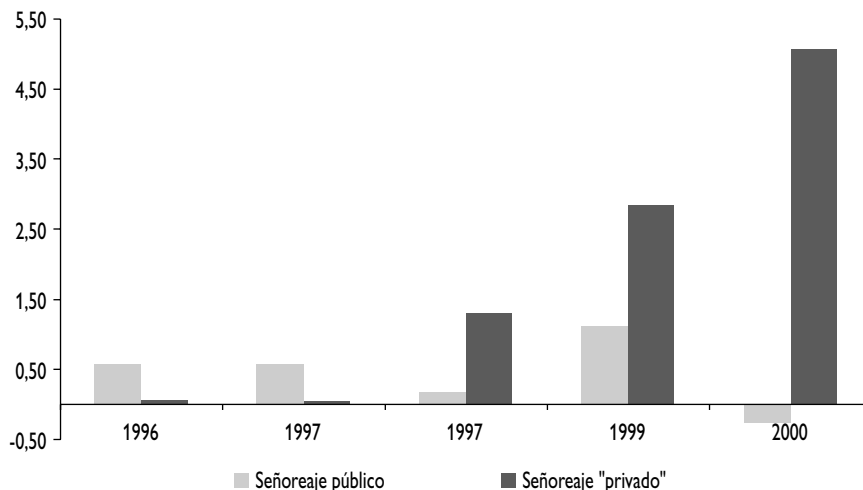
Por esta razón, hemos querido realizar un pequeño ejercicio, repitiendo el cálculo para el caso de España en el último quinquenio del siglo XX, pero esta vez comparando la dimensión del

Tabla 8.15.
Indicadores de señoreaje público y «privado» de la economía española, 1996-2000

Billones de pesetas	1996	1997	1997	1999	2000
PIB pm a precios corrientes (1)	77,24	82,06	87,55	93,69	100,87
Crecimiento de la base monetaria (2)	0,45	0,47	0,16	1,05	-0,26
Crecimiento ampliaciones capital (3)	0,05	0,05	1,15	2,67	5,10
Porcentaje sobre el PIB					
«Señoreaje» público = (2) / (1)	0,58	0,58	0,19	1,12	-0,26
«Señoreaje privado» = (3) / (1)	0,07	0,06	1,31	2,85	5,06
Ratio: «privado»/público	0,12	0,10	6,89	2,54	19,4

Fuente: Elaboración propia con datos del INE y Bolsa de Madrid. El ratio se toma en valor absoluto.

Gráfico 8.11
Comparación entre el señoreaje público y el señoreaje «privado», 1996-2000
 (porcentajes del PIB)



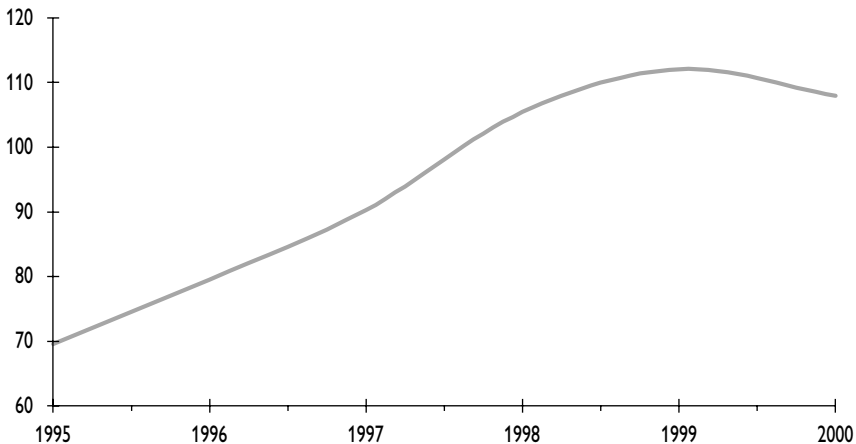
Fuente: *Ibidem*.

señoreaje público con el importe estimado del señoreaje «privado» achacable a las empresas españolas en concepto de creación y utilización de «dinero financiero». La Tabla 8.15. y el Gráfico 8.11 revelan la importancia de este «señoreaje privado» cuyo importe en los tres últimos años de la década de los noventa superó ampliamente al crecimiento en los ingresos públicos por el privilegio de la emisión de dinero de curso legal, sobre todo en el año 2000, en el cual, el «señoreaje» público descendió, mientras que el incremento en las ampliaciones de capital de las empresas por canje de acciones se expandió considerablemente, con un crecimiento respecto del año 1999 de 5,1 billones de pesetas, es decir, el 5 por 100 del PIB para ese mismo año.

Por tanto, dado que las acciones y otras participaciones utilizadas generalmente como medio de pago en los procesos de fusiones y adquisiciones forman parte tanto del pasivo como del activo de las empresas, éstas últimas serán protagonistas del proceso por ambos lados del balance, haciendo que las propias empresas aparezcan poco a poco como uno de los agentes principales en la propiedad de otras empresas, en detrimento de los tradicionales propietarios, esto es, hogares e instituciones financieras. Entre otras cosas porque mientras el capital social (pasivo) en forma de acciones y participaciones se multiplicaba por tres entre 1995 y 2000, creciendo a una tasa del 20 por 100 anual —aunque con un declive del valor de las acciones en 2001⁷⁴—; el valor de las acciones y otras participaciones (excluidos fondos de inversión) propiedad de esas mismas empresas se incrementaba en 4,4 veces, a razón de casi el 30 por 100 cada año. Asimismo, cabe subrayar que, en lo que concierne al valor de los títulos cotizados en

poder de las mismas empresas no financieras, éste aumentó en 7,3 veces, a un ritmo de crecimiento anual del 40 por 100, mientras el valor de las acciones emitidas por las empresas cotizadas «sólo» lo hacía en 3,7 veces en ese mismo período. Semejantes diferencias no pueden ser sólo achacadas a que en el activo de las empresas no financieras se incluye también la adquisición y revalorización de acciones y participaciones de bancos y sociedades financieras, pues su escaso montante apenas supone el 10 por 100 de la cartera total. Más bien cabe atribuirlo a la expansión de lo que podríamos denominar *autocartera del grupo*, es decir, de las acciones emitidas por las empresas no financieras y adquiridas por otras empresas no financieras, y que han tenido el efecto de espolear convenientemente las cotizaciones hasta finales de los noventa, para después protagonizar también el desplome de las bolsas en 2001 y 2002. De paso, las empresas se convirtieron en las principales propietarias de acciones cotizadas (de todo tipo) después de las familias y el resto del mundo. Entre 1998 y 2000 las empresas *cuadruplicaron* su participación en la propiedad de acciones *cotizadas* desde el 5,4 al 20,2 por 100⁷⁵, debido principalmente a la salida a bolsa de las principales filiales de grupos empresariales que colocaron porcentajes reducidos en el mercado reservando el grueso de las participaciones a la sociedad matriz, acrecentando el activo financiero de su balance a la espera de que las bajas cotizaciones de los últimos meses fueran remitiendo y favoreciesen su colocación a terceros. Este fue el caso de Telefónica

Gráfico 8.12
Evolución de la ratio «Q» para las empresas no financieras, 1995-2000
 (% del valor de las acciones respecto del patrimonio neto)



P. Neto = Activos Financieros - Pasivos Exigibles

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Central de Balances* y las *Cuentas financieras* del Banco del España.

Móviles, Terra, o el Grupo Prisa⁷⁶. Así las cosas, no debe extrañar que, en conjunto, mientras en 1995 las acciones cotizadas apenas representaban el 5 por 100 del total de activos financieros de las empresas, seis años más tarde ya supusieran casi el 15 por 100. Ahora bien, este incremento convivió con una recomposición y traslación geográfica de la cartera de acciones de las propias empresas pues, mientras en 1995 el 74 por 100 de las acciones propiedad de éstas eran de otras empresas no financieras, en 2001 ese porcentaje descendió al 55 por 100, como consecuencia del desplazamiento hacia la compra de acciones de empresas extranjeras, que aumentaron su participación en la cartera desde el 15 hasta el 36 por 100, en una estrategia de expansión a la que ya hicimos referencia⁷⁷.

La evolución patrimonial por el lado del pasivo también nos revela la importancia del mercado bursátil, de las revalorizaciones y del endeudamiento en este proceso. La trayectoria ascendente de la *ratio Q* (valor de las acciones/PN en porcentaje) ofrecida en el Gráfico 8.12 para el conjunto del colectivo de empresas permite analizar tanto el proceso de revalorización de las acciones cotizadas, de las no cotizadas y de otras participaciones (excluidos fondos) por encima de la evolución del patrimonio neto de las empresas; como los episodios de fusiones y adquisiciones protagonizados por empresas españolas en el resto del mundo y soportados en ampliaciones de capital, canje de acciones entre empresas y préstamos.

Procesos todos que, a partir de 2000, experimentan una ralentización consecuencia de la reducción en los flujos de inversión directa hacia zonas como la Unión Europea, Argentina, Chile, Brasil o Méjico, y que en 2001 supusieron una caída del 47 por 100 respecto al año anterior. Se explica entonces que una vez alcanzado el pico de las revalorizaciones en 1999, superando el valor de las acciones al PN en un 12 por 100 según la propia *ratio Q*⁷⁸ (calculada restando el pasivo exigible), comience la «corrección a la baja» en 2000, 2001 y 2002. No debemos olvidar que una buena parte de la estrategia expansiva de las empresas se ha realizado también a través de compras apalancadas que han incrementado considerablemente el volumen de préstamos adquiridos, creciendo éstos durante todo el período muy por encima del VAB, y que al desplomarse las cotizaciones y dejar de funcionar la «creación de valor» han aumentado la dificultades para amortizarlos deshaciendo posiciones. En concreto la *ratio* préstamos/VAB, en porcentaje, pasó de 122 en 2000 a 135 en 2001, fruto del aumento del endeudamiento en un 18 por 100 mientras que el resultado de la actividad ordinaria de las empresas creció solo a un ritmo del 6,7 por 100 a precios corrientes⁷⁹. Parece razonable pensar que a esta evolución de la burbuja bursátil no fue ajena la política de remuneración de los ejecutivos de las propias empresas cotizadas que, como beneficiarios de la estrategia de «creación de valor» a través de las opciones sobre acciones, percibían una parte importante de sus emolumentos en función de unas cotizaciones artificialmente elevadas⁸⁰.

7. REFLEXIÓN FINAL SOBRE LAS PARADOJAS «ECOLÓGICAS» DEL INTERÉS COMPUESTO: DINERO, RIQUEZA Y DEUDA

Es sabido que la expansión y el crecimiento *material* de la economía aparece ligado, en pura teoría, al aumento de los activos y pasivos *financieros* que emite ese país para reflejar, en el ámbito monetario, el crecimiento del stock de capital físico⁸¹. A la vista de los datos y de la fuerte diferencia entre las tasas de crecimiento de magnitudes «reales» como la inversión y su reflejo financiero cabe preguntarse hasta qué punto el crecimiento del patrimonio se ha basado en el aumento del stock físico, (del cual los activos financieros no serían más que un reflejo), o más bien el crecimiento que se observa ha sido fruto de las revalorizaciones de los activos ya existentes consecuencia de la especulación creada al calor de las alzas de los mercados bursátiles en la década de los ochenta y noventa. No parece muy lógico que si la riqueza material y su capacidad de incremento poseen un carácter finito (dado a su vez por las leyes de la termodinámica), el dinero, que no es más que su reflejo monetario, pueda expandirse infinitamente sin caer en un contrasentido. Fue precisamente esta circunstancia, esta asimetría entre la realidad medida (la riqueza finita) y la vara para medirla (el dinero que puede crecer indefinidamente) la que llevo a autores como Frederick Soddy a criticar este razonamiento⁸². Pensaba el científico británico que, argumentando de este modo, se caía en el error de confundir la expansión de la deuda con el crecimiento de la riqueza⁸³. A través del dinero, no sólo se asigna un «equivalente» financiero a la riqueza material, sino que hemos dejado atrás las restricciones impuestas al aumento de ésta, para razonar en términos de valores de cambio que al no tener una dimensión física pueden expandirse ilimitadamente. Pero no es cuestión de repetir aquí los argumentos de Soddy ya expuestos en el capítulo primero de este trabajo. Tan sólo cabe mencionar que su formación en ciencias de la naturaleza (químico prestigioso a comienzos de siglo XX que fue laureado con el Premio Nobel en 1921), le obligó a luchar contra la falacia de un instrumento que, como el dinero, expandiéndose a «interés compuesto», pretendía dar cuenta de una realidad que físicamente no podía seguir esa senda. Y así, interrogándose sobre la verdadera fuente y naturaleza de la riqueza, Soddy estableció que la vida humana dependía del *flujo* continuado de energía solar siendo ésa la verdadera riqueza de la comunidad. Una riqueza que, por su propia naturaleza, sólo podía ser *gastada* por la humanidad pero no *ahorrada*. A la vista de esta definición, el británico hacía además un distingo pertinente respecto a la clasificación de algunos activos económicos dentro de la categoría de riqueza: «el flujo de energía puede tomar cuerpo en períodos cortos en algún producto concreto, en alimentos que se pudren, en casas que se tornan inhabitables a menos que continuamente las reparamos, y en todos los activos tangibles de nuestra civilización, vías de ferrocarril, carreteras y otras obras públicas, fábricas y muelles de los puertos, barcos,

etc. (...) necesitando un gasto anual cada vez mayor de nueva riqueza para mantenerlos en funcionamiento, e incluso así quedan obsoletos a cada nuevo adelanto de la ciencia. Esos activos acumulados no deben ser clasificados como riqueza acumulada, sino, en el mejor de los casos, como ayudas para mantener e incrementar la riqueza, que es el ingreso de energía utilizable. La verdadera riqueza es este ingreso y *no puede ser ahorrada*»⁸⁴.

A diferencia de la riqueza de la comunidad, la naturaleza de la riqueza individual es, sin embargo, muy diferente, pues «...el miembro individual ordinario de una comunidad moderna en la inmensa mayoría de casos no posee suficiente riqueza para mantenerse vivo ni una semana. Mediante fichas o vales legalizados en la forma de dinero (...) la comunidad reconoce su deuda hacia el poseedor de esas fichas o papeles y faculta a esos individuos a requisar una parte de la corriente de riqueza real que fluye a través de los mercados en un momento dado»⁸⁵. Por tanto, desde el punto de vista individual, la preocupación principal es que cada uno obtenga una fracción mayor del ingreso en su propio beneficio. *En la medida en que alguien sea capaz de generar dinero autónomamente, estará poniendo a su servicio una porción mayor del ingreso general de la comunidad. La identificación entre el Estado y el conjunto de la población exige, sólo en principio, de buscar culpables en la administración pública. Sin embargo, sabemos que en las economías modernas, existen dos agentes, el sistema bancario privado y las empresas que, fruto del marco institucional que lo permite, son capaces de generar medios de pago aceptados por el resto de los agentes económicos. Por tanto, en la medida en que se expandan estas formas de creación de dinero, mayor será la concentración y apropiación privada del ingreso y la riqueza común.*

Pero el dinero, desde el punto de vista financiero, constituye un pasivo para aquella institución que lo emite. Y uno de los problemas fundamentales con la expansión del dinero o de los activos financieros muy líquidos es que la relación deuda/riqueza se quiebra. En efecto, el poder de los bancos comerciales para crear dinero en las sociedades actuales —y de determinadas empresas para emitir pasivos financieros aceptados en los mercados como contrapartida de pago— permite la expansión de la deuda a un ritmo muy superior al crecimiento de la riqueza. Así, al poder reproducirse la deuda y los activos financieros sin la mediación de un activo real, adquiere pleno sentido el auge de lo «inmaterial» y de esa economía de «casino» que se *auto-reproduce* y cuyas características para España hemos intentado desbrozar en los apartados anteriores. Este mecanismo de expansión desenfrenada de la deuda llevó a Herman Daly a rescatar las viejas ideas de Soddy reseñadas al comienzo de este trabajo denunciando que: «El dinero es una forma de deuda de la comunidad o de la nación, poseída por el individuo y debida por la comunidad, intercambiable a la demanda en riqueza por transferencia voluntaria de otro individuo que quiere separarse de la riqueza a cambio de dinero. El valor del stock total de dinero no es determinado por el stock de riqueza en existencia (o por el flujo de la nueva producción)

sino, de una manera curiosa, por la riqueza que los individuos piensan que existe pero que en realidad no existe»⁸⁶. En definitiva, lo que Soddy llamó *riqueza virtual*.

Años después, algo parecido fue declarado por una persona tan poco sospechosa de heterodoxia como James Tobin cuando afirmaba que: «La riqueza de la comunidad tiene dos componentes: los bienes reales acumulados por la inversión real del pasado y los bienes fiduciarios o de papel fabricados por el gobierno a partir del aire. Por supuesto, la riqueza no humana de una nación como ésta consiste “realmente” sólo en su capital tangible. Pero como los habitantes de la nación lo ven individualmente, la riqueza excede el stock de capital tangible por el tamaño de lo que podemos denominar emisión fiduciaria. Esto es una ilusión, pero sólo una de las muchas falacias de composición que son básicas a cualquier economía o sociedad. La ilusión puede ser mantenida inalterada mientras la sociedad no trate de convertir toda su riqueza de papel en bienes»⁸⁷. Aunque no sólo pasa esto a la hora de transformar el papel en productos tangibles. El carácter ilusorio de esta riqueza se evidencia también cuando se hacen ciertos los riesgos del mecanismo de creación del dinero bancario. Los fenómenos de «estampidas de depositantes» hacia los bancos protagonizados por la población que quiere convertir sus depósitos en dinero contante y sonante expresan que, si la riqueza financiera se quiere hacer líquida *simultáneamente*, se produce un colapso general. Pero se puede ir más allá. Algo parecido ocurre con el principal componente del «dinero financiero», las acciones, cuyo valor bursátil suele exceder ampliamente al capital desembolsado e, incluso, a los «recursos propios» de las empresas que las emiten. Lo cual dio pie a que hace ya casi un siglo Rudolf Hilferding calificara al valor bursátil de las acciones de «capital ficticio»⁸⁸. Pues aunque las bolsas de valores permitan convertirlo en capital monetario mediante la venta de acciones, esto solo puede ocurrir para fracciones muy pequeñas del total de acciones emitidas: cuando se trata de generalizar esta conversión el desplome de las cotizaciones origina situaciones de pánico que evidencian la importancia del componente «ficticio» de este capital. El mercado bursátil como expresión, tanto del valor de la riqueza financiera de los poseedores de acciones, como del «dinero financiero» emitido por las compañías a través de las correspondientes ampliaciones de capital por el sistema de canje, sufren de la misma ilusión. Baste recordar el hecho reiterado por el cual, en el mismo momento en que los propietarios de acciones desean rentabilizar *masivamente* su inversión vendiendo sus participaciones, el resultado es que las cotizaciones se desploman, y el valor en Bolsa de las compañías desaparece⁸⁹.

La asimetría constante entre el flujo de riqueza en forma de energía solar disponible en el sentido de Soddy, y su contrapartida monetaria, es algo que desde hace tiempo ha venido interrogando a los ecólogos con preocupaciones y vocación económico-social. Recuérdesse que la inclusión de la especie humana en la reflexión ecológica no fue tarea fácil, y menos aún la influen-

cia que los instrumentos diseñados por la humanidad tuvieron sobre el entorno. Ramón Margalef ha expresado atinadamente una intuición sobre las relaciones entre el dinero y la reflexión ambiental que ha recorrido las preocupaciones económico-ecológicas de los últimos años y que entronca con lo ya mencionado.

«Hay un tema —afirma Margalef— que se suele esquivar de ordinario y es el significado del dinero en todas estas cuestiones. H.T. Odum en algún momento consideró los flujos de energía, en el modelado de sistemas ecológico-económicos. Pero cada vez con más frecuencia el dinero que se mueve en los ciclos de especulación, es decir que no representa un flujo inverso al flujo de materiales, llega a ser dominante. Y, por añadidura, universal. El dinero es una convención social, muy respetada, por supuesto, sacralizada, que da poder. En este sentido cualquier biólogo sin prejuicios encontrará una analogía entre el numerario y el instinto territorial de muchos animales que es presentado por otros individuos de su especie como resultado de cierto consenso colectivo, generalmente específico, pero que a veces se extiende entre especies próximas (...) Lo cierto es que el dinero es una convención estrechamente relacionada con (...) la capacidad de maniobra en el propio uso de los recursos que da el dinero. Soy de la opinión de que el poco éxito de los intentos de conectar de algún modo las ciencias de la economía y de la ecología, proceden en gran parte de la dificultad, más inconsciente que consciente, de alcanzar un consenso común acerca de la definición no sólo económica, sino también biológica, de esta convención de cambio [el dinero] que, con la mayor trabazón del planeta, se va convirtiendo en un mecanismo que contribuye mucho más a la desigualdad que a la regulación de los flujos naturales en un mundo considerablemente humanizado»⁹⁰.

Cabe concluir por tanto que el juego financiero se revela hoy un instrumento de primer orden en la «adquisición de riqueza» de los agentes económicos. Pero este juego conlleva también el aumento de la desigualdad entre beneficiarios y perjudicados y también entre participantes y ajenos al mismo, habida cuenta la capacidad que en la actualidad tienen tanto el sistema bancario como las propias empresas para fabricar los instrumentos que posibilitan dicho juego. O, terminando con Soddy, dado que las actuales economías de los países ricos se han cimentado sobre el gasto de la riqueza almacenada por la naturaleza durante miles de años, parecemos abocados a abrir «...un período de reflexión en el cual habrá unas entrevistas muy incómodas entre la civilización y su banquero»⁹¹.

NOTAS

¹ SODDY, F., «Economía Cartesiana: la influencia de la ciencia física en la administración del estado»; en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía ecológica*, op. cit., p. 157.

² DALY, H., «Dinero, Deuda y Riqueza Virtual», *Ecología Política*, 9, 1995, p. 71.

³ NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995)*, Madrid, Siglo XXI, 1996, p. viii.

⁴ NAREDO, J. M., y CARPINTERO, O., *El Balance Nacional de la Economía Española (1984-2000)*, Madrid, FUNCAS, 2002.

⁵ Por ejemplo, en los comienzos del siglo XX, el grueso de la inversión directa fue en sentido Norte-Sur y se concentró básicamente en la industria de recursos naturales y en el transporte. Así, en 1914, el 84 por 100 de los flujos de inversión directa con origen en el Reino Unido se colocaron prioritariamente en dichos sectores, mientras que en el caso de Estados Unidos, el porcentaje de inversión que fue a parar a los mismos alcanzó también un tamaño considerable: el 68 por 100. Vid. HOUSTON, J., y DUNNING, J., *U.K. Industry abroad*, London, Financial Times Books, 1976; WILKINS, M., *The Emergence of Multinational Enterprise: American Business Abroad from the Colonial Era to 1914*. Cambridge Mass, Harvard University Press, 1970. Citado en: GRAHAM, E. M., «Foreign Direct Investment in the World Economy», 1995, en *IMF Staff Studies for the World Economic Outlook*, Washington, D.C. 1995, p. 123.

⁶ La aparición, a comienzos de los noventa, del Quinto Manual de la Balanza de Pagos del FMI, que ha servido de guía para la elaboración de las correspondientes balanzas en cada país, ha introducido importantes cambios que no permiten enlazar fácilmente los datos anteriores y posteriores a esa fecha. Además de aparecer nuevas rúbricas, el contenido de las diferentes balanzas ha cambiado, por lo que, a la hora de establecer comparaciones, es preciso tenerlo en cuenta. Por ejemplo, mientras en la antigua metodología la balanza por cuenta corriente se acompañaba de la balanza de capital desglosada a su vez en la de capital a largo plazo (con la inversión extranjera, las transferencias de capital y los préstamos) y la de capital a corto plazo (con depósitos bancarios y otros activos con un plazo menor a un año); la nueva metodología recoge las transferencias de capital en una cuenta específica englobando en la cuenta financiera el resto de las operaciones que figuraban en la balanza de capitales junto con los movimientos de reservas y el resto de partidas de ajuste.

⁷ Por ejemplo, la OMC, en su informe de 1996 define la IED como aquella en que «...un inversor radicado en un país (el país de origen) adquiere un activo en otro país (el país receptor) con la intención de administrar ese activo. El elemento de administración es lo que diferencia a la IED de una inversión en cartera de acciones, obligaciones y demás instrumentos financieros extranjeros.» (p. 56). El Quinto Manual de Balanza de Pagos del FMI fija en el 10 por 100 el porcentaje a partir del cual se considera que una participación conlleva un poder sobre la administración de la sociedad y es el criterio utilizado para la elaboración contable.

⁸ MARTÍNEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A., *Capitalismo extranjero en España*, Madrid, Cupsa, 1978, p. 231.

⁹ Véase a este respecto dos obras fundamentales que, con mordiente crítico, analizan la entrada de capital extranjero en España hasta finales de los setenta: MUÑOZ, J.; ROLDÁN, S., y SERRANO, A., *La internacionalización del capital en España*, Madrid, Cuadernos para el Diálogo, 1978; y MARTÍNEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A., *Capitalismo extranjero en España*, op. cit.

¹⁰ MUÑOZ, J., et al., *La internacionalización...op. cit.*, pp. 21-26. También aquí se apunta que, el Informe Dean de 1954, ya recogía claramente el interés de Estados Unidos para que España eliminase las trabas a las inversiones extranjeras. En las páginas 22-25 del libro de Muñoz, Roldán y Serrano, se recogen una serie de declaraciones de industriales y banqueros españoles muy ilustrativas de la influencia interna. Entre ellas, merece la pena reproducir la del Marqués de Deleitosa, por su elocuencia: «Yo creo que el proceso de nuestro desarrollo económico tiene que fundamentarse en estas relaciones con el extranjero, y no porque nos haga falta capital, porque eso, al fin y al cabo, podemos encontrarlo en nuestro mismo ahorro y en nuestras reservas pero considero que tiene mayor valor asegurarse, a través de esos contactos, la ayuda técnica, los royalties de procedimientos de fabricación, las licencias, todo ello unido a la conveniente colaboración con las grandes firmas industriales que mantienen constantemente el trabajo y que conocen, al mismo tiempo, los mercados que pueden absorber esa producción industrial. Es necesario crear un clima que resulte propicio para encontrar estas colaboraciones, y nosotros, los banqueros podemos aportar nuestro grano de arena para conseguir que se intensifiquen las relaciones de orden financiero y de orden industrial que derivan hacia tratos de asociación con las firmas extranjeras que ya tienen una técnica y una experiencia probada... Resulta más eficaz y más barato pagar una licencia que montar centros de investigación» (Declaraciones al regreso de un viaje por Estados Unidos, Gran Bretaña e Italia), en: *El Economista*, 24 de febrero de 1962, p. 392), citado en *ibid.*, p. 25).

¹¹ Ejemplos desde este punto de vista convencional para la reflexión a largo plazo hasta finales de los ochenta y comienzos de los noventa, pueden encontrarse en el artículo de BAJO, O., y SOSVILLA, S., «Un análisis empírico de los determinantes macroeconómicos de la inversión extranjera directa en España, 1986-1989», *Moneda y Crédito*, 194, 1992, pp. 107-147; y, en un sentido similar: DIEZ DE SERRALDE, S., y MARTÍNEZ CAÑETE, A., «Factores explicativos de la inversión extranjera directa en España (1970-1992)», *Hacienda Pública Española*, 136, 1996, pp. 19-31.

¹² A título de ejemplos recientes pueden consultarse los trabajos de FERNÁNDEZ OTHEO, C. M., «Concentración y especialización regional de la inversión directa extranjera en España», *Economía Industrial*, 335-336, 2000, pp. 67-81; y más centrado en la influencia de las políticas públicas en la atracción de inversiones procedentes del resto del mundo, el de GONZÁLEZ ROMERO, A., y MONTES GAN, V. J., «Pautas de localización sectorial de la inversión directa extranjera en España. Internacionalización y política industrial», *Economía Industrial*, 306, 1995, pp. 55-75. Sobre la relación positiva que se percibe entre los procesos de integración y el auge de la inversión directa en España a través de las filiales de empresas multinacionales véase: CAMINO BLANCO, D., y PRADAS POVEDA, J. I., «Los procesos de integración económica regional y la política de promoción de inversión extranjera directa. Una aproximación al caso español», *Información Comercial Española*, 794, 2001, pp. 163-195.

¹³ Conviene advertir que, en los tres casos, las cifras están expresadas en valores netos, esto es, deducidas las liquidaciones (desinversiones), de modo que los montantes aparecidos en la Tabla 8.4. serán, por su propia naturaleza, doblemente netos.

¹⁴ Real Decreto Ley 1265/86, de 27 de junio, modificado más tarde por los RD 671/1992 y 672/1992 de 2 de julio. La última modificación vigente que deroga a las anteriores y continúa el proceso de liberalización y plena movilidad de capitales es el RD. 664/1999 de 23 de abril sobre inversiones extranjeras.

¹⁵ Un resumen muy bien sintetizado de las diferencias entre los datos proporcionados por la Cuenta Financiera de la Balanza de Pagos (según la nueva metodología) y el Registro de Inversiones Extranjeras del Ministerio de Economía, puede encontrarse en el volumen publicado por éste último, *El sector exterior en 2001-2002*, Madrid, pp. 62-63.

¹⁶ Como sugiere Maitena Duce, a la luz de su experiencia en el Banco de España, es preciso «...tener en cuenta que la evidencia estadística sobre la procedencia de la IDE se encuentra cada vez con mayores dificultades de interpretación si se tiene en cuenta que, por motivos fiscales, una buena parte de la IDE no pertenece a países de la UE se ha canalizado de forma creciente a través de centros financieros europeos (Reino Unido, Holanda, Bélgica-Luxemburgo) o de los llamados paraísos fiscales (Panamá, Antillas Holandesas, Bahamas, etc.), haciendo casi imposible determinar su origen con absoluta precisión». DUCE, M., «El impacto de la integración...», *op. cit.*, 1995, pp. 200-202.

¹⁷ Véase, hasta 1975, los textos citados de MUÑOZ, J., *et al.*, y MARTÍNEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A. Hasta 1985, a modo de resumen descriptivo, sirve lo recogido en REQUEJO, J., *Introducción...*, *op. cit.*, p. 142 y ss.

¹⁸ MINISTERIO DE ECONOMÍA, *Inversiones extranjeras en España*, Madrid, 1998, p. 9.

¹⁹ ONTIVEROS, E., «La apertura financiera al exterior», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.): *Economía española de la transición y la democracia*, Madrid, CIS, p. 379.

²⁰ Véase: *Boletín de Información Comercial Española*, 26-26 de Noviembre de 1989. Citado en NAREDO, J. M., *La burbuja...*, *op. cit.*, p. 38.

²¹ Nótese que, por criterio estadístico, se considera minoritaria una participación inferior al 50 por 100, aunque suele ocurrir que con cifras inferiores se realice un control efectivo de la sociedad adquirida, tal y como establece el criterio del 10 por 100 de la Balanza de Pagos para considerar una inversión como directa.

²² El mecanismo funciona de la siguiente manera. Por ejemplo, una sociedad belga dedicada al transporte realiza una inversión en el exterior a través de una ETVE española comprando acciones de otra empresa portuguesa que tiene participaciones en la ETVE española. De esta forma adquiere posiciones en el mercado portugués pero evitando el pago de impuestos ya sea por los dividendos obtenidos por su participación, o por las plusvalías generadas por su transmisión a terceros. Siempre, en todo caso, que estas gestiones se realicen a través de la ETVE española. En algunos países, la importancia de estos mecanismos es incluso mayor, como lo atestigua el caso de Luxemburgo, donde el 95 por 100 de la inversión extranjera se canaliza a través de entidades de tenencia de valores. Ministerio de Economía, *El sector exterior en 2001-2002*. Madrid, p. 58.

²³ MINISTERIO DE ECONOMÍA, *Inversiones extranjeras en España*, *op. cit.*

²⁴ MINISTERIO DE ECONOMÍA, *El sector exterior en 2001-2002*. Madrid, p. 58.

²⁵ *Ibid.*, p. 58.

²⁶ En algunos años de especial «inestabilidad política» a mediados de los setenta, las desinversiones en cartera fueron mayores que las inversiones, arrojando la variación neta de pasivos un saldo negativo.

²⁷ El Banco de España a la hora de elaborar la *Cuenta Financiera* de la Balanza de Pagos se ha encontrado desde 1993 con dificultades para hacer operativo el criterio, al menos, del 10 por 100 del capital social para calificar una inversión como directa. En este sentido ha adoptado un proceder pragmático que registra como inversión directa *recibida* toda compra de acciones de sociedades *no cotizadas* y como inversión en cartera toda compra de acciones en sociedades *cotizadas*. Cuando se trata de la inversión española en el exterior se mantiene el criterio del 10 por 100.

²⁸ ONTIVEROS, E., «La apertura financiera al exterior», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.): *Economía española de la transición y la democracia*, Madrid, CIS, p. 380.

²⁹ *Ibid.*, p. 381.

³⁰ NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliario-financiera...* *op. cit.*, p. 94.

³¹ *Ibid.*, p. 92.

³² *Ibidem*.

³³ De forma que, por ejemplo, en la actualidad, y con la normativa vigente de 1999, el importe *mínimo* de 3 millones de euros (aproximadamente 500 millones de pesetas) deja ya fuera la mayoría de las viviendas situadas en el litoral y adquiridas cada vez en mayor proporción por extranjeros. Pero el asunto no termina aquí. A la infravaloración ofrecida por el registro para el caso de las compras de no residentes se suma el diferente criterio manejado para registrar la adquisición de inmuebles en el extranjero *por parte de españoles*, donde se reduce el valor mínimo para declarar a la mitad. El efecto final es que, por motivos claramente estadísticos se tiende a *sobervalorar las compras en el exterior a la vez que se infravaloran las ventas a no residentes*. Véase: RD. 664/1999 de 23 de abril, artículos 3f y 6e.

³⁴ Como señala E. Ontiveros, es probable que la mayoría de la inversión en cartera española en el resto del mundo hasta finales de los ochenta tuviera que ver sobre todo con operaciones de cobertura frente al riesgo del tipo de cambio, mediante la compra de activos financieros de renta fija denominados en divisas. Vid. «La apertura...», *op. cit.*, p. 388.

³⁵ Desde este punto de vista la inversión española en inmuebles de no residentes siguió siendo marginal a estos efectos.

³⁶ La importancia alcanzada por este proceso de fusiones y adquisiciones transnacional en la última década, y su relevancia como acicate para la configuración del proceso de globalización económica ha sido puesto de manifiesto en varias ocasiones. Entre la creciente literatura al respecto, véase, a título de ejemplo, el ya citado informe de la UNCTAD, *World Investment Report 2000: Cross-border Merger and Acquisitions and Development*, New York, 2001. En la misma línea, el estudio auspiciado por la OCDE y realizado por KANG, N. H., y JOHANSSON, S., *Cross-border Mergers and Acquisitions: Their Role in Industrial Globalization*, Paris, STI Working Papers, 2000/1, OCDE, 2000.

³⁷ Hay que tener en cuenta que, internacionalmente, en el último quinquenio de los noventa, el proceso de fusiones y adquisiciones transfronterizas ha crecido en paralelo con el mismo fenómeno dentro de las empresas de cada país, manteniéndose siempre la misma proporción sobre el total, ya sea tanto en valor como en número de acuerdos: 25 por 100 para las transfronterizas y 75 por 100 para las nacionales. Véase: UNCTAD, *World Investment Report*, *op. cit.*

³⁸ Hablar conjuntamente de fusiones y adquisiciones puede llevar a engaño. Dado que, según la UNCTAD, apenas el 3 por 100 de estas operaciones a escala mundial se pueden calificar de fusiones, convendría no fomentar artificialmente la imagen de colaboración o cooperación que subyace a la expresión «fusión» y hablar simplemente de adquisiciones, o alternativamente, cambiar el orden de los términos.

³⁹ La expansión ha sido tal que nuestro país ha pasado de representar el 0,25 por 100 del valor de las fusiones y adquisiciones (compras) mundiales en 1995, a protagonizar el 3,20 por 100 cuatro años después, en 1999. UNCTAD, *World Investment...*, *op. cit.*

⁴⁰ La fuente utilizada no permite un nivel de desagregación al detalle. No obstante, y sin menoscabo del papel de las instituciones financieras, el grueso de las operaciones anuales (flujos) de adquisición de acciones del resto del mundo ha sido llevado a cabo por las empresas no financieras. El 58 por 100 en 1995, el 69 por 100 en 1999 o el 67 por 100 en 2000.

⁴¹ La expansión ha sido tal que España ha pasado de representar el 0,25 por 100 del valor de las adquisiciones y fusiones (compras) mundiales en 1995, a protagonizar el 3,20 por 100 cuatro años después, en 1999. UNCTAD, 2001.

⁴² En 1997, 1998 y 1999 las fusiones y adquisiciones en el exterior (compras) por parte de las sociedades niponas ascendieron respectivamente a 2.747, 1.284, y 9.792 millones de dólares; mientras que en el caso de nuestro país las cifras fueron: 8.038, 15.031 y 23.072 millones de dólares. Vid. UNCTAD, 2001. Sin embargo, el importante desplome de 2001 ha hecho retroceder a la economía española al noveno lugar a nivel mundial, sin perder por ello la condición de comprador neto de patrimonio empresarial del resto del mundo.

⁴³ UNCTAD, *World Investment...* *op. cit.* Véase. Dirección General de Comercio e Inversiones (varios años): *Inversiones Españolas en el Exterior*, Ministerio de Economía.

⁴⁴ Esta tendencia hizo que las instituciones financieras hayan visto crecer su propiedad de acciones del resto del mundo (en términos del valor del stock) a una tasa del 59 por 100 entre 1995 y 2000, pasando de acaparar el 23 por 100 de las acciones de no residentes, a alcanzar el 33 por 100 de las mismas en 2000, siendo esto fiel reflejo del proceso de expansión exterior protagonizado por el sistema bancario español con destino a América Latina y la Unión Europea; circunstancia que, como se puede comprobar, se hace patente sobre todo en el caso de determinados países latinoamericanos como Argentina, Brasil y México.

⁴⁵ Una presentación detallada sector a sector de la trayectoria de las empresas multinacionales españolas en Latinoamérica, aunque con un sentido excesivamente laudatorio, se puede encontrar en: DURÁN, J. J., *Multinacionales españolas en Iberoamérica*, Madrid, Pirámide, 1999. Un breve pero conciso contrapunto se puede ver en el artículo de Albert Recio: «Multinacionales españolas», *El Ecologista*, 28, 2001, pp. 17-19.

⁴⁶ BANCO DE ESPAÑA, *Balanza de Pagos*, Madrid, 1999, p. 65.

⁴⁷ GAVALDA, M., «La cuchillada amazónica», *El Ecologista*, 27, 2001, pp. 32-34. También: «Repsol en Bolivia, una transnacional en el Trópico Latinoamericano», *Ecología Política*, 15.

⁴⁸ Véase: LAMARCA, C., «El globalitarismo de las transnacionales», *El Ecologista*, 25, 2001, p. 29.

⁴⁹ COSTA CLIMENT, J., «Una década de inversión española en el exterior», *ICE*, 799, 2002, p. 9.

⁵⁰ Así lo ha puesto de manifiesto el informe de la UNCTAD, 2002, que estima una caída del 50 por 100 en la inversión extranjera directa a nivel mundial, la mayor de los últimos treinta años. En el caso de España, el descenso es muy similar, alcanzando el 47 por 100 para las inversiones directas de España en el exterior y el 26 por 100 en el caso de las inversiones en cartera.

⁵¹ Oportunamente incentivados por las ventajas fiscales ofrecidas en términos de retenciones y tributación.

⁵² CARPINTERO, O.; ECHEVERRÍA, S., y NAREDO, J. M., «Riqueza real y riqueza financiera...», *op. cit.*, p. 369.

⁵³ Véase: NAREDO, J. M., y CARPINTERO, O., *El Balance Nacional...* *op. cit.*, 2002. También, actualizando las cifras del texto anterior: NAREDO, J. M.; CARPINTERO, O., y MARCOS, C., «Los aspectos patrimoniales en la coyuntura económica actual: nuevos datos e instrumentos de análisis», *Cuadernos de Información Económica*, 171, 2002, pp. 26-56.

⁵⁴ Como se señalaba recientemente: «...en Francia el valor de los activos financieros era algo más del doble que el de los activos no financieros y el del patrimonio neto a finales de los noventa, mientras que en España el valor de los activos financieros se acercó, pero no llegó a superar

ni el valor de los activos no financieros ni el del patrimonio neto nacional. El valor de los activos financieros de los hogares superó en 1997, por primera vez en Francia, el valor de sus activos no financieros, cosa que ya había ocurrido antes en EE.UU y que dista mucho de ocurrir en España, como no se desinflen los precios inmobiliarios». NAREDO y CARPINTERO, *El Balance Nacional...*, op. cit., p. 57.

⁵⁵ Al margen del boom de comienzos de los setenta, el primero al que nos referimos abarcó los años 1985-1991, mientras que el segundo comenzó en 1995 y estamos aún inmersos en él, aunque ya se atisban signos de declive. Un análisis pormenorizado del ciclo inmobiliario-bursátil 1985-1991 y su posterior declive puede encontrarse en: NAREDO, J. M., *La burbuja...*, op. cit.

⁵⁶ Como hacíamos notar ya en el capítulo dedicado a los flujos abióticos.

⁵⁷ CALZADA TORRES, J. P., «El sector inmobiliario en España y en Europa», *Bolsa de Madrid*, n.º 110, 2002, p. 30.

⁵⁸ GALLEGO MORA-ESPERANZA, J., «La oferta de suelo en el municipio de Madrid», *Catastro*, 24. Cfr. NAREDO, J. M., *La burbuja...*, op. cit., 1995, p. 63.

⁵⁹ NAREDO y CARPINTERO, *El balance nacional...*, op. cit.

⁶⁰ En 2000 apenas el 7 por 100 del total de viviendas iniciadas eran de protección oficial.

⁶¹ Por ejemplo, en 1990 las propiedades japonesas valían cinco veces más que las de Estados Unidos a pesar de que la extensión de este último país es veinticinco veces superior a la del primero. De hecho, la venta del palacio imperial japonés hubiera bastado para comprar toda California. Véase: Torrero, A., «El final de la burbuja especulativa y la crisis económica de Japón», *Ekonomiaz*, 48, 2001, p. 108.

⁶² Lo que explica la insatisfacción de uno de los autores que, en los últimos años, ha estado más interesado por completar estas lagunas de información. «...la macroeconomía se ha venido debatiendo en una paradójica ambigüedad, afirmando, por una parte, su condición de "crematología" y, por otra, dejando fuera de su red analítica y contable ciertas formas de hacer dinero (...) Nuestra propuesta es romper con esa ambigüedad que ha sido por lo común asilo de sofismas: si decidimos ocuparnos de las rentas monetarias, ocupémonos de ellas con todas sus consecuencias, cualquiera que sea su origen y su destino. Sólo así podremos, después, clasificarlas y enjuiciarlas, junto con las actividades que las generan, a partir de informaciones y criterios que trascienden del campo de lo monetario para desembocar en las valoraciones y juicios políticos, pero en ningún caso ignorarlas». NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliario-financiera...*, op. cit., pp. 40-41. A la preocupación pionera de este autor desde comienzos de los noventa, mostrada en una colección de artículos que, años más tarde, engrosarían el citado volumen de *La burbuja inmobiliario-financiera...*, es preciso añadir la continuación de estas reflexiones a medida que se iban cubriendo las lagunas informativas (Véase: Naredo y Carpintero, *El Balance Nacional...*, op. cit. NAREDO, J. M., «Principales cambios operados en la distribución personal de la riqueza», *Cuadernos de Información Económica*, 169, 2002, pp. 21-29. NAREDO, J. M.; CARPINTERO, O., y MARCOS, C., «Los aspectos patrimoniales en la coyuntura económica actual...», op. cit.

⁶³ Apoyándose en datos del Balance Nacional elaborado por Naredo y Carpintero, resulta esclarecedor el trabajo de FARRÉ, L., *El efecto riqueza sobre el consumo de los hogares españoles: ¿qué explican los datos agregados durante los últimos quince años?*, 2002. Tesina del programa de doctorado del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona. En la misma línea, pero con mayor refinamiento econométrico: BALMASEDA, M., y TELLO, P., «¿Han cambiado los determinantes del consumo privado en España?», *Situación España*, Servicio de Estudios BBVA, julio 2002. Desde el punto de vista internacional son recomendables dos trabajos: el de LUDWIG, A., y SLOK, T., «The impact of changes in stock prices and house prices on consumption in OECD countries», *IMF Working Paper 02/101*, 2002, y el de CASE, K. E.; QUIGLEY, J. M., y SHILLER, R. J., «Comparing Wealth Effects: The Stock Market Versus Housing Market», *NBER Working Paper Series 8606*, 2002.

⁶⁴ NAREDO, J. M.; CARPINTERO, O., y MARCOS, C., «Los aspectos patrimoniales...», op. cit., pp. 28-32.

⁶⁵ Véase: BOLSA DE MADRID, *Informe de mercado 2001*, 2001, pp. 126-128.

⁶⁶ BOLSA DE MADRID, *Informe de Mercado 2001*, op. cit., p. 102; Banco de España, *Boletín económico*, Agosto, 2002, p. 24.

⁶⁷ Según las *Cuentas Financieras* publicadas por el Banco de España, el porcentaje del valor de las acciones cotizadas del total de sociedades (financieras y no financieras) respecto al valor total de las acciones (cotizadas y no cotizadas) ha pasado del 31 por 100 en 1995, al 40 por 100 en 2000 y 2001. Por lo que hace a las empresas no financieras, el porcentaje del valor de las acciones cotizadas, por el lado de los activos, ha pasado de representar el 29 por 100 del total de acciones en 1995 al 43 por 100 en 2001.

⁶⁸ Si bien aquí estarían incluidas también las sociedades financieras, aunque a efectos de lo que queremos demostrar el cuadro no cambia sustancialmente al prescindir de ellas. Vid. Bolsa de Madrid, *Informe...* op. cit., p. 69.

⁶⁹ Véase: NAREDO, J. M., y CARPINTERO, O., op. cit., 2002, pp. 80-92.

⁷⁰ El concepto e implicaciones del «dinero financiero» fueron acuñados por NAREDO, J. M., en su texto: «Principales mutaciones del mundo financiero. Decálogo de la globalización financiera». *Le Monde Diplomatique*, Febrero 2000.

⁷¹ BOLSA DE MADRID, *Informe de Mercado 2000, 2001*, p. 106 (cursiva nuestra). El canje o intercambio de acciones (stock swap) como modalidad para financiar las fusiones y adquisiciones transfronterizas entre empresas ha cobrado una inusual importancia en los últimos años a escala mundial. De representar apenas el 2 por 100 del valor total de fusiones y adquisiciones globales en 1987, hemos pasado a que, en 1999, el 36 por 100 de este tipo de operaciones se había financiado con esta modalidad. UNCTAD, *World Investment Report 2000: Cross-border Merger and Acquisitions and Development*, New York, 2001, p. 239.

⁷² Es cierto que los mecanismos de creación de dinero por parte de los bancos aparecen recogidos en la mayoría de los textos de Macroeconomía, pero su narración se lleva a cabo de una manera normalizada, como si la creación de medios de pago (que no moneda de curso legal) a partir de los depósitos recibidos vía préstamos a terceros, fuera lo más «natural» —más adelante volveremos sobre esto—.

⁷³ Uno reciente que realiza un repaso de esta variable en términos comparados y para el período 1960-1997 es el de ANCHUELO, A., «Indicadores de señoreaje en la Unión Europea», *Cuadernos de Información Económica*, 160, 2001, pp. 95-103.

⁷⁴ El valor de las acciones cotizadas emitidas por las empresas no financieras se redujo en un 1,7 por 100 (por debajo del declive general del 2,5 por 100), mientras que el valor de las cotizadas lo hicieron en un 4,5 por 100. Véase: Banco de España, *Cuentas financieras de la economía española (1995-2001)*, 2002.

⁷⁵ Es este un porcentaje que se sitúa en la media de países de la UE como Francia, Dinamarca y Noruega. Sin embargo, destaca en el extremo superior Alemania, donde las empresas no financieras son las principales propietarias de acciones cotizadas con el 40 por 100 demostrando así la importancia de las participaciones cruzadas en la industria germana, mientras que en el extremo inferior, Inglaterra apenas cuenta con un 3 por 100 de acciones cotizadas propiedad de empresas no financieras, pues dominan las empresas financieras y los inversores institucionales. Vid. GARCÍA COTO, D., «La propiedad de las acciones en las Bolsas europeas», *Bolsa de Madrid*, n.º 10, 2002, pp. 10-17.

⁷⁶ Vid. Bolsa de Madrid, *Informe...*, op. cit., pp. 122-123. Esta cuantificación es posible gracias a que no se consolidan los balances de las empresas de un mismo grupo aunque un análisis posterior demandaría un ajuste contable de estas características.

⁷⁷ Habida cuenta que la «autocartera» experimentó tasas anuales de crecimiento del 25 por 100, se produjo también un aumento de su importancia en el total de los activos financieros, acumulando en 1995 el 21 por 100, y el 26 por 100 en 2000 para, consecuencia del desplome de las cotizaciones, reducir su participación al 24 por 100 en 2001. Fruto de este proceso, en términos globales, dicha «autocartera» ha pasado de representar el 10 por 100 de los *activos totales* del balance a casi duplicar su participación en 2000 con el 17 por 100, contribuyendo en gran medida a la expansión del patrimonio neto de este colectivo de empresas que se duplicó en apenas cinco años, pasando de 73 billones de pesetas a los 146 billones de 2000.

⁷⁸ Alcanzando un máximo histórico aunque inferior, sin embargo, al arrojado por EE UU en esa misma fecha que superó al PN en un 95 por 100. Véase: Board of Governors of Federal Reserve System, *Flow of Funds of United States*, 2000.

⁷⁹ La política de expansión, apoyada en préstamos y obligaciones, comenzó a pasar factura en 2001 incrementando los gastos financieros de las empresas cotizadas en un 39,6 por 100, esto es, muy por encima del crecimiento de los resultados que fueron negativos, aunque esos mismos gastos se «moderan» al 17 por 100 para el total de empresas no financieras al incluir las no cotizadas. Véase: Bolsa de Madrid, *Informe...*, 2002, p. 103; y Banco de España, *Boletín económico*, Marzo, 2002, p. 33.

⁸⁰ Como muestra la evolución de la ratio PER (cotización/rentabilidad) de las acciones que ha crecido considerablemente desde 1995 con un valor de 11,9 doblándose en 1999 (24,9) para descender al 18,6 y al 17,8 en 2000 y 2001, como consecuencia de la explosión de la burbuja bursátil. Del mismo modo, la rentabilidad por dividendos netos pagados se vio mermada simultáneamente al aumento del PER al confiar la remuneración de los accionistas a las plusvalías ligadas a la «creación de valor», cayendo de niveles del 3,8 en 1995 a 1,7 en 2000 y 2,0 en 2001.

⁸¹ El conocido manual de ROJO, L.A., así lo estipulaba hace casi tres décadas al afirmar que «el crecimiento económico va acompañado de una paralela expansión de los activos y pasivos financieros. Así se genera una superestructura financiera conexiónada con la riqueza material del país». ROJO, L.A., *Renta, Precios y Balanza de Pagos*. Madrid, Alianza, 1976, p. 59.

⁸² «...hasta que tengamos un entendimiento más correcto de lo que representa la existencia del dinero, y hasta que su poder de compra no quede fijado tan definitivamente como el sistema de pesos y medidas, no habrá paz en la sociedad, y los sistemas políticos y sociales continuarán estando basados en el engaño». SODDY, F., «Economía cartesiana...», op. cit., p. 157.

⁸³ SODDY, F., *Wealth, Virtual Wealth and Debt*. London Allen and Unwin, 1926. (Una versión sintética de las aportaciones de Soddy a este respecto puede encontrarse en la colección de textos editada por MARTINEZ ALIER, J., *Los principios de la economía ecológica. Textos de P. Geddes, S. Podolinsky y F. Soddy*. Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1995). Abundando en esos aspectos, ha sido DALY, H., quien recientemente ha efectuado una relectura de las propuestas de Soddy en el epílogo a su libro, en colaboración con COBB, J., *For the Common Good*. La versión castellana de este epílogo tiene por título: «Dinero, Deuda y Riqueza Virtual», *Ecología Política*, 9; pp. 51-75. Epílogo cuya reflexión se ha actualizado en su libro: *Ecological Economics and the Ecology of Economics. Essays in Criticism*, Edward Elgar, 1999, pp. 135-167.

⁸⁴ SODDY, F., «Economía cartesiana...», op. cit., p. 155.

⁸⁵ SODDY, F., «Economía cartesiana...», op. cit., p. 155.

⁸⁶ DALY, H., op. cit., p. 61.

⁸⁷ TOBIN, J., «Money and economic growth», *Econometrica*, October, 1965, p. 676. Cfr. H. Daly, op. cit., pp. 55-56.

⁸⁸ HILFERDING, R., *El Capital Financiero*, Madrid, Tecnos, 1985, (e.o. 1910), pp. 101-107.

⁸⁹ Por decirlo con la ironía de los buenos humoristas, esto mismo lo recordaba Máximo en una de sus viñetas (*El País*, 8 de julio de 2002, p. 13): «—El dinero que estamos perdiendo en la Bolsa, ¿dónde va a parar?

—A ninguna parte.

—¿Y eso no va contra las leyes de la física?

—Sí, pero la economía no es una ciencia de la materia, sino de la especulación del espíritu».

⁹⁰ MARGALEF, R., *Una ecología renovada...*, op. cit., pp. 35-36.

⁹¹ SODDY, F., *Matter and energy*, 1912. Citado por Joan Martínez Alier en su: «Réplica a mis críticos», *mientras tanto*, 23, 1985, p. 39.

Conclusiones

Conclusiones

Parece que un libro de estas características, donde hemos tratado de equilibrar el análisis económico-ecológico en su dimensión teórica y empírica —y además para un dilatado período de tiempo— obliga a recapitular y ordenar, si quiera brevemente, las principales aportaciones presentes en sus páginas. Páginas donde, sobre todo, se ha realizado un seguimiento exhaustivo del metabolismo de la economía española —con especial hincapié en la parte relacionada con los inputs de recursos— aportando datos e información relevante para enjuiciar las bases físicas y materiales de funcionamiento de esta economía en el último medio siglo, así como las servidumbres ambientales acarreadas por la estrategia de desarrollo seguida desde hace décadas. Esta información nos ha servido para ejemplificar con España la discusión sobre la medición de la sostenibilidad de las economías industriales en el período 1955-2000, enfocando el asunto en un sentido *fuerte*, esto es, como una cuestión del «tamaño» o escala que el sistema económico presenta respecto del total de la biosfera; utilizado y calculado para ello dos indicadores fundamentales con los que aproximarnos a esa «escala»: los Requerimientos Totales de Materiales y la huella «ecológica» o territorio ecológicamente productivo necesario para satisfacer el modo de producción y consumo de la población española. Las cifras aportadas —con el seguimiento de casi un centenar de sustancias abióticas (no renovables) y 144 flujos bióticos (renovables) durante cuatro décadas y media— permiten analizar con cierta solvencia los principales recursos naturales que han sustentado la estrategia de crecimiento del PIB en España desde los años cincuenta hasta la actualidad; caracterizando *los dos cambios importantes que se han producido en el metabolismo económico de nuestro territorio*. Cambios que explican buena parte de los problemas ambientales que sufrimos ahora, apuntando a su vez la inviabilidad de seguir apostando por un modelo que los reproduce y amplifica agravando su insostenibilidad ecológica.

1. En primer lugar, cabe señalar *la transformación de la economía española desde una economía de la «producción» hacia una economía de la «adquisición»*. En efecto, ésta ha pasado de apoyarse mayoritariamente en flujos de recursos renovables (biomasa agrícola, forestal, ...) para satisfacer su modo de producción y consumo hasta la década de los cincuenta, a potenciar posteriormente la *extracción* masiva de materias primas procedentes de la corteza terrestre y que por ello tienen un carácter netamente agotable. Haciendo tal vez de la necesidad virtud, el 60

por 100 de las 4 toneladas por habitante de energía y materiales que de forma *directa* (domésticos e importados) pasaban por nuestra economía en 1955, procedían de la biomasa vegetal renovable (agrícola, ganadera, forestal y pesquera), mientras que el 40 por 100 restante tenía su origen en los combustibles fósiles y los minerales. Quince años más tarde, en 1970, la cifra se había duplicado alcanzando ya las 8 toneladas, pero los porcentajes se habían trastocado de forma simétrica acaparando los flujos no renovables el 60 por 100 y la biomasa vegetal el 40 restante. En 2000 las 19 toneladas por habitante de requerimientos directos se distribuían ya entre el 70 por 100 para combustibles fósiles y minerales dejando sólo el 20 por 100 para la biomasa, repartiéndose el restante 10 por 100 entre las semimanufacturas importadas y otros bienes. *Lo que permite concluir que la pérdida de peso de la agricultura, la minería y la industria, unida a la creciente terciarización de nuestra economía, no ha originado en España ninguna «desmaterialización» de la misma sino que, por el contrario, dio lugar a una rematerialización continuada desde los años setenta.* De hecho la extracción doméstica y la importación de flujos no renovables se multiplicaron conjuntamente por más de 12 entre 1955 y 2000, pasando de 44 a 522 millones de toneladas; doblando a la expansión del PIB c.f. en esas mismas fechas, y poniendo de manifiesto la estrecha relación existente entre el crecimiento económico y el consumo de recursos naturales. Y aquí cabe resaltar la importancia de los *productos de cantera* que, constituyendo el grueso de los flujos abióticos directos, han sido determinantes en las últimas fases de auge alimentando los sucesivos booms inmobiliarios con una estrategia de aumento del patrimonio inmobiliario —previa destrucción del actualmente existente— que se ha demostrado muy gravosa desde el punto de vista ambiental.

Si a estas cifras de requerimientos directos, ya de por sí impactantes, se le añaden aquellos materiales, denominados flujos *ocultos*, que es necesario remover para obtener los recursos deseados —estériles mineros, movimiento de tierras para la excavación de infraestructuras, descartes pesqueros, restos de cosecha y poda, etc., que por lo general se convierten en residuos porque más tarde no se utilizan— tendremos la suma global de energía y materiales movilizados por la actividad económica, o también llamados Requerimientos Totales de Materiales (RTM). En efecto, en este sentido, la economía española *ha multiplicado por más de tres sus RTM per capita, desde las casi 10 tm/hab en 1955 hasta las 37tm/hab de 2000* —de computar la erosión nos iríamos a casi 47 tm/hab—. Pero tal vez lo más llamativo sea comprobar que el total de los flujos *ocultos* generados por la extracción e importación de recursos directos ascendía en 2000 a 740 millones de toneladas (18 tm/hab), de las cuales el grueso, es decir, casi el 70 por 100, estaban relacionadas con los flujos abióticos puros. Si a esta cantidad, añadimos otros flujos que se podrían considerar así mismo dentro de este apartado (semimanufacturas energéticas, minerales, metálicas, y flujos excavados), el montante total ascendería casi al 95 por 100. *De lo que cabe concluir que, en 2000, por cada tonelada de recurso extraído se generaba, por término medio, una moch-*

la de casi otra tonelada. Pero a pesar de esta igualdad a finales de la década de los noventa, desde 1955, los flujos ocultos totales han superado casi siempre a la extracción de recursos naturales directos situándose en una proporción que, aunque variable a lo largo de los años, *ha rondado el 60 por 100 para los primeros frente al 40 por 100 de los segundos.*

La expansión de los flujos *bióticos*, aunque en menor proporción que los no renovables, ha venido de la mano de importantes cambios en la lógica ecológica de su aprovechamiento. De un lado, hemos demostrado que la estrategia *productivista* que ha caracterizado la evolución de la agricultura, la ganadería y la gestión forestal, se ha asentado sobre *el forzamiento y la desconexión entre la vocación productiva de los territorios, según sus características ambientales, y los aprovechamientos a que han sido destinados.* Así en la agricultura con la introducción de cultivos muy exigentes en agua y nutrientes en zonas de la península no muy bien dotadas para ello, y todo gracias a la sobreexplotación de los propios recursos que, junto a la captación masiva de recursos no renovables (petróleo) procedentes de otros territorios, ha convertido una actividad tradicionalmente sostenible y renovable como la agricultura en un negocio subsidiado con recursos agotables. Lo mismo ha ocurrido en la ganadería donde la «modernización» promovió la estabulación y el abandono de los pastos, en un proceso complementado desde el punto de vista forestal con la sustitución de especies autóctonas por otras de crecimiento rápido como forma de convertir las «sociedades de árboles» que son los bosques, en los «ejércitos de pinos» de las repoblaciones. A ambas situaciones no fueron ajenos los intereses privados incentivados desde instancias públicas tal y como hemos demostrado en estas páginas.

Como el objetivo a perseguir debe ser la imitación de la naturaleza que cierra los ciclos de materiales, la amplia generación de flujos ocultos no aprovechados trae consecuencias graves desde una doble perspectiva. En lo que atañe a los flujos *abióticos*, porque al margen de los costes ambientales *cualitativos* de los estériles mineros, la fracción que tiene que ver con los flujos excavados y con los residuos de construcción y demolición apenas son reutilizados y reciclados. Sabiendo que los productos de cantera son la fracción de materiales más importante que atraviesa el metabolismo económico de España parece razonable que cualquier estrategia de sostenibilidad intente reducir ese trasiego de recursos, en vez de convertir a la economía española en un país con una imagen de dispendio de energía y materiales poco acorde con su papel de furgón de cola de la Unión Europea. Por lo que hace a los flujos *bióticos* ocultos, su falta de aprovechamiento en forma de compost que devuelva al suelo la materia orgánica y nutrientes que previamente se le había extraído es aún más grave al comprobar que uno de los principales problemas ecológicos de nuestro país es la erosión causada por las actividades agrícolas. *Hemos estimado que este motivo es el responsable de aproximadamente el 35 por 100 del total de materia orgánica desplazada del suelo con un montante de 401 millones de toneladas en 2000.*

En todo caso, si la sostenibilidad ambiental del sistema económico debe articularse a través de fuentes de energía derivadas del sol y sobre el reciclaje y reutilización de los materiales trasegados, el cambio operado en el metabolismo económico de nuestro país y su acentuación en los últimos tiempos no parecen ir en la dirección adecuada. Aquí hemos aportado también una estimación del coste exergético en que incurriría la economía española si quisiera, a partir del máximo nivel de dispersión, volver a concentrar en las leyes en que se encuentran en los yacimientos originales los recursos totales utilizados de una selección de cuatro sustancias metálicas (hierro, cobre, plomo y estaño): *el gasto ascendería a 26,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 1995, que coincidiría prácticamente con las extracciones domésticas de combustibles fósiles de la economía española para ese año.*

2. En la misma medida en que se ha producido el tránsito desde una economía de la *producción* hacia una economía de la *adquisición*, el «milagro económico» observado a partir de los años sesenta entrañó que, *en términos físicos, España dejara de ser abastecedora neta de recursos naturales al resto del mundo para convertirse en importadora neta de materias primas, capitales y población.* Hasta la primera mitad de los años cincuenta nuestro país venía abasteciendo al resto de naciones con sus productos primarios y exportando mayor tonelaje del importado. Pero esta situación se invirtió definitivamente, en términos físicos, en los años sesenta, recibiendo el territorio desde entonces una creciente entrada neta de materiales del resto del mundo en consonancia con el juego desarrollado a nivel mundial por los países ricos convenientemente descrito a través de la «Regla del Notario». Cabe señalar que, si en 1955 todavía salía un millón de toneladas más de materiales de las que entraban, a comienzos de los sesenta ya se importaban cinco millones de toneladas más de las que se exportaban, hasta llegar, *en el año 2000 a los 127 millones de toneladas de déficit físico de bienes, energía y materiales.* Y como se ha demostrado, mientras el grueso del déficit comercial en términos físicos lo tenemos contraído actualmente con países de África, América Latina y Asia, la balanza de pagos en términos monetarios nos informa, en cambio, de que nuestra deuda comercial tiene como acreedores fundamentalmente a los países de la UE.

Se comprende entonces que España venga acelerando su desplazamiento en la carrera hacia el «desarrollo», avanzando hacia posiciones en las cuales disminuye la exigencia física de energía y materiales internos —porque se toman de otros territorios— concentrándose en las actividades de elaboración de manufacturas, comercialización y turismo como forma de equilibrar en lo monetario el desfase y la dependencia existente en términos físicos. Este creciente recurso al resto del mundo, junto con la simultánea expansión de la extracción doméstica, explicarían además un hecho que merece la pena destacarse: *nuestro país ha sido protagonista del mayor*

incremento en la utilización de recursos naturales desde mediados de los setenta en comparación con las principales economías industriales. Tal y como hemos demostrado, en los años que van de 1975 a 1994 nuestros requerimientos totales de recursos naturales se incrementaron en un 66 por 100, muy por encima de países como Estados Unidos, Japón o el Reino Unido que experimentaron aumentos mucho más modestos. En el caso de Alemania, que sería el que más se aproxima a la economía española, la explosión de sus flujos *directos* a partir de 1991 viene influida por el proceso de reunificación interna del territorio. Análogamente, la economía española presentaba una posición similar en cuanto al incremento de los inputs *directos* y *ocultos* con aumentos del 53 y el 82 por 100 para las mismas fechas. Se trata, pues, de cifras que, por analogía con los países del sudeste asiático, justificarían para la economía española el calificativo de «dragón europeo», en lo que concierne a las tasas de crecimiento en la utilización de energía y materiales.

3. Ahora bien, el déficit físico cuantificado anteriormente posee también una traducción en términos de *déficit territorial a través de la huella ecológica*, esto es, el espacio que cada habitante de nuestro país ocupa para satisfacer su modo de producción y consumo y absorber sus residuos en forma de dióxido de carbono. Aunque existen variaciones en los resultados finales respecto al método utilizado para estimar la huella de pastos y la incorporación o no de la huella energética, se puede decir que *la economía española ha duplicado su impacto ecológico pasando de ocupar 1,7-2,0 has/hab en 1955 a 4,8 has/hab en 2000. Dado que la tierra ecológicamente productiva per capita ascendía en 2000 a 1,4 has/hab, esto quiere decir que estamos incurriendo en un déficit ecológico equivalente a tres veces nuestra propia superficie productiva.* Evidentemente, esta superficie, se está ocupando, tanto en países de nuestro entorno de los que importamos bienes, como de regiones enteras del Tercer Mundo que nos abastecen de combustibles fósiles, minerales, alimento para el ganado o madera. El capítulo sexto ofrece también una estimación novedosa de la huella ecológica asociada a la alimentación de la población desde 1955. En ella se pone claramente de relieve el incremento espectacular en la ocupación de territorio relacionado con los cambios en los hábitos dietéticos, al incorporar el mayor contenido de proteínas animales en la ingesta diaria. La huella alimentaria por habitante —incluyendo pescado— ha aumentado un 10 por 100 entre 1955 y 2000, pero tal vez lo más significativo sea que, en conjunto, *este incremento ha venido asociado a un descenso de la parte vegetal de la huella alimentaria del 87 por 100 en 1955 hasta algo menos del 60 por 100 en 2000, con el consiguiente crecimiento de la parte animal en el impacto ambiental.* Estos resultados son coherentes con nuestra actualización hasta 2000 de la predicción que Flores de Lemus hiciera a comienzos de siglo XX respecto al avance de la superficie de grano para el uso del ganado: mientras en 1905 sólo un tercio de la superficie dedicada a grano tenía como destino la alimentación animal —siendo el resto para el consumo humano— *en 2000 las tornas se habían cambiado radicalmente y casi el 70 por 100 de la superficie de grano se*

destinaba ya a la alimentación del ganado. El reflejo en la producción tampoco se hizo esperar llegando a aprovecharse en 2000 el 86 por 100 del grano cosechado, lo que revela tanto el sesgo en la orientación cárnica del aparato productivo, como la dieta ingerida por la población.

4. Desde el punto de vista de la captación de los flujos físicos procedentes del resto del mundo, no sólo el mecanismo del comercio internacional sirvió para alimentar la economía de la «adquisición». También el sistema financiero internacional funcionó como palanca importante para —sobre todo en el último quinquenio de los años noventa— consolidar el carácter adquisitivo de la economía española y complementar la compra de recursos naturales con la apropiación de una parte importante del patrimonio productivo de esos territorios, a la vez que ejercía como atractora neta de capitales procedentes del resto del mundo. La explosión experimentada por la inversión española en terceros países en los años finales de la década de los noventa hizo que, desde el punto de vista de las inversiones directas, y considerando el período completo desde 1960 hasta 2001, *nuestra economía figurase como compradora neta del patrimonio con una salida de capitales de 4,8 billones de pesetas.* La explicación de esta mutación en la participación del capital doméstico en el proceso de redistribución de la propiedad a nivel mundial tiene mucho que ver con los cambios acaecidos en el panorama patrimonial del grupo de las empresas no financieras españolas y que aparecen íntimamente ligados al giro observado en su participación en el proceso de «globalización» en curso. Si, tradicionalmente, y hasta bien consolidada la adhesión de España a la Unión Europea habían predominado las compras netas de empresas nacionales por inversores extranjeros, en el último quinquenio de los noventa remontó con inusitada fuerza la compra de empresas extranjeras por parte de empresas españolas.

En la reducción de estas diferencias jugó un papel primordial el consiguiente acomodo de las sociedades españolas en el proceso de *adquisiciones y fusiones transfronterizas: nuestro país pasó de ser un vendedor neto de la propiedad de empresas nacionales al resto del mundo, a convertirse en un comprador neto de la capacidad productiva y del patrimonio del resto de los países, con una cariz que en ocasiones superaba las estrategias más agresivas de economías tradicionalmente «adquisitivas» como la japonesa.* Como mínimo, el 50 por 100 de las inversiones españolas en el exterior en el último quinquenio de los noventa se materializaron en la compra directa de empresas y activos del resto del mundo dejando un porcentaje exiguo a la creación y dotación de nuevas sucursales y plantas. Da buena fe de ello lo ocurrido en América Latina donde la *compra de patrimonio empresarial en sectores muy vinculados a la utilización y comercialización de recursos naturales* (producción y distribución de electricidad, gas y agua, e industrias extractivas y refino de petróleo) en la misma Argentina, Chile o Bolivia, han contado con la «entusiasta participación» de empresas nacionales como Iberdrola, Endesa, Aguas de Barcelona, Unión Fenosa, Gas Natural o Repsol. Es verdad también que, mientras el grueso de esos flujos se destinaron a América Latina,

España fue pagada con la misma moneda por parte de los inversores europeos y norteamericanos: como hemos demostrado, sólo el 8 por 100 del montante global de la inversión extranjera que llegó a España en 2000 podía caracterizarse como inversión de nueva planta en aparato productivo, cayendo el resto dentro de la categoría de adquisición o cambios de titularidad.

El combustible que alimentó todo el mecanismo «adquisitivo» de las empresas españolas en el ámbito de lo financiero vino de la mano de las revalorizaciones de acciones y de las nuevas emisiones, préstamos y ampliaciones que, actuando como «dinero financiero», acompañaron el proceso de fusiones y adquisiciones. Como se ha demostrado, *la posibilidad abierta para que las empresas saldasen las operaciones con «moneda» emitida por ellas mismas — mediante la ampliación de capital y el posterior canje de sus propias acciones— espoleó la capacidad de compra de las empresas no financieras sobre el resto del mundo además de otorgar a estos agentes una de las prerrogativas tradicionalmente reservadas para el sector público: la posibilidad de emitir y acuñar moneda beneficiándose del llamado «señoreaje». Pues bien, en la fase más álgida de la burbuja financiera la adquisición de empresas con ampliación de capital y canje de acciones supuso la generación de un «señoreaje privado» en 2000 de 5,1 billones de pesetas, esto es, el 5 por 100 del PIB español de ese año.*

En menor medida, el proceso anterior tuvo también su correlato en el caso de los hogares quienes, en los sucesivos booms inmobiliario-financieros de finales de los ochenta y los últimos años de la década de los noventa vieron también incrementarse su capacidad «adquisitiva» más allá de lo que permitía el crecimiento de las variables ordinarias de renta y ahorro. En efecto, las revalorizaciones patrimoniales operadas en esos años ofrecieron, a través del «efecto riqueza», mayores posibilidades de consumo y endeudamiento a los hogares. Por otra parte, cuando la burbuja financiera de finales de los noventa comenzó a desinflarse y las cotizaciones a descender, los hogares optaron por recolocar sus fondos en inversiones inmobiliarias que ejercieron una fuerte presión sobre la construcción de viviendas, incrementando la demanda de estas como un bien de inversión al margen de su valor de uso, con las consecuencias ambientales y sociales que hemos reseñado.

En resumidas cuentas, y para ir concluyendo, 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, y la huella ecológica que ha dejado tras de sí su utilización y consumo. Una labor que ha pretendido mostrar el papel clave que la energía y los materiales han tenido en la configuración del crecimiento económico de España en ese período, ofreciendo así un contrapunto a la interpretación convencional sobre las «fuentes del crecimiento» más en boga. 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 la huella de deterioro ecológico. Insostenibilidad que se ha manifestado también en una creciente dependencia respecto a los flujos procedentes del exterior, así como en el mayor tonelaje de flujos ocultos asociados a la utilización de recursos naturales domésticos. 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. O, lo que es lo mismo, y cediendo la palabra Aldo Leopold: «...el problema que tenemos ahora mismo es de actitudes y herramientas. Estamos remodelando la Alhambra con una excavadora, y todavía nos sentimos orgullosos de lo finos que somos al medir»¹.

NOTAS

- ¹ LEOPOLD, A., *Una ética de la Tierra*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1999, [1948], p. 156.

Anexo Metodológico

Anexo Metodológico

Nota previa

Nuestra aproximación al metabolismo económico de España en este libro se ha realizado sobre todo *por el lado de los recursos (inputs)*, prestando menor atención a lado del output (residuos). Aunque para los últimos años comienzan a existir datos razonables con los que seguir las principales partidas involucradas en los residuos, existen algunas dificultades para rellenar las cifras para toda la serie. Por esta razón preferimos en esta ocasión no avanzar resultados desde esta última perspectiva aunque se trata de una laguna sobre la que actualmente estamos trabajando y esperamos paliar en el futuro. Los datos incluidos de este libro revisan y actualizan hasta el año 2000 las cifras obtenidas en la Tesis Doctoral hasta 1995, de la que un avance se publicó en Carpintero (2002). La revisión de las cifras se ha visto afectada por algunas variaciones metodológicas incluidas con posterioridad respecto a la metodología empleada en aquella ocasión, y que tienen que ver con los siguientes aspectos. En primer término, a la cifra de flujos directos bióticos se han añadido en esta ocasión las pajas de cereales como flujos de pasto por su destino a la alimentación de ganado tal y como establece Eurostat. Como es sabido, con la metodología utilizada anteriormente esta fracción se consideraba flujo oculto de cultivo agrícola. En segundo lugar, los flujos ocultos se han revisado también en un doble sentido. Por un lado afinándose más en la aplicación de algunos coeficientes a sustancias como los productos de cantera y algunos minerales no metálicos y, de otra parte, desglosando las semimanufacturas en un tratamiento más detallado. Ahora se ha incorporado una estimación de las semimanufacturas energéticas importadas (partidas actuales del arancel 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2710, 2713, 2715, 2716), de las semimanufacturas minerales (partidas actuales del arancel 2522, 2523, 3103, 3104, 3816, 7001, 7002), y modificándose el tratamiento dado anteriormente a las semimanufacturas metálicas. Para este último caso no se han considerado como anteriormente el total de los capítulos 71-81 del arancel, sino sólo aquellas partidas relativas a cada metal que aparecen recogidas en Eurostat (2001). Estos cambios que no afectan en absoluto a las tendencias observadas —tal y como demuestra el artículo— explican en lo fundamental las diferencias en los valores obtenidos respecto al trabajo anterior.

Variables monetarias

Dadas las características de nuestro trabajo nos ha parecido más oportuna la utilización del PIB al coste de los factores en vez del PIB a precios de mercado. La razón estriba en que de esta manera se puede ver más claramente la contribución de los inputs al crecimiento económico, y así lo han visto también aquellos que se han dedicado a realizar ejercicios sobre «contabilidad del crecimiento» en nuestro país. La fuente básica a este respecto ha sido: INE, *Contabilidad Nacional de España. Serie Enlazada 1961-1995*; E. Uriel, M.L. Moltó, *Contabilidad Nacional de España Enlazada. Series 1954-1993*, Valencia IVIE, 1995. Ante el cambio de base del SEC-95, las cifras del PIB para 1998, 1999 y 2000 se han obtenido aplicando a la serie en pesetas de 1986, las tasas de crecimiento del PIB de la nueva serie en esos años.

Sobre los RTM:

Nuestro análisis se centra en determinar los inputs totales de la economía española entre 1955 y 2000. Lo que quiere decir que consideraremos éstos tal y como lo hacen los SCN con los recursos, a saber: como la extracción doméstica más las importaciones (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 1955-2000 casi un centenar de sustancias distribuidas en 7 energéticas (hulla, antracita, lignito pardo, hulla sub-bituminosa, petróleo, gas natural, uranio. No se ha incluido la hidroelectricidad ni la energía nuclear), 23 minerales metálicos (hierro, pirita, cobre, plomo, cinc, estaño, wolframio, antimonio, mercurio, oro, plata, tántalo, titanio, bismuto, manganeso, cromo, níquel, cobalto, bauxita, zirconio, litio, niobio, molibdeno), 34 no metálicos (andalucita, arcilla refractaria, asfalto, atapulguita, baritina, bentonita, caolín, cuarzo, espato flúor, esteatita, estroncio, feldespato, glauberita, magnesita, mica, ocre, piedra pómez, sal gema, sal manantial, sal marina, sales potásicas, sepiolita, thenardina, tierras industriales, trípoli, turba, asbesto, azufre, boratos naturales, criolita, diatomita, fosfatos naturales, grafito y talco) y 20 pro-

ductos de cantera (arcilla, arena y grava, arenisca, basalto, caliza, creta, cuarcita, dolomía, fonolita, granito, margas, mármol, ofita, pizarra, pórfidos, serpentina, arenas silíceas, arenas volcánicas, traquita, yeso). En el caso de los minerales metálicos, a diferencia de lo recomendado por la guía metodológica de EUROSTAT citada en el texto, hemos considerado como directos la 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 144 cultivos agrícolas (11 cereales de invierno, 12 leguminosas grano, 4 tubérculos para consumo humano, 20 cultivos industriales, 19 cultivos forrajeros, 37 hortalizas, 2 tipos de flores, 6 frutales cítricos, 25 frutales no cítricos, 2 de viñedo, 2 de olivar, y 4 de otros tipos). A esto hay que añadir los flujos forestales (madera de coníferas y frondosas, leña, resina, corcho y esparto), y desde el punto de vista de los flujos de pasto el heno cosechado en las praderas, al igual que las 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: 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. A los flujos abióticos se han aplicado, sustancia a sustancia, los coeficientes de generación de estériles y sobrecarga procedentes de la base de datos del Wuppertal Institute, que aparecen recogidos con mayor detalle en el trabajo de Bringezu y Schütz (2001). El trabajo de Adriaanse, et al., (1997): *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. Ortiz, (1999), en Naredo y Valero, (dirs.), (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, *op. cit.*, pp. 103-105. En todo caso, las cifras de oculto abióticos importados son las que presentan más incertidumbre habida cuenta que no están disponibles los datos

de base de generación de estériles en los países de origen, por lo que en el futuro y a medida que se vaya cubriendo esta laguna será preciso revisar las cantidades estimadas.

En el caso de los flujos excavados, y dadas las especiales dificultades que presenta nuestro país en materia de estadísticas ambientales de residuos, ha parecido oportuno recurrir a la aplicación de unos coeficientes específicos para dos tipos de infraestructuras: Viviendas y carreteras. Así, hemos estimado que la excavación y movimiento de tierras necesario para la construcción de una vivienda se sitúa en los 73 m³ (1 m³ equivale a 1,75 toneladas) mientras que para la construcción de carreteras hemos adoptado unos supuestos algo más específicos en función de la anchura de las calzadas, tomando como referencia la cifra recomendada por el Ministerio de Medio Ambiente Holandés de 60.000 m³ por kilómetro para las autopistas, y dejando para las carreteras de una calzada un volumen de 8.000 m³/km. (Vid. *Resource Flows...*) Una estimación alternativa sobre el movimiento de tierras generado por la construcción de carreteras es la aportada por Bringezu y Schütz: 23 tm/m de carretera (13.142 m³/km): Vid. Bringezu, 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 2001-2006*, se acude también, bajo diferentes hipótesis, a la utilización de coeficientes aunque esta vez en términos *per capita*: 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., Bringezu, S., y H. Schütz, (1998): *Material Flow...*, op. cit., p. 25. Hay que precisar que, en este caso, nuestra estimación está infravalorada al no incluir las cifras de flujos ocultos procedentes de los dragados.

Para los flujos bióticos ocultos se ha tenido en cuenta el Índice de Cosecha para los diferentes cultivos agrícolas en los que existían datos, realizando una estimación para aquellos que no presentaban dichas cifras. Para el caso de los flujos ocultos de pastos, 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 importada lleva aparejado una mochila de 4,5 tm en forma de pienso necesario para su alimentación. En el caso de la madera y la leña, hemos asumido que por cada tonelada de madera comercializada es necesario talar 1,5 toneladas (Adriaanse, et al., 1997). Para el pescado se ha supuesto que el 25 por 100 de las capturas son descartes (Bringezu y Schütz, 2001).

Sobre la Huella Ecológica (HE)

Las cifras de la huella ecológica se refieren a cinco apartados: huella agrícola, pastos, forestal, marítima 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. Por esta razón las cifras dadas por nosotros resultan una infraestimación que esperamos corregir en el futuro.

En general la HE relaciona el consumo aparente (producción + importaciones - exportaciones) *per capita* (tm/hab) de cada bien con el rendimiento al que se obtiene ese producto (tm/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 cuantas 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 algunos autores 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 el caso de la huella ecológica de los factores productivos utilizados en la agricultura hemos seguido el método y los supuestos desarrollados por X. Simón en su artículo de 1999 citado. La única variación tiene que ver con los rendimientos de la cebada caballar y el heno como alimento para nutrir los caballos de potencia sustitutivos de la maquinaria. En nuestro caso hemos supuesto para los diferentes años los rendimientos medios de 1955-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000.

La huella de «pasto» se ha estimado por un doble método. Para el Método 1 se ha tenido en cuenta la tierra dedicada *de modo principal* a pastos (prados naturales, pastizales y monte abier-

to), prescindiendo del erial a pasto y las rastrojeras que, en todo caso, aparecen como superficie disponible. Por otro lado, con el Método 2 hemos adoptado la metodología convencional estimando lo que conllevaría, en términos territoriales, el consumo de carne y leche procedente del ganado rumiante (bovino, ovino y caprino) alimentado únicamente con los recursos pascícolas. Ante la dificultad de estimar la ingesta real de pasto por parte del ganado hemos operado simulando un proceso reversible. A partir de los datos de consumo de carne y leche en sus diferentes tipos se ha calculado su contenido energético en kilocalorías y después —con la ayuda de los coeficientes de conversión proporcionados por la literatura sobre nutrición y alimentación animal— las kilocalorías que el animal necesita ingerir para producir ese kilo de carne o litro de leche. Así obtenemos la energía total que acarrea el proceso que, con las cifras sobre el valor nutritivo de los pastos, nos permite saber la materia seca (MS) que debe ingerir el animal para lograr esa energía a la que se aplica los rendimientos medios para obtener la superficie que es preciso pastar para alcanzar el objetivo. En una hipótesis prudente, para el ganado bovino hemos supuesto un sistema semiextensivo para la cría de un ternero de 300 kilogramos de peso con una ganancia de 1.200 gr/día. Según Buxade (1995, pp. 223 y 225), el Índice de Conversión es de 5,20 kg de MS/Kg de peso vivo con silo de maíz forrajero «ad libitum» con un 34 por 100 de MS. Hemos supuesto que esta MS se obtiene en un 60 por 100 con forraje de alfalfa con un 22 por 100 de MS al que se le suma un 40 por 100 de cebada con un 86 por 100 de MS, ambas con los rendimientos de estos cultivos para cada año en concreto, y por lo tanto, con la superficie necesaria para su obtención (huella). El grueso de ganado ovino que se consume son corderos pascuales (hasta 30 kilos) cebados con grano y lechales (10-14 kilos) que se alimentan de leche. Se opera de la misma manera pero con el índice de conversión de 2,71 proporcionado por De Blas, et al., (1987, p. 390). En el caso del caprino el índice de conversión que se toma es de 3,2 (Hernández Benedí, 1987, p. 45). Hemos optado por no considerar el ganado equino habida cuenta que su destino es ajeno, en general, al del consumo de carne. Naturalmente el cálculo por el Método 2 obliga a modificar el valor de la huella imputada a los cultivos agrícolas, eliminando la tierra dedicada a los cultivos forrajeros, lo que, como veremos más adelante, afectará al cómputo de la huella ecológica a nivel global.

En lo referente a la huella «forestal» se ha tenido en cuenta la parte de superficie forestal coincidente con el «monte maderable y leñoso». El problema estriba que, entre 1955 y 1972, los datos no son homogéneos con los del período 1973-2000. Hasta 1973, la superficie forestal distinguía entre arbolados y desarbolados, teniendo los primeros más de 0,10 cabida cubierta y más de 4 has, y los segundos eran matorral y pastizal y con menos de 4 has y cabida cubierta inferior a 0,10. Hemos considerado como monte maderable desde 1955 a 1973 la misma proporción que había en 1973, es decir el 42 por 100 del total forestal sumando a esa cifra las repo-

blaciones anuales de terrenos desnudos. Para la superficie leñosa se ha supuesto que entre 1955 y 1973 guarda la misma proporción respecto al total que en el año 1973.

El cálculo de la huella «energética», durante el período 1972-2000 se ha apoyado en las cifras de emisiones de CO₂ procedentes de la OCDE, (varios años): *CO₂ emissions from fuel combustion*, Paris, sobre la base de la metodología elaborada por el IPCC. Para 1955-1971 se ha echado hacia atrás la serie aplicando las tasas de crecimiento de las emisiones *totales* —estimadas con la misma metodología y con los datos de consumo de combustibles fósiles procedentes del MINER, pero sin descontar el «carbono almacenado» en productos que no tienen finalidad energética y por lo tanto no se oxidan (petróleo de los plásticos, asfalto para pavimentación,...), así como tampoco las emisiones del combustible entregado en los bunkers internacionales utilizado en el transporte marítimo y aéreo internacional—. Para determinar la capacidad de absorción de nuestros bosques, en vez de utilizar el coeficiente propuesto por Rees y Wakernagel, 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.

Para la huella de la alimentación en España, aparte del pescado, consideramos dos fracciones: la carne y los vegetales. Suponemos que la carne consumida procede de animales alimentados a partir de cereales grano (salvo el trigo y el arroz), de leguminosas grano (a excepción de las judías, las lentejas y los garbanzos), la soja (clasificada dentro de los cultivos industriales), y de cultivos forrajeros. No obstante hay que distinguir entre la superficie que sirve para alimentar al ganado finalmente ingerido y el resto de superficie que nutre al ganado que se mantiene vivo durante el año (por ser de leche o encontrarse aún en fase de engorde). Además, realizamos una estimación del grano necesario para alimentar al ganado cuya carne importamos, lo que fácilmente podremos traducir a las correspondientes hectáreas de cultivo. Lo hemos hecho así para mantener la coherencia con lo establecido en el capítulo dedicado al análisis de los flujos de biomasa y que nos permitió actualizar la estimación de Flores de Lemus para principios de siglo. Los índices de conversión de grano en carne se han tomado de la literatura. Aparte del ganado bovino y ovino, ya reseñados al hablar de la huella de pasto, los supuestos manejados para el resto del ganado han sido los siguientes: para el porcino, un índice de conversión de 2,83 para un cerdo de 6 kilos de peso inicial y 95 kilos de peso final con 163 días de edad (Buxade 1995, p. 280). Para las aves se razona bajo el supuesto de un pollo sacrificado a las 8 semanas con dos kilos de peso aplicando un índice de conversión de 2,025 (Hernández Benedí 1987, p. 456).

La transformación a hectáreas se ha realizado bajo el supuesto del rendimiento medio de los cereales grano para cada año.

Con todo, se trata de una *infraestimación* por varias razones. Muchos de los cultivos considerados como de alimentación humana directa destinan una parte minoritaria de sus producciones a la alimentación de ganado (por ejemplo, las hortalizas, o algunos frutales no cítricos). Por otro lado, en el caso del trigo, aunque tiene como destino mayoritario la alimentación humana, ya en 1995 un 26 por 100 se dedicaba a alimentación de ganado y no aparece recogida esa superficie (aunque sí se ha incluido parcialmente para estimar la huella asociada con los piensos compuestos importados en la alimentación del ganado total, sea o no de carne). Sin embargo, como hemos convenido que todo el ganado se nutre a través de pienso o cultivos forrajeros de forma más o menos estabulada, tampoco computamos aquella parte —aunque minoritaria— de ganado destinado a carne que todavía pasta de manera extensiva y que reduciría el valor de la huella derivada del consumo de carne al utilizar recursos que no compiten con los aprovechados por los humanos, si bien estaría incluida en la huella de pastos. Esta fracción era ya realmente minoritaria a comienzos de los ochenta situándose para el ganado vacuno en el 7 por 100 del total de carne en España, tal y como revelaba hace dos décadas Carlos de Blas. (*Vid. Producción extensiva de vacuno*, Madrid, Mundi Prensa, 1983, p. 16.). Valgan, entonces, las omisiones en un sentido por las carencias en el otro. Juntando estos elementos, obtenemos la superficie que cada año es necesaria para satisfacer el contenido animal (terrestre) de nuestra dieta. En los cultivos directamente aprovechables para consumo humano hemos incluido el trigo y el arroz, los garbanzos, las lentejas, las judías, todas las hortalizas, los tubérculos, y los frutales cítricos y no cítricos. Hemos dejado al margen los cultivos industriales en los que están incluidos desde cultivos textiles no destinados al consumo hasta otros que necesitan de un procesamiento de elaboración posterior más o menos complejo para llegar al consumo final. Esto ha llevado a no incluir algunas superficies destinadas a cultivos oleaginosos que posteriormente se convertirían en aceite, pero dado que las fuentes para conseguir datos de los consumos finales de este tipo de productos para toda la serie ha sido complicado hemos preferido la opción más prudente.

Bibliografía

Bibliografía

- AA.VV., *De la Economía a la Ecología*. Madrid, Trotta, 1994.
- ABAD, C., y CAMPOS, P., «Economía, Conservación y Gestión Integral del Bosque Mediterráneo», *Pensamiento Iberoamericano*, 12, 1987, pp. 217-257.
- ABAD, C., y NAREDO, J. M., «Sobre la “modernización” de la agricultura española (1940-1995): de la agricultura tradicional hacia la capitalización agraria y la dependencia asistencial», en: GÓMEZ BENITO, C., y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. J. (eds.), *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*, Madrid, CIS/MAPA, 1998, pp. 249-316.
- ABBOTT, M. M., y VAN NESS, H. C., *Termodinámica*, México, McGraw-Hill, 1975.
- ADAMS, J., «Globalization, Trade and Environment», en: OCDE, *Globalization and Environment*. París, 1997.
- ADRIAANSE, A.; BRINGEZU, S.; HAMMOND, A.; MORIGUCHI, Y.; RODENBURG, E.; ROGICH, D., y SCHÜTZ, H., *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, 1997.
- AGUILERA, F. (coord.), *Economía del agua*, Madrid, MAPA, 1992.
- AGUILERA, F., y ALCÁNTARA, V. (comps.), *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Barcelona Icaria, 1994.
- AGUILERA, F. (ed.), *Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional*. Textos de S.C.V. Wantrup y W. Kapp, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1995.
- AGUILERA, F., *Los mercados de agua en Tenerife*, Bilbao, Bakeaz, 2002.
- AIMC, *Navegantes en la red*, 2002 (<http://www.aimc.es>).
- AIMC, *Navegantes en la red*, 2004 (<http://www.aimc.es>).
- ALCÁNTARA, V., y RUEDA, S., «La dimensión ecológica», en: ETXEZARRETA, M. (coord.), *La reestructuración del capitalismo en España*, Barcelona, Icaria, 1990, pp. 549-592.
- ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «Energy and CO₂ emissions in Spain», *Energy Economics*, 17, 1995, pp. 221-330.
- ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «Tendencias en el uso de la energía en España», *Economía Industrial*, 1996, pp. 161-166.
- ALCÁNTARA, V., y ROCA, J., «CO₂ emissions and the occupation of the “environmental space”. An empirical exercise», *Energy Policy*, 27, 1999, pp. 505-508.
- ALCHIAN, A., «Uncertainty, Evolution, and Economic Theory», *Journal of Political Economy*, 58, 1950, pp. 211-222.
- ALMENAR, R., BONO, E., y GARCÍA, E. (dirs.), *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*, Valencia, Fundació Bancaixa, 1998.
- ALONSO MILLÁN, J. A., *Una tierra abierta*, Madrid, Compañía Literaria, 1995.
- ALONSO SEBASTIÁN, R., y RODRÍGUEZ BARRIO, J. E., «Análisis económico de las funciones de producción agrícola: una aplicación al cultivo del trigo», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 113, 1980, pp. 77-109.
- ALONSO, J. A., «El sector exterior», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *España, economía*, Espasa Calpe, 1993, pp. 383-478.
- ALONSO, J. A., y DONOSO, V., «Sector exterior: apertura económica y líneas de especialización», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *España, economía: ante el siglo XXI*, Madrid, Espasa, 2001, pp. 207-239.

- ÁLVAREZ DE MON, R., «Problemas de la producción de madera», *Montes*, 21 (126), 1965, pp. 531-536.
- ALLEN, D.T., y BEHMANESH, N., «Wastes as raw materials», 1994, en: ALLENBY, B. R., y RICHARDS, D. J. (eds.), *The Greening of Industrial Ecosystems*, pp. 69-89.
- ALLENBY, B. R., y RICHARDS, D. J. (eds.), *The Greening of Industrial Ecosystems*, Washington, National Academy Press, 1994.
- ALLENBY, B. R., *Industrial Ecology*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- ANCHUELO, A., «Indicadores de señoreaje en la Unión Europea», *Cuadernos de Información Económica*, 160, 2001, pp. 95-103.
- ANDERSON, K., y BLACKHURST, R. (dirs.), *El comercio mundial y el medio ambiente*. Madrid, Mundiprensa, 1992.
- ANDERSSON, J. O., y LINDROTH, M., «Ecologically unsustainable trade», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 113-122.
- ANDREWS, C.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V., «The Industrial Ecology Agenda», en: SOCOLOW, R.; ANDREWS, C.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V. (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, Cambridge University Press, 1994, pp. 469-477.
- ANZOVIN, S., «The green PC revisited», *ComputerUser.com*, 1997.
- ARMAN, K., «Una agricultura alternativa», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, pp. 107-136.
- ARROJO, P. (coord.), *El Plan Hidrológico Nacional a debate*, Bilbao, Bakeaz, 2001.
- AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology and Environment*, Washington, D. C., National Academy Press, 1989.
- AUSUBEL, J. H.; FROSCHE, R. A., y HERMAN, R., «Technology and environment: an overview», en: AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology and environment...*, pp. 1-20.
- AYRES, E., «The Age of Fossil Fuels», en: THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, Vol. 1. 1956, pp. 367-381.
- AYRES, R. U., y KNEESE, A. V., «Production, consumption and externalities», *American Economic Review*, 59, 1969, pp. 283-297. (Hay traducción castellana: «Producción, consumo y externalidades», en: GALLEGO GREDILLA, J. A. (ed.), *Economía y medio ambiente*, Madrid, IEF, 1974, pp. 205-239).
- AYRES, R. U.; KNEESE, A. V., y D'ARGE, R., *Economics and the Environment. A Materials Balance Approach*, Baltimore, Resources For The Future, 1970.
- AYRES, R. U., *Resources, Environment and Economics. Applications of the Materials/Energy Balance Principle*, New York, Wiley Interscience, 1978.
- AYRES, R. U., «Industrial Metabolism», en: AUSUBEL, J. H., y SLADOVICH, H. E. (eds.), *Technology and environment...*, 1989, pp. 23-49.
- AYRES, R. U., «Metabolismo industrial y cambio mundial», *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 121, 1989, p. 391-402.
- AYRES, R. U., «Industrial Metabolism: Theory and Policy», en: AYRES, R., y SIMONIS, U. (eds.), *Industrial Metabolism*, 1994, pp. 3-20.
- AYRES, R. U., y SIMONIS, U. (eds.), *Industrial Metabolism: restructuring for sustainable development*, United Nations University Press, 1994.
- AYRES, R. U., «Economic growth: politically necessary but not environmentally friendly», *Ecological Economics*, 15, 1995, pp. 97-99.
- AYRES, R. U., «Limits to growth paradigm», *Ecological Economics*, 19, 1996, pp. 117-134.
- AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Industrial Ecology. Towards closing the Materials Cycle*, Cheltenham, Edward Elgar, 1996.
- AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Accounting for Resources 1: Economy-wide Applications of Mass-Balance Principles to Materials and Waste*, Cheltenham, Edward Elgar, 1998.

- AYRES, R. U., y AYRES, L. W., *Accounting for Resources 2: The Life Cycle of Materials*, Cheltenham, Edward Elgar, 1998.
- AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Cheltenham, Edward Elgar, 2002.
- AZAR, CH.; HOLMBERG, J., y LINDGREN, K., «Socio-economic Indicators for Sustainability», *Ecological Economics*, 18, 1996, pp. 89-112.
- BACCINI, P., y BRUNNER, P. H., *Metabolism of the Anthroposphere*, Berlin, Springer-Verlag, 1991.
- BAJO, O., y SOSVILLA, S., «Un análisis empírico de los determinantes macroeconómicos de la inversión extranjera directa en España, 19861-1989», *Moneda y Crédito*, 194, 1992, pp. 107-147.
- BAJO, O., y TORRES, A., «Contenido factorial y abundancia revelada de factores en el comercio exterior de España, 1975 y 1980», *Información Comercial Española*, 672-673, 1989, pp. 9-26.
- BAJO, O., «Teorías del Comercio Internacional: una panorámica», *Ekonomiaz*, 36, 1996, pp. 12-27.
- BALMASEDA, M., y TELLO, P., «¿Han cambiado los determinantes del consumo privado en España?», *Situación España*, Servicio de Estudios BBVA, julio 2002.
- BANCO DE ESPAÑA, *Boletín económico*, Agosto, Madrid, 2002.
- BANCO DE ESPAÑA, *Boletín económico*, Marzo, Madrid, 2002.
- BANCO DE ESPAÑA, *Cuentas financieras de la economía española (1995-2001)*. Madrid, 2002.
- BANCO DE ESPAÑA, *Balanza de Pagos*, Madrid, varios años.
- BARCELÓ, A., *Reproducción económica y modos de producción*, Barcelona, Serbal, 1980.
- BARNETT, H., y MORSE, C., *Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resources Availability*, Baltimore, John Hopkins University Press, 1963.
- BARRACO, H.; PARÉS, M.; PRAT, A., y TERRADA, J., *Barcelona 1985-1999. Ecología d'una ciutat*, Ajuntament de Barcelona, 1999.
- BARRATT-BROWN, M., *Fair Trade. Reform and Realities in the International Trading System*, London, Zed Books, 1993.
- BATRA, R.; BELADI, H., y FRASCA, R., «Environmental pollution and world trade», *Ecological Economics*, 27, 1998, pp. 171-182.
- BBVA, *Situación inmobiliaria*, Marzo, Madrid, 2002.
- BECKER, G., «Altruism, Egoism, and Genetic Fitness: Economics and Sociobiology», *Journal of Economic Literature*, XIV, 1976, pp. 817-826.
- BERKHOUT, F., «Aggregate resource efficiency. Are radical improvements possible?», en: VELLINGA, P., et. al (eds.), *Managing a material world. Perspectives in Industrial Ecology*, Dordrecht, Kluwer Academic Press, 1998, pp. 165.
- BERMEJO, R., *Libre comercio y equilibrio ecológico*, Bilbao, Bakeaz, 1996.
- BERNARDINI, O., y GALLI, R., «Dematerialization: Long-Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy», *Futures*, Mayo, 1993, pp. 431-448.
- BHAGWATTI, J., «The case for free trade», *Scientific American*, November, 1993, pp. 42-49.
- BICKNELL, K. B.; BALL, R. J.; CULLEN, R., y BIGSBY, H. R., «New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy», *Ecological Economics*, 27, 1998, pp. 149-160.
- BILLEN, G.; TOUSSAINT, F.; PEETERS, P.; SAPIR, M.; STEENHOUT, A., y VANDERBORGHT, J. P., *L'écossystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*, Bruxelles, CRISP, 1983.
- BINSWANGER, H. C., *Protección del medio ambiente y crecimiento económico*, Bilbao, Cuadernos Bakeaz de Economía y Ecología, N.º 6, 1994.

- BINSWANGER, M., «Technical progress and sustainable development: what about the rebound effect?», *Ecological Economics*, 36, 2001, p.119-132.
- BIRDSALL, N., y WHEELER, D., «Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America:Where are the Pollution Havens?», 1992, pp. 159-167.
- BOARD OF GOVERNORS OF FEDERAL RESERVE SYSTEM, *Flow of Funds of United States*. Washington, D.C., 2000.
- BOLSA DE MADRID, *Informe de Mercado 2000*, Madrid, 2001.
- BOLSA DE MADRID, *Informe de mercado 2001*, Madrid, 2002.
- BORGSTROM, G., *The Hungry Planet*, MacMillan, New York, 1967.
- BOTERO, E.A., *Valoración exergética de recursos naturales, minerales, agua y combustibles fósiles*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 2000.
- BOULDING, K., «The economics of the coming spaceship earth», (e.o. 1966), en: DALY, H. E. (ed), *Toward a Steady-State Economy*, W.H. Freeman, San Francisco, 1972, pp. 121-132.
- BOUMA, J., et al., «Principal land use changes anticipated in Europe», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67, 1998, pp. 103-119.
- BOUSTEAD, I., y HANCOCK, F., *Handbook of industrial energy analysis*, Chichester, Ellis Harwood, 1979.
- BRAVO, C.; DEL VAL, A., y LÓPEZ DE URALDE, J., «La insostenible situación de los residuos en España», en: Worldwatch Institute, *La situación del mundo*, Madrid, CIP, apéndice, 1995, pp. 383-427.
- BRINGEZU, S., «Towards increasing resource productivity: how to measure the total material consumption of regional or national economies?», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 437-432.
- BRINGEZU, S., «Comparision of the Material Basis of Industrial Economies», en: BRINGEZU, S.; FISCHER-KOWALSKI, M.; KLEJIN, R., y V. PALM (eds.), *Analysis for Action: Support for Policy towards Sustainability by Material Flow Accounting*, Wuppertal Special, 6, 1997, pp. 57-66.
- BRINGEZU, S.; FISCHER-KOWALSKI, M.; KLEJIN, R., y PALM, V. (eds.), *Analysis for Action: Support for Policy towards Sustainability by Material Flow Accounting*, Wuppertal Special, 6, 1997.
- BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Flow Accounts Part II: construction materials, packagings, indicators*, Wuppertal, Wuppertal Institute, 1998.
- BRINGEZU, S., et al., (eds), *The ConAccount Agenda*, Wuppertal Special, 8, 1998.
- BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total Material Requirement of the European Union*, European Enviromental Agency, Technical Report, 55, 2001.
- BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Total Material Requirement of the European Union*, European Enviromental Agency, Technical Report, 56, 2001.
- BRINGEZU, S., y SCHÜTZ, H., *Material Use Indicators for the European Union, 1980-1997*, Eurostat Working Papers, Luxembourg, 2001.
- BRINGEZU, S., «Industrial ecology: analyses for a sustainable resource and materials management in Germany and Europe», en: AYRES Y AYRES (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, pp. 288-300.
- BRINGEZU, S., y MORIGUCHI, Y., «Material flow analysis», en: AYRES Y AYRES (eds.), *Handbook of industrial ecology*, pp. 301-322.
- BRITISH PETROLEUM, *Statistical Review of World Energy, 2001*. London, 2001.
- BROWN, L. R., y KANE, H., *Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity*, Norton, New York, 1994.

- BROWN, W. M. III.; MATOS, G. R., y SULLIVAN, D. E. (comps.), *Materials and Energy Flows in the Earth Science Century*, U.S. Geological Survey Circular 1194 (<http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/circulars/c1194/>), 2000.
- BUENO, J., y GARCÍA, J. M., «El comercio intrasectorial internacional en España», *Información Comercial Española*, 134, 1978.
- BUITENKAMP, M.; VENNER, H., y WAMS, T. (eds.), *Action Plan for a Sustainable Netherlands*, Amsterdam, Friends of The Earth, 1993.
- BUNKER, S., «The Political Economy of Raw Materials Extraction and Trade», en: SOCOLOW, R., et al., (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, 1994, pp. 437-450.
- BUNKER, S., «Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial», *Ecología Política*, 13, 1996, pp. 81-89.
- BUSTILLO REVUELTA, M., y LÓPEZ JIMENO, C., *Recursos minerales*, ETSI Minas, Madrid, 2000, 2.ª edición.
- BUXADÉ, C. (coord.), *Zootecnia. Tomo II. Alimentos y racionamiento*, Madrid, Mundiprensa, 1995.
- CABEZA GUTÉS, M., «The concept of weak sustainability», *Ecological Economics*, 17, 1996, pp. 147-156.
- CALATAYUD, S., y MARTÍNEZ, J. M., «El cambio técnico en los sistemas de captación e impulsión de aguas subterráneas para riego en la España mediterránea», en: GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios*, 1999, pp. 15-39.
- CALVO SALAZAR, M., y SANCHO ROYO, F., *Estimación de la huella ecológica en Andalucía y aplicación a la aglomeración urbana de Sevilla*, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2001.
- CALZADA TORRES, J. P., «El sector inmobiliario en España y en Europa», *Bolsa de Madrid*, n.º 110, 2002, pp. 26-33.
- CAMINO BLANCO, D., y PRADAS POVEDA, J. I., «Los procesos de integración económica regional y la política de promoción de inversión extranjera directa. Una aproximación al caso español», *Información Comercial Española*, 794, 2001, pp. 163-195.
- CAMPOS, P., y NAREDO, J. M., «La conversión de la energía solar, el agua y la fertilidad del suelo extremeño en productos agrarios para cubrir el déficit de los centros burocrático-industriales», 1978, en: GAVIRIA, M., et al., *Extremadura saqueada*, pp. 63-72.
- CAMPOS, P., y NAREDO, J. M., «La energía en los sistemas agrarios», *Agricultura y Sociedad*, 15, 1980, pp. 17-113.
- CAMPOS, P., «Producción y uso de energía en las explotaciones familiares del occidente asturiano (1950-1980)», en: SUMPSI, J. M.ª (ed.), *La política agraria ante la crisis energética*, Madrid, UIMP, 1981, pp. 241-277 (reproducido también en *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 61-105,).
- CAMPOS, P., *Economía y energía en la dehesa extremeña*, Madrid, MAPA, 1984.
- CAMPOS, P., «Valores comerciales y ambientales de las dehesas españolas», *Agricultura y Sociedad*, 66, 1993, pp. 9-41.
- CAMPOS, P., «Economía de los espacios naturales. El valor económico total de las dehesas ibéricas», *Agricultura y Sociedad*, 73, 1994, pp. 103-120.
- CARBAJO, A., y CARBAJO, R., «Las dimensiones del comercio intraindustrial en la economía española», *Información Comercial Española*, 604, 1983.
- CARPINTERO, O., *Entre la economía y la naturaleza*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1999.
- CARPINTERO, O.; ECHEVARRÍA, S., y NAREDO, J. M., «Flujos físicos y valoración monetaria en el comercio mundial», en: NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, pp. 325-348.
- CARPINTERO, O.; ECHEVARRÍA, S., y NAREDO, J. M., «Riqueza real y riqueza financiera: el papel de los flujos financieros en la generación y distribución de la capacidad de compra sobre el mundo», en: NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, pp. 349-381.

- CARPINTERO, O., «Economía y ciencias de la naturaleza: algunas consideraciones sobre el legado de Nicholas Georgescu-Roegen», *Información Comercial Española*, 779, 1999, pp. 127-142.
- CARPINTERO, O., «La economía española: "dragón europeo" en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995», *Ecología Política*, 23, 2002, pp. 85-125.
- CARPINTERO, O., «El papel del comercio internacional y el mito de la desmaterialización económica», en: NIETO, J., y RIECHMANN, J. (eds.), *Sustentabilidad y globalización*, Valencia, Germania, pp. 117-150, 2003.
- CARPINTERO, O., «África como abastecedora de minerales estratégicos», 2004, en: ICEX/ICEI, *Claves de la Economía Mundial 2004*, Madrid (pp. 447-453), 2004.
- CARPINTERO, O., *La Bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen*, Barcelona, Montesinos (en prensa).
- CARPINTERO, O., *Más allá de la valoración monetaria. (Economía y Naturaleza en la reflexión de los economistas en España desde mediados del siglo XX)*, (en preparación).
- CARRASCO, N., «Productividad del trabajo y cambio tecnológico: diferencias sectoriales», *Revista de Economía y Sociología del Trabajo*, n.º 19-20, 1993, pp. 35-46.
- CASAMAYOR, A., «Por una oposición que se oponga», *Cuadernos de Ruedo Ibérico*, 54, 1976 (reedición: NAREDO, J. M., y CASAMAYOR, A., Anagrama, 2001).
- CASE, K. E.; QUIGLEY, J. M., y SHILLER, R. J., «Comparing Wealth Effects: The Stock Market Versus Housing Market», *NBER Working Paper Series 8606*, 2002.
- CASTEJÓN, R., «El siglo crucial de la minería española (1850-1950)», *Papeles de Economía Española*, 29, 1986, pp. 30-48.
- CASTELLANO, H., *Material Flow Analysis in Venezuela*, Internal Report (no publicado), Caracas, 2001.
- CASTELLS, M., *La era de la información*, Vol. 1, Madrid, Alianza, 1997.
- CASTRO, S.H., y SÁNCHEZ, M., «Environmental viewpoint on small-scale copper, gold and silver mining in Chile», *Journal of Cleaner Production*, 11, 2003, pp. 207-213.
- CASTROVIEJO, S., et al., «Política forestal de España (1940-1985)», *Quercus* 19, 1985, pp. 1-51.
- CEBALLOS, L., «El resurgimiento agro-forestal de España y el orden natural de las cosas. Responso a unas encinas "vendidas por la técnica», *Montes*, 11 (66), 1955, pp. 425-428.
- CERROLAZA, A., y FERNÁNDEZ DE LIS, «Los sectores de la minería y el petróleo en Bolsa: su evolución y situación actual», *Papeles de Economía Española*, 29, 1986, pp. 49-76.
- CHEN, X., y QIAO, L., «A preliminary Material Input Analysis of China», *Population and Environment*, 23, 2001, pp. 113-126.
- CIPOLLA, C., *Historia económica de la población mundial*, Barcelona, Crítica, 1982.
- CLEVELAND, C., y RUTH, M., «Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use», *Journal of Industrial Ecology*, Vol 2, n.º 3, 1999, pp. 15-50.
- CLEVELAND, C.; STERN, D. I., y COSTANZA, R. (eds.), *The Economics of Nature and the Nature of Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 2001.
- CMMAD, *Nuestro Futuro Común*, Madrid, Alianza, 1988.
- COHEN, J., *How Many People Can the Earth Support?*, Norton, New York, 1995.
- COMITÉ VETERINARIO PERMANENTE DE LA UE (reunión del 9 y 10 de octubre de 1990): *Nota sucinta del "dossier" sobre EEB*. (El País, 24 de enero de 2001, p. 28)
- COMMONER, B., «The relation between industrial and ecological systems», *Journal of Cleaner Production*, 5, 1997.
- COOK, E., «Límites de la explotación de los recursos no renovables», en: DALY, H. (comp.), *Economía, ecología y ética*, 1989, pp. 103-110.

- COPPELAND, B. R., y SCOTT TAYLOR, M., «North-South trade and environment», *Quarterly Journal of Economics*, August, 1994, pp. 755-787.
- CORDEN, W., *Trade Policy and Economic Welfare*. Weatsheaf, Hewel Hampstead, 1974.
- COSTA CLIMENT, J., «Una década de inversión española en el exterior», *ICE*, 799, 2002, pp. 9-13.
- COSTA TENORIO, M., et al., «La evolución de los bosques en la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos», *Ecología*, 1, 1990, pp. 31-58.
- COSTANZA, R., «What is Ecological Economics», *Ecological Economics*, 1, 1989, pp. 1-8.
- COSTANZA, R. (ed.), *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York, Columbia University Press, 1991.
- COSTANZA, R.; DALY, H. E., y BARTHOLOMEW, J., «Goals, Agenda and Policy Recommendations for Ecological Economics», en: COSTANZA, R. (ed.), *Ecological Economics...*, pp. 1-20.
- COSTANZA, R.; PERRINGS, CH., y CLEVELAND, C. (eds.), *The Development of Ecological Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 1997.
- COTTRELL, F., *Energy and Society*, New York, McGraw-Hill, 1955.
- CUADRADO ROURA, J. R. (dir), *Convergencia Regional en España. Hechos, Tendencias y Perspectivas*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1996.
- DALY, H. E., «On Economics as a Life Science», *Journal of Political Economy*, Mayo, 1968.
- DALY, H. E., «La economía como ciencia de la vida», en: DALY, H. E. (comp.), *Economía, ecología y ética*, pp. 247-261.
- DALY, H. E. (ed.), *Toward a Steady-State Economy*, W. H. Freeman, San Francisco, 1972.
- DALY, H. E. «Entropy, growth and the political economy of scarcity», en: SMITH, V. K. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1979, pp. 67-94.
- DALY, H. E., «The economic thought of Frederick Soddy», *History of Political Economy*, 12, 1980, pp. 469-488.
- DALY, H. E., «Chicago School Individualism versus Sexual Reproduction: A Critique of Becker and Tomes», *Journal of Economic Issues*, Marzo 1982, pp. 307-312.
- DALY, H. E., y COBB, JR., *Para el bien común. Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*. México, Fondo de Cultura Económica, 1989.
- DALY, H. E. (comp.), *Economía, ecología ética*, México, FCE, 1989.
- DALY, H. E., «Elements of Environmental Macroeconomics», en: COSTANZA, R., *Ecological Economics...*, pp. 35-46.
- DALY, H. E., «Is the Entropy Law Relevant to the Economics of Natural Resource Scarcity? Yes, of course», *Journal of Environmental Economics and Management*, 23, 1992, pp. 91-95.
- DALY, H. E., y GOODLAND, R., «An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT», *Ecological Economics*, 9, 1994, pp. 73-92.
- DALY, H. E., «Dinero, Deuda y Riqueza Virtual», *Ecología Política*, 9, 1995, pp. 51-75.
- DALY, H. E., «De la economía del mundo lleno a la economía del mundo vacío», en: GOODLAND, R., et al., (eds.): *Medio ambiente y desarrollo sostenible*, Madrid, Trotta, pp. 37-50.
- DALY, H. E., «Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz», *Ecological Economics*, 22, 1997, pp. 261-266.
- DALY, H. E., *Ecological Economics and the Ecology of Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 1999.
- DANIELS, P. L., y MOORE, S., «Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies. Part I», *Journal of Industrial Ecology*, 5 (4), 2002, pp. 69-93.

- DANIELS, P. L., «Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies. Part II», *Journal of Industrial Ecology*, 6 (1), 2002, pp. 65-88.
- DE BLAS, J. C.; FRAGA, M. J.; PÉREZ, C. J., y BUXADE, C., «Crisis energética y producción ganadera. El modelo español, un modelo desequilibrado», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 107-136.
- DE BLAS, C., *Producción extensiva de vacuno*, Madrid, Mundi Prensa, 1983.
- DE BLAS, C.; GONZÁLEZ, G., y ARGAMENTERÍA, A., *Nutrición y alimentación animal*, Madrid, Mundiprensa, 1987.
- DE BRUYN, S.; VAN DEN BERGH, J., y OPSCHOOR, H., «Structural change, growth, and dematerialization: an empirical analysis», 1997, en: VAN DEN BERGH, J., y VAN DER STRAATEN, J. (eds.), *Economy and ecosystems in change*, Cheltenham, Edward Elgar, pp. 201-228.
- DE BRUYN, S. M., «Dematerialization and rematerialization», en: VELLINGA, P., et. al, *Managing the world...*, pp. 147-164.
- DE BRUYN, S., y HEINTZ, R. J., «The environmental Kuznets curve hypothesis», en: VAN DEN BERGH, J. (ed.), *Handbook of Environmental...*, op. cit., pp. 656-677.
- DE BRUYN, S. M., y OPSCHOOR, J. B., «Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations», *Ecological Economics*, 20, 1997, pp. 255-268.
- DE LA FUENTE, A., «Histoire d'A: Crecimiento y Progreso Técnico», *Investigaciones Económicas (Segunda Época)*, Vol. XVI, n.º 3, 1992, pp. 331-391.
- DE MARCO, O.; LAGIOIA, G., y PIZZOLI MAZZACANE, E., «Material Flow Analysis of the Italian Economy», *Journal of Industrial Ecology*, 4 (2), 2000, pp. 55-70.
- DEL CASTILLO RODRIGUEZ-ACOSTA, J., «Funciones de producción y economías de escala», *Anales de Economía*, n.º 16, Octubre-Diciembre, 1972, pp. 83-117.
- DEL VAL, A., «Aprovechamiento de residuos orgánicos fermentables», *GAIA*, 16, 1999, pp. 29-32.
- DELGADO CABEZA, M., y SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, J., «Las desigualdades territoriales en el Estado Español. 1955-1995», *Revista de Estudios Regionales*, 51, 1998, pp. 61-89.
- DELGADO CABEZA, M., *Andalucía en la otra cara de la globalización*, Sevilla, Mergablum, 2002.
- Departamento de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda, *La huella ecológica de Navarra*. (<http://www.cfnavarra.es/medioambiente/agenda/huella/huella/htm>), 2000.
- DÍAZ ÁLVAREZ, M. C., y ALMOROX ALONSO, J., «La erosión del suelo», *El Campo*, 131, 1994, pp. 81-82.
- Díaz Mora, C. (2001): «La ventaja comparativa como determinante del patrón de comercio intraindustrial vertical: evidencia para la Unión Europea», *Información Comercial Española*, 796, pp. 55-65.
- DÍEZ DE SERRALDE, S., y MARTÍNEZ CAÑETE, A., «Factores explicativos de la inversión extranjera directa en España (1970-1992)», *Hacienda Pública Española*, 136, 1996, pp. 19-31.
- DIGITAL EUROPE, *Virtual dematerialization: ebusiness and factor X*, Interim Report. Information Society Technologies, 2002.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS, *Estadísticas de comercio exterior*. Madrid (varios años).
- DOLDÁN GARCÍA, X., *Problemas metodológicos referidos ao cómputo económico dos fluxos de materiais, enerxia e auga na industria*, Santiago de Compostela, Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 1999.
- DONGES, J. B., «La configuración de la exportación española», *Información Comercial Española*, 481, 1973.
- DOUGLAS, I., y LAWSON, N., «An Earth Science Approach to Material Flows Generated by Urbanisation and Mining», en: BRINGEZU, S., et al., (eds.), *Regional and National Material Flow Accounting. From Paradigm to Practice of Sustainability*, Wuppertal Special 4, 1997, pp.108-118.

- DOUGLAS, I., y LAWSON, N., «Problems associated with establishing reliable estimates of materials flows linked to extractive industries», en: KLEJN, R., et. al., (eds.), *Ecologizing Societal Metabolism*, Third ConAccount Meeting, CML, report 148, pp. 127-134, 1998.
- DOUGLAS, J., y LAWSON, N., «Material Flows due to miming and urbanization», en: AYRES Y AYRES (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, 2002, pp. 351-364.
- DURÁN, J. J., *Multinacionales españolas en Iberoamérica*, Madrid, Pirámide, 1999.
- DURNING, A. T., y BROUGH, H., *Taking Stock: Animal Farming and the Environment*, Worldwatch Institute Paper, 103, 1991.
- ECHERRÍA BALLARÍN, I., «Replacación forestal aplicada a la industria papelera. Medidas para solucionar sus problemas selvícolas y sociales», *Montes e Industrias*, III, 15, 1932.
- EEA, *Environmental Signals 2000*, Copenhagen, 2000.
- EHRENFELD, J. R., y CHERTOW, M. R., «Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. W. (eds.), *Handbook of industrial ecology*, 2002, pp. 334-348.
- EHRICH, P., et al., «Disponibilidad, Entropía y Leyes de la Termodinámica», (e.o. 1977) en: DALY, H. E. (ed.), *Economía, ecología y ética*, México, FCE, 1989, pp. 56-60.
- EKINS, P., «Tradding off the Future: Making World Trade Environmentally Sustainable», en KRISHNAN, B.; GOODWIN, N., y HARRIS, J. (eds), *A Survey of Ecological Economics*, Island Press, Washington, D.C., 1995.
- EKINS, P., «The Kuznets Curve for the environment and economic growth: examining the evidence», *Environment and Planning*, 29, 1997, pp. 805-830.
- ENADIMSA, *Aspectos económicos del aprovechamiento energético de la biomasa residual*, Abril, 1983.
- ENMANUEL, A., *El Intercambio desigual*. Madrid, Siglo XXI, 1971.
- EPA, *Desktop Computer Displays*, Washington, D.C., 2001.
- ERKMAN, S., «Industrial Ecology: an historical view», *Journal of Cleaner Production*, 5, 1997, pp. 1-10.
- ESTEVAN, A., y SANZ, A., *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1994.
- ESTY, D. C., *El reto ambiental de la Organización Mundial de Comercio*, Barcelona, Gedisa, 2001.
- EUROSTAT, *Energy consumption in households*, Luxembourg, 1993.
- EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997.
- EUROSTAT, «Physical Input-Output Tables for Germany, 1990». *Working Papers ((2/1998/B/1)*, 1998.
- EUROSTAT, *Economy-wide material flows accounts and development indicators. A methodological guide*, Luxembourg, 2001.
- EUROSTAT, *Material Use in the European Union, 1980-2000: Indicators and analysis* Eurostat Working Papers and Studies, Luxembourg, 2002.
- FABER, M., «A Biophysical Approach to the Economy Entropy and Environment and Resources», en: VAN GOOL, W., y BRUGGINK, J. J. C. (eds.), *Energy and Time in the Economic and Physical Sciences*, Amsterdam, North Holland, 1985, pp. 315-337.
- FABER, M.; MANSTETTEN, R., y PROOPS, J., *Ecological Economics: Concepts and Methods*, Cheltenham, Edward Elgar, 1996.
- FABER, M.; NIEMES, H., y STEPHAN, G., *Entropy, Environment and Resources. An Essay in Physico-Economics*, Heidelberg, Springer-Verlag (traducción inglesa del original alemán publicado en 1983), 1987.
- FAO, *Food Balance Sheet*, Roma ([http://: www.fao.org](http://www.fao.org)), varios años.
- FARIÑAS, J. C., y MARTÍN, C., «Ventaja comparativa y proporción de factores en el comercio español de productos manufacturados», *Investigaciones económicas*, vol. XIV (2), 1990, pp. 269-290.

- FARRÉ, L., *El efecto riqueza sobre el consumo de los hogares españoles: ¿qué explican los datos agregados durante los últimos quince años?*, Tesina del programa de doctorado del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona, 2002.
- FEMIA, A., «A Material Flow Account for Italy, 1988», *Eurostat Working Papers*, 2/2000/B/8, 2000.
- FERNÁNDEZ BUEY, F., *La ilusión del método*, Barcelona, Crítica, 1991.
- FERNÁNDEZ BUEY, F., y RIECHMANN, J., *Ni tribunus*, Madrid, Siglo XXI, 1996.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., «Agroenergética», *Agricultura*, 46, 1977, pp. 541-545.
- FERNÁNDEZ OTHEO, C. M., «Concentración y especialización regional de la inversión directa extranjera en España», *Economía Industrial*, 335-336, 2000, pp. 67-81.
- FERNÁNDEZ, J., «La agricultura como fuente productora de energía», *Agricultura y Sociedad*, 24, 1982, pp. 157-178.
- FERNÁNDEZ, J., «Energía de la biomasa (I) y (II)», en: MORÁN, F., y RODRIGUEZ-FERNÁNDEZ, Y. (coords.), *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gestión, energía y salud*, Madrid, Foro Complutense, 2001, pp. 273-305.
- FERNG, J. J., «Using composition of land multiplier to estimate ecological footprints associated with production activity», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 159-172.
- FICHTER, K., «Sustainable business strategies in the internet economy», 2002, en: PARK, J., y ROOME, N. (eds), *The Ecology of the New Economy*, Sheffield, Greenleaf Publishing, 2002, pp. 22-34.
- FICHTER, K., «E-Commerce. Sorting out the Environmental Consequences», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, 2003, pp. 25-41.
- FISCHER-KOWLASKI, M., y HABERL, H., «Metabolism and Colonisation: Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature», *IFF- Schriftenreihe Soziales Ökologie*, Band, 32, 1993.
- FISCHER-KOWLASKI, M., et al., «A plethora of paradigms: Outlining and information system on physical exchanges between the economy and nature», en: AYRES y SIMONIS (eds.), *Industrial metabolism...*, 1994, pp. 337-373.
- FISCHER-KOWLASKI, M., y HABERL, H., «On the Cultural Evolution of Social Metabolism with Nature», *IFF-Schriftenreihe*, Band 40, 1994.
- FISCHER-KOWLASKI, M., «Society's Metabolism», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, Band 46, 1997.
- FISCHER-KOWLASKI, M., y HABERL, H., «Tons, Joules and Money: Modes of Production and the Sustainability Problems», *Society and Natural Resources*, 10, 1997, pp. 61-85.
- FISCHER-KOWLASKI, M., «Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970», *Journal of Industrial Ecology*, 2, 1998, pp. 61-78.
- FISCHER-KOWLASKI, M., y HÜTTLER, W., «Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part II, 1970-1998», *Journal of Industrial Ecology*, 2 (4), 1999, pp. 107-136.
- FLORES DE LEMUS, A., «Sobre una dirección fundamental de la producción rural española», reproducido en *Moneda y Crédito*, 36, 1951 (e.o. 1926).
- FLOYD, D. B., y WEBER, C., «Leaking Electricity: Individual Field Measurement of Consumer Electronics», p. 1. (<http://www.enduse.lbl.gov>), 1999.
- FONTANA, J., *La historia después del fin de la historia*, Barcelona, Crítica, 1992.
- FRENCH, H., «La reconciliación del comercio y el medio ambiente», en: Worldwatch Institute: *La situación del mundo*, CIP-Apostrofe, Madrid, 1991, pp. 261-293.
- FREY, S. D., y HARRISON, D. J., «Environmental assessment of electronic products using LCA and ecological footprint», 2000, *Joint International Congress and Exhibition. Electronic goes Green 2000*.

- FRIAS SAN ROMÁN, J., «Posibilidades de aprovechamiento económico de la biomasa residual», *Agricultura y sociedad*, 34, 1985, pp. 219-236.
- FRIAS SAN ROMÁN, J., «Los residuos como fuente de energía y materiales en el marco de la integración de España en el CEE», *Información Comercial Española*, Junio 1986, pp. 99-111.
- FRIAS, J.; GARRIDO, S.; GASCÓ, J. M.; HIDALGO, R., y NAREDO, J. M.: *Los flujos de agua, materiales y energía en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía y Hacienda. (1986).
- FROSCH, R., «La ecología industrial del siglo XXI», *Investigación y Ciencia*, Noviembre, 1995, pp. 107-113.
- FROSCH, R. A., y GALLOPOULUS, N. E., «Strategies for Manufacturing», *Scientific American*, 261, 1989, pp. 94-102.
- FROSCH, R. A., «Industrial Ecology: A philosophical introduction», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89, 1992, pp. 800-802.
- GALEA, CH., y WALTON, S., «Is e-commerce sustainable?», en: PARK, J., y ROOME, N. (eds.), *The Ecology of the New Economy*, Sheefield, Greenleaf Publishing, 2002, pp. 100-109.
- GALLEGO GREDILLA, J. A. (ed.), *Economía y medio ambiente*, Madrid, IEF, 1974.
- GALLEGO MORA-ESPERANZA, J., «La oferta de suelo en el municipio de Madrid», *Catastro*, 24, 1995.
- GÁMIR, L., *El comercio exterior de España*, Madrid, Moneda y Crédito, 1973.
- GARCÍA ABRIL, A., et al., «La repoblación forestal», en: ADENA/WWL, *El libro rojo de los bosques españoles*, Madrid, 1989, pp. 237-276.
- GARCÍA ALONSO, J. M., «La minería del carbón», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 121-123.
- GARCÍA ALONSO, J. M., y IRANZO MARTÍN, J., *La energía en la economía mundial y en España*, Madrid, AC, 1988.
- GARCÍA COTO, D., «La propiedad de las acciones en las Bolsas europeas», *Bolsa de Madrid*, n.º 10, 2002, pp. 10-17.
- GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Lecciones de Economía Española*, Madrid, Civitas (varias ediciones), 1993.
- GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *España, Economía*, Madrid, Espasa Calpe (varias ediciones), 1993.
- GARCÍA DORY, M. A., «La utilización de las razas autóctonas en los ecosistemas regionales, como factor de ahorro energético en la ganadería española», *Agricultura y Sociedad*, 15, 1980, pp. 115-162.
- GARCÍA DORY, M. A., et al., «Evolución de la superficie arbolada de España durante el período 1947-1975», *Quercus*, 13, 1984, pp. 9-14.
- GARCÍA DORY, M. A., y MARTÍNEZ VICENTE, S., *La ganadería en España*, Madrid, Alianza, 1988.
- GARCÍA ZALDIVAR, R.; GASCÓ, J. M.; LÓPEZ LINAGE, J., y NAREDO, J. M., *Evaluación de la ocupación de suelo agrícola por el proceso de urbanización. Análisis y recomendaciones*, Madrid, Dirección General de Acción Territorial y Urbanismo, MOPU, 1983.
- GARCÍA, E., «Entre la información y el petróleo: Luces y sombras de la promesa de una “modernización ecológica” y un “desarrollo sustentable”», *Sistema*, Vol. 162-163, 2001, pp. 149-172.
- GARD, D. L., y KEOLEIAN, G. A., «Digital versus Print: Energy Performance in the Selection and Use of Scholarly Journals», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, n.º 2, 2003, pp. 115-131.
- GARDNER, G., y SAMPAT, P., «Hacia una economía de materiales sostenible», en: BROWN, L. R. et al., (ed.), *La situación del mundo*, Madrid, Icaria-FUHEM, 1999, pp. 91-156.
- GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica* Fundación Argentaria Visor-Distribuciones, 1996.
- GARRABOU, R., y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica*, ambos publicados por la Fundación Argentaria Visor-Distribuciones, 1999.

- GASCÓ, J. M., y GASCÓ, A. M., «Adaptación de los cultivos y las labores al régimen de humedad de los suelos en la agricultura tradicional», en: GARRABOU, R y NAREDO, J. M. (eds.), *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, op. cit., 1996, pp. 85-94.
- GATT, *El comercio mundial, 1990-1991*. Ginebra, 1991.
- GAVALDA, M., «Repsol en Bolivia, una transnacional en el Trópico Latinoamericano», *Ecología Política*, 15, 1998.
- GAVALDA, M., «La cuchillada amazónica», *El Ecologista*, 27, 2001, pp. 32-34.
- GAVIRIA, M.; NAREDO, J. M., y SERNA, J. (coords.), *Extremadura saqueada. Recursos naturales y autonomía regional*, Ruedo Ibérico, Ibérica de Ediciones, Barcelona, 1978.
- GEA JAVALOY, R., «El sector del plomo», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 271-281.
- GEA JAVALOY, R., «El sector del zinc», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 321-331
- GEDDES, P., «Un análisis de los principios de la economía», 1884, en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía ecológica. Textos de P Geddes, S.A. Podolinsky y F. Soddy*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1995, pp. 25-61.
- GEORGESCU-ROEEN, N., «Process in Farming versus Process in Manufacturing: A Problem of Balanced Development», en: *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*. Oxford, Pergamon, 1965, pp. 71-102.
- GEORGESCU-ROEEN, N., *Analytical Economics*, Cambridge Mass., Harvard University Press, 1966.
- GEORGESCU-ROEEN, N., *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, 1971. (Existe versión española: *La ley de la entropía y el proceso económico*, Madrid, Visor-Fundación Argentaria.)
- GEORGESCU-ROEEN, N., *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*. Oxford, Pergamon, 1972.
- GEORGESCU-ROEEN, N., «Dynamic Models and Economic Growth», en: *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Essays*, 1974, pp. 235-253.
- GEORGESCU-ROEEN, N., «Comments on the papers by Daly and Stiglitz», en: KERRY SMITH, V. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, 1979, pp. 95-105.
- GEORGESCU-ROEEN, N., «La teoría energética del valor económico: un sofisma económico particular», *El Trimestre Económico*, 198, 1983, pp. 829-860.
- GEORGESCU-ROEEN, N., «Man and Production», en: BARANZINI, F., y SCARZIERI, R., *Foundations of Economics*, Oxford, Basil Blackwell, 1986, pp. 247-280.
- GERBENS-LEENES, P.W., y NONHEBEL, S., «Consumption patterns and their effects on land required for food», *Ecological Economics*, 42, 2002, pp. 185-199.
- GERBENS-LEENES, P.W.; NONHEBEL, S., y IVENS, W. P. M. F., «A method to determine land requirements relating to food consumption patterns», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90, 2002, pp. 47-58.
- GERHOLD, S., y PETROVIC, B., «Material Balance and Indicators, Austria 1960-1997», *Eurostat Working Papers*, 2/2000/B/6, 2000.
- GIL DE BIEDMA, J., *Las personas del verbo*, Barcelona, Seix-Barral, 1992.
- GILJUM, S. «Trade, material flows and economic development in the South: the example of Chile», *Journal of Industrial Ecology*, (en prensa).
- GIRARDET, H., *Reducing London's Ecological Footprint. Creating a sustainable London*, London, 1996. (Puede encontrarse un resumen en: «London's Footprint, <http://www.oneworld.org>).
- GLACKEN, C., «Changing Ideas of the Habitable World», en: THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, Vol 1. 1956, pp. 70-92.
- GLACKEN, C., *Huellas en la playa de Rodas*, Barcelona, Serbal, 1996, (e.o. 1967).

- GILJUM, S., y HUBACEK, K., *International Trade, material flows and land use: developing a physical trade balance for the European Union*, IAASA, Laxembourg, 2001.
- GÓMEZ MENDOZA, J., y MATA OLMO, R., «Actuaciones forestales públicas desde 1940. Objetivos, criterios y resultados», *Agricultura y Sociedad*, 65, 1994, pp. 17-50.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M., «De la “cuestión agraria” a la “cuestión ambiental”», *Historia Agraria*, 22, 2000, pp. 19-36.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M., «Condicionamientos ambientales del crecimiento agrario español (siglos XIX y XX)», en: *El pozo de todos los males*, Barcelona, Crítica, 2001, pp. 43-94.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M., y MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.), *Naturaleza transformada. Estudios de Historia Ambiental en España*, Barcelona, Icaria, 2001.
- GONZÁLEZ ROMERO, A., y MONTES GAN, V. J., «Pautas de localización sectorial de la inversión directa extranjera en España. Internacionalización y política industrial», *Economía Industrial*, 306, 1995, pp. 55-75.
- GOODLAND, R., «La tesis de que el mundo está en sus límites», en: GOODLAND, R, et al., *Medio ambiente y desarrollo sostenible*, Madrid, Trotta, 1997, pp. 19-36.
- GOODLAND, R., et al., (eds.), *Medio ambiente y desarrollo sostenible*, Madrid, Trotta, 1996.
- GOODLAND, R., «Environmental sustainability in agriculture: diet matters», *Ecological Economics*, 23, 1997, pp. 189-200.
- GORDON, S., «Darwin and Political Economy: The Connection Reconsidered», *Journal of the History of Biology*, 22, 1989, pp. 437-459
- GOWDY, J.M., «Bio-Economics: Social Economy versus Chicago School», *International Journal of Social Economics*, 14, 1989, pp. 32-42
- GOWDY, J., y FERRERI CARBONELL, A., «Toward consilience between biology and economics: the contribution of Ecological Economics», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 337-348.
- GRAEDEL, T.H., «Industrial Ecology: Definitions and Implementation», en: SOCOLOW, R., et al., *Industrial Ecology and Global Change*, 1994, pp. 23-42.
- GRAHAM, E. M., «Foreign Direct Investment in the World Economy», en IMF: *Staff Studies for the World Economic Outlook*, Washington, D.C., 1995.
- GRAVINA, H., «La Política Agraria Comunitaria (PAC)», *El Ecologista*, 26, 2001, pp.27-28.
- GREENING, L.A.; GREENE, D. L., y DIFIGLIO, D., «Energy efficiency and consumption —the rebound effect— a survey», *Energy Policy*, 28, 2000, pp. 390-392.
- GROOME, H. J., *Historia de la política forestal en el Estado Español*, Madrid, Agencia de Medio Ambiente, 1990.
- GROSSMAN, G., y KRUEGER, A., «Economic growth and environment», WP-4634, *National Bureau of Economic Research*, 1991.
- GROSSMAN, G., y KRUEGER, A., «Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement», WP-3914, *National Bureau of Economic Research*, 1991, pp. 35-36.
- GRUBEL, H., y LLOYD, P.J., *Intra-industry trade. The Theory and measurement of international trade in differentiated products*, London, Macmillan, 1975.
- GUHA, R., y MARTÍNEZ ALIER, J., *Varieties of environmentalism*, London, Earthscan, 1997.
- GUISÁN SEIJAS, M.^a C., «Un nuevo modelo econométrico de crecimiento económico y su aplicación a la economía española (1964-1974)», *Cuadernos de Economía*, vol. 20, 1979, pp. 481-500.

- HABERL, H., «Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluss von Ökosystemen», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, Band 43, 1995.
- HABERL, H.; ERB, K.-H., y KRAUSMANN, F., «How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995», *Ecological Economics*, 38, 2001, pp. 25-45.
- HAMMER, M., *Material Flows and Economic Development- Material Flow Analysis of the Hungarian Economy*, Institute for Anthropology, University of Wien, 2002.
- HANNON, B., «The use of analogy in biology and economics. From biology to economics, and back», *Structural Change and Economic Dynamics*, 8, 1997, pp. 471-488.
- HARCOURT, G. H., *La teoría del capital. Una controversia entre los dos Cambridge*, Barcelona, Oikos-Tau, 1972.
- HARDIN, G., «The Tragedy of the Commons», *Science*, 162, pp. 1245-1248. Existe una versión castellana con el título: «La tragedia de los espacios colectivos», en: DALY, H. E. (ed.), *Economía, ecología y ética*, México, FCE, pp. 111-124 (e.o. 1968).
- HEERINK, N.; MULATU, A., y BULTE, E., «Income inequality and environment: aggregation bias in environmental Kuznets curves», *Ecological Economics*, 38, 2001, pp. 359-367.
- HEINONEN, S.; KOKINEN, P., y KAIVO-OJA, J., «The ecological transparency of the information society», *Futures*, 33, 2001, pp. 319-337.
- HEISKANEN, E., y JALAS, M., *Dematerialization Through Services. A Review and Evaluation of the Debate*, The Finnish Environment, 436, 2000.
- HERMAN, R.; ARDEKANI, S. A., y AUSUBEL, J. H., «Dematerialization», en: National Academy of Engineering: *Technology and Environment*, Washington D.C., National Academy Press, 1989, pp. 50-69.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, F. (coord.), *El calentamiento global en España*, Madrid, CSIC, 1999.
- HERNÁNDEZ BENEDI, J. M., *Manual de nutrición y alimentación del ganado*, Madrid, MAPA, 1987.
- HERRING, H., y ROY, R., «Sustainable services, electronic education and the rebound effect», *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 2002, pp. 525-542.
- HICKS, J., *Causality in Economics*, Oxford, Basil Blackwell, 1979.
- HICKS, J., «El tiempo en la economía», 1989, en: *Dinero, interés y salarios*, México, FCE, pp. 263-279.
- HILTY, L. M.; RUDDY, TH., y SCHULTHEISS, D., «Resource Intensity and Dematerialization Potential of Information Society Technologies», *Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland. Discussion Paper 2000-01*, 2000.
- HILTY, L. M., y RUDDY, TH., «The information Society and Sustainable Development», *Solothurn University of Applied Sciences Northwestern Switzerland. Discussion Paper 2000-03*, 2000.
- HILLE, J., *The Concept of Environmental Space*, European Environment Agency, 1997.
- HINTERBERGER, F.; LUKS, F., y SCHMIDT-BLEEK, F., «Material flows vs. "capital natural". What makes an economy sustainable?», *Ecological Economics*, 23, 1997, pp. 1-14.
- HIRSHLEIFER, J., «Economics from a Biological Viewpoint», *Journal of Law and Economics*, XX, 1977, pp. 1-52.
- HODGES, R. D., «Los argumentos de la agricultura biológica», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, pp. 19-50.
- HOFFRÉN, J.; LUUKKANEN, J., y KAIVO-OJA, J., «Decomposition analysis of Finnish Material Flows: 1960-1996», *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 4, 2001, pp. 105-125.
- HODGSON, G. M., *Economía y Evolución. Revitalizando la Economía*, Madrid, Celeste-Colegio de Economistas, 1994.
- HODGSON, G. M. (ed.) *Economics and Biology*, Cheltenham, Edward Elgar, 1995.

- HOLTZ-EAKIN, D., y SELDEN, T., «Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth», WP-4248, *National Bureau of Economic Research*, 1992.
- HOOKE, R., «On the efficacy of humans as geomorphic agents», *GSA Today*, 4 (9), 1994, pp. 223-225.
- HOUSTON, J., y DUNNING, J., *U.K Industry abroad*, London, Financial Times Books, 1976.
- HUBACEK, K., y GIJJUM, S., «Applying physical input-output to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities», *Ecological Economics*, 44, 2003, pp. 137-151.
- HUBBERT, M. KING, «Exponential Growth as Transient Phenomenon in Human History», en: DALY, H., y TOWNSEND, K (eds.), *Valuing the Earth*, 1994, Cambridge, Mass., MIT Press, (e.o. 1976), pp. 113-126.
- HUMPHREYS, D., y BRIGGS, S., «Mineral Consumption in the U.K. 1945-1980: A Statistical Analysis», *Resources Policy*, 9, 1983, pp. 4-22.
- HUSAR, R. B., «Ecosystem and The Biosphere: Metaphors for human-induced material flows», en: AYRES y SIMONIS (eds.), *Industrial Metabolism*, pp. 21-30.
- HÜTLER, W.; SCHANDL, H., y WEISZ, H., «Are industrial Economies on Path of Dematerialization? Material Flow Accounts for Austria 1960-1995: Indicators and International Comparison», en: KEJIN, R., et al., (eds.), *Ecologizing Societal Metabolism*, 1999, pp. 23-30.
- HÜTLER, W.; PAYER, H., y SCHANDL, H., «National Material Flow Analysis for Austria 1992», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, Band 45, 1997.
- IDAE, *Consumos de energía de los hogares*, 1995, Madrid, MINER, 1998.
- IEA/OCDE, *CO₂ emissions from fuel combustion*, Paris, 2000.
- INE, *Censo de edificios*, Madrid, varios años.
- INE, *Censo de viviendas*, Madrid, varios años.
- INE, *Censo Agrario*, Madrid, 1989.
- INE, *Encuesta sobre la estructura de la explotaciones agrarias*, Madrid.
- INSTITUTO DE ECOLOGÍA POLÍTICA, *El tigre sin selva. Consecuencias ambientales de la transformación económica de Chile: 1974-1993*, Santiago de Chile, 1994.
- INTERAGENCY WORKING GROUP ON INDUSTRIAL ECOLOGY, *Material and Energy Flows, Report of the Interagency Working Group on Industrial Ecology, Material and Energy Flows*, Washington, 1998.
- ITGME, *Panorama Minero*, Madrid, varios años.
- ITGME, *Inventario Nacional de Balsas y Escombreras*, Madrid.
- JÄNICKE, M., et al., «Economic structure and environmental impacts: East-West comparisons», *Environmentalist*, 9, 1989, pp. 171-182.
- JANSON, A. M.; HAMMER, M.; FOLKE, C., y COSTANZA, R. (eds.), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*, Island Press, 1994.
- JAYADEVAPPA, R., y CHHATRE, S., «International trade and environmental quality: a survey», *Ecological Economics*, 32, 2000, pp. 175-194.
- JESPERSEN, J., «Reconciling environment and employment. Switching from goods to services?», Paper presentado al *Eco-Efficient Services Seminar*, Wuppertal Institute, Germany, 1994.
- JEVONS, W. S., *The Coal Question* (3.^a edición de 1906), 1865, Reprints of Economics Classics, AUGUST M. KELLEY Publisher. (Hay traducción castellana: JEVONS, W. S.: *El problema del carbón*, Madrid, Pirámide, 2000).

- JEVONS, W. S., *The Theory of Political Economy*, 4.^a ed., London, Macmillan, 1924. (Hay traducción castellana en editorial Pirámide).
- JILIBERTO, R., «Las cuentas del agua: un instrumento de análisis económico y ambiental del ciclo del agua en España», *Información Comercial Española*, 751, 1996, pp. 77-93.
- JIMÉNEZ RIDRUEJO, Z., y MARTÍN PALMERO, F., «Una estimación estática de los factores determinantes de la especialización en el comercio exterior», *Investigaciones Económicas*, 13, 1980.
- JOHANSSON, A., «Industrial ecology and industrial metabolism: use and misuse of metaphors», en: AYRES, R. U., y AYRES, L. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Chentelham, Edward Elgar, 2002, pp. 70-75.
- JOKINEN, P.; MALASKA, P., y J. KAIVO-OJA, «The environment in a “information society”», *Futures*, 30, 1998, pp. 485-498.
- JONES, CH. I., *Introducción al crecimiento económico*, Prentice-Hall, 2000.
- JUÁREZ CASADO, S. J., «La pesca en España: cambios en los últimos años y perspectivas», *Papeles de Economía Española*, 71, 1997, pp. 2-13.
- JUUTINEN, A., y MÄENPÄÄ, I., «Time Series for the Total Material Requirement of Finnish Economy. Summary», University of Oulu, 1999.
- KAHNERT, A., «International Developments of Material Flow Accounting», en: Eurostat, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, pp. 7-8.
- KANG, N. H., y JOHANSSON, S., *Cross-border Mergers and Acquisitions: Their Role in Industrial Globalisation*, Paris, STI Working Papers, 2000/1, OCDE, 2000.
- KAPP, W., *Los costes sociales de la empresa privada*, Barcelona, Oikos-Tau, 1963, 1950.
- KAWAMOTO, K., et al., «Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S.: Detailed Report and Appendices», LBNL-45917 (www.enduse.lbl.gov), 2001.
- KENDAL, H. W., y PIMENTEL, D., «Constraints on the expansion of global food supply», *Ambio*, 23, 1994, pp. 198-216.
- KERRY SMITH, V. (ed.), *Scarcity and Growth Reconsidered*, London and Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1979.
- KESLER, S. E., *Mineral resources, economics and environment*, London, Macmillan, 1994.
- KHAZZOOM, D. J., «Economic implications of mandated standards for household appliances», *Energy Journal*, 1, 1980, pp. 21-40.
- KLAASSEN, G. A. J., y OPSCHOOR, J. B., «Economics of sustainability or the sustainability of economics: different paradigms», *Ecological Economics*, 4, 1991, pp. 93-115.
- KOERTING WIESE, G., «La minería del hierro», *Papeles de Economía Española*, 29, 1986, pp. 332-347.
- KOOMEY, J. et al., «Initial comments on “The Internet begins with coal” Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory (www.enduse.lbl.gov)», 1999.
- KRAMER, K. J., et al., «Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption», *Energy Policy*, 27, 1999, pp. 203-216.
- KRANENDONK, S., y BRINGEZU, S., «Major Material Flows associated with orange juice consumption in Germany», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 455-460.
- KRAUSMAN, F., «Terrestrial Ecosystems and Industrial Transformation: Long Term Dynamics of Social Biomass-Metabolism, Land Use and Human Appropriation of Net Primary Production in Austria 1830-1995», en: «Nature Society and History», *Third Con Account Meeting*, Viena, 1999.
- KRUGMAN, P., «Is Free Trade Passé?», *Journal of Economic Perspectives*. (2), 1, 1987, p. 131.

- KRUGMAN, P., y OBSTFIELD, M., *Economía Internacional: teoría y política*, MacGraw-Hill, 1994.
- KUHN, M.; RADERMACHER, W., y C. STAHER, «Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990», *Wirtschaft und Statistik*, 8. (Reproducido como: «Environmental Trends 1960 to 1990», en: EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, pp. 123-145).
- LABRADOR, J., *La materia orgánica en los agrosistemas*, Madrid, MAPA-Mundiprensa, 1996.
- LABYS, W. C., «Transmaterialization», en: AYRES, R.U., y AYRES, L.W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, Cheltenham, Edward Elgar, 2002, pp. 202-208
- LABYS, W., y C. WADDELL, «Commodity lifecycles in U.S. materials demand», *Resources Policy*, 15, 1989, pp. 238-252.
- LAMARCA, C., «El globalitarismo de las transnacionales», *El Ecologista*, 25, 2001, pp. 28-29.
- LAMPKIN, N., *Agricultura ecológica*, Madrid, Mundiprensa, 1996.
- LARSON, E., et al., «Beyond the Era of Materials», *Scientific American*, 254, 1986, pp. 34-41.
- LEAL, J. L.; LEGUINA, J.; TARRAFETA, L., y NAREDO, J. M., *La agricultura en el desarrollo capitalista español*, Madrid, Siglo XXI, 1975.
- LEHMANN, H., y SCHMIDT-BLEEK, F., «Material flows from a systematical point of view», *Fressenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, p. 414-415.
- LENZEN, M., y MURRAY, S.A., «A modified methodological footprint method units application to Australia», *Ecological Economics*, 37, 2001, pp. 229-255.
- LEOPOLD, A., [1948], *Una ética de la Tierra*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 1999.
- LIFSET, R., y GRADEL, TH., «Industrial Ecology: goals and definitions», en: AYRES, R.U., y AYRES, L.W. (eds.), *Handbook of Industrial Ecology*, 2002, pp. 3-15.
- LOBEJÓN, L. F., *El comercio internacional*, Madrid, Akal, 2001.
- LÓPEZ CAMACHO, B., «La gestión del agua», en: NAREDO, J. M., y PARRA, F. (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales, op. cit.*, pp. 179-180.
- LÓPEZ LINAGE, J., «Perspectiva energética de la cría bovina en Asturias», *Revista de Estudios Agrosociales*, 132, 1985, pp. 75-125.
- LÓPEZ LINAJE, J., «Crecimiento urbano y suelo fértil. El caso de Madrid en el período 1956-1980», *Pensamiento Iberoamericano*, 12, 1987, pp. 259-273.
- LÓPEZ, I., «Contenido factorial del comercio exterior español», *Información Comercial Española*, 794, 2001, pp. 91-101.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, J., y NAREDO, J. M., *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor, 1996.
- LÓPEZ PACHECO, J., *Ecólogos y urbanas*, Vitoria, Bassarai, 1996.
- LOTKA, A. J., *Elements of Mathematical Biology*, New York, Dover, 1956.
- LOVINS, A., *Openpit Mining*, London, Earhtscan, 1973.
- LOW, P. (ed.), *International trade and environment*, Washington, World Bank Discussion Paper, volumen 159, 1992.
- LOW, P., y YEATS, A., «Do “Dirty” Industries Migrate?», en: LOW, P. (ed.), *International trade and environment*, pp. 89-103.
- LUCAS, R.; WHEELER, D., y HETTIGE, H., «Economic Development, Environmental Regulation and International Migration of Toxic Industrial Pollution: 1960-1988», en: LOW, P. (ed.), *International trade*, pp. 67-88.

- LUDWIG, A., y SLOK, T., «The impact of changes in stock prices and house prices on consumption in OECD countries», *IMF Working Paper 02/01*, 2002.
- LUKS, F., «Throughput, Scale, Material Input», en: KÖHN, J.; GOWDY, J.; HINTERBERGER, F., y VAN DER STRAATEN, J. (eds.), *Sustainability in Question*, Cheltenham, Edward Elgar, 1999, pp. 119-134.
- LLEÓ SILVESTRE, A., «El individualismo económico y los montes», *Montes*, 4 (23), 1948, pp. 563-564.
- LLEONART, J., et al., *La crisis pesquera española: un enfoque ecológico*, Madrid, CIP, 1996.
- MACEDO, A. B.; DE ALMEIDA MELLO FREIRE, D. J., y AKIMOTO, H., «Environmental management in the Brazilian non-metallic small-scale mining sector», 2003, pp. 197-206.
- MACHADO, J. A., *Material Flow Analysis in Brazil*, Internal Report (no publicado), Manaus, 2001.
- MALEMBBAUM, W., *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000*, McGraw-Hill, New York, 1978.
- MALTHUS, T. R., *Principios de Economía Política*, México, FCE, 1997 (e.o. 1836).
- MALLADA, L., *Los males de la patria*, Madrid, Fundación Banco Exterior, 1986, (e.o. 1870).
- MALLEY, «Ein einfacher PC mit Bildschirm verbraucht 19 Tonnen Ressourcen», *Telepolis aktuell*, 1998 (<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/1367/1.html>).
- MAPA, *Anuario de producción ganadera*, Madrid, varios años.
- MAPA, *Anuario de producción agrícola*, Madrid, varios años.
- MAPA, *Anuarios de Estadística Agraria*. Madrid, varios años.
- MAPA, *Estadísticas de la producción forestal*, Madrid, varios años.
- MARGALEF, R., *Ecología*, Barcelona, Planeta, 1992.
- MARGALEF, R., *Planeta azul, planeta verde*, Barcelona, Prensa Científica, 1992.
- MARGALEF, R., *Una ecología renovada a la medida de nuestros problemas*, Lanzarote, Fundación César Manrique, 1996.
- MARTÍN, J., y ORTS, V., «Naturaleza y causas del comercio intra-industrial», *Ekonomiaz*, 36, 1996, pp. 78-101.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y NAREDO, J. M., «La noción de "fuerzas productivas" y la cuestión de la energía» *Cuadernos de Ruedo Ibérico*, 63-66, 1979, pp. 71-90.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y NAREDO, J. M., «A Marxist precursor of energy economics», *Journal of Peasant Studies*, 9, 1982.
- MARTÍNEZ ALIER, J., *L'ecologisme i l'economia*, Barcelona, Edicions 62, 1984.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K., *Ecological Economics: energy, environment and society*, Oxford, Basil Blackwell, 1987.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y SCHLÜPMANN, K., *La economía y la ecología*, México, FCE, 1991.
- MARTÍNEZ ALIER, J., «Ecological Perception, Environmental Policy and Distributional Conflicts: Some lessons from History», en: COSTANZA, R. (ed.): *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*, New York, Columbia University Press, pp. 119-120.
- MARTÍNEZ ALIER, J., *De la economía ecológica al ecologismo popular*, Barcelona Icaria, 1992 (2.ª edición, 1994).
- MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía ecológica. Textos de P. Geddes, S.A. Podolinsky y F. Soddy*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, 1995.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y CONNOR, M. O', «Ecological and economic distribution conflicts», en: COSTANZA, R., SEGURA, O., y MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.), *Getting Down to Earth*, Washington DC, Island Press, 1996, pp. 153-183.
- MARTÍNEZ ALIER, J., y ROCA, J., *Economía ecológica y política ambiental*, México, FCE, 2000.
- MARTÍNEZ ALIER, J.; MUNDA, G., y O'NEILL, J., «Theories and methods in ecological economics: a tentative classification», en: CLEVELAND, C., STERN, D. I., y COSTANZA, R. (eds.), *The Economics of Nature and the Nature of Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 2001, pp. 34-56.

- MARTÍNEZ ALIER, J., *The Environmentalism of the Poor*, Chentelham, Edward Elgar, 2002.
- MARTÍNEZ GIL, F. J., *La nueva cultura del agua en España*. Bilbao, Bakeaz, 1997.
- MARTÍNEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A., *Capitalismo extranjero en España*, Madrid, Cupsa, 1978.
- MARTÍNEZ HERMOSILLA, P., «La industrialización forestal: sus problemas actuales», *Montes*, 3 (18), 1947, pp. 563-566.
- MARTÍNEZ VICENTE, J. S., «Un ensayo de estimación completa de una función de producción CES», *Cuadernos de Economía*, 7, 1975, pp. 299-342.
- MARVIN, S., «Environmental flows. Telecommunications and the dematerialization of cities?», *Futures*, 29, 1997, pp. 47-65.
- MAS, M., y PÉREZ, F. (dirs.), *Capitalización y crecimiento de la economía española (1970-1997)*, Bilbao, Fundación BBV, 2000.
- MASJUAN, E., *La ecología humana y el anarquismo ibérico*, Barcelona, Icaria, 1998.
- MATA OLMO, R., «Paisajes y sistemas agrarios españoles», en: GÓMEZ BENITO, C., y J. J. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ (eds.), *Agricultura y sociedad*, 1998, pp. 109-172.
- MATOS, G., y WAGNER, L., «Consumption of materials in the United States, 1900-1995» *U.S Geological Survey*, 1998.
- MATTHEWS, E.; AMAN, C.; BRINGEZU, S.; HÜTLER, WKLEJIN, R.; MORIGUCHI, Y.; OTTKE, C.; RODENBURG, E.; ROGICH, D.; SCHANDL, H.; SCHÜTZ, H.; VAN DER VOET, E., y WEISZ, H., *The Weight of Nations. Material Outflows from Industrial Economies*, Washington, World Resources Institute, 2000.
- MATTHEWS, H.S., y HENDRICKSON, C.T., «Economic and Environmental Implications of Online Retailing in the United States», en: HILTY, L. M., y P.W. GILGEN (eds.), *Sustainability in the Information Society*, Marburg, Metropolis Verlag, vol. I, 2001, pp. 65-72.
- MAYUMI, K., *The origins of Ecological Economics. The Bioeconomics of Nicholas Georgescu Roegen*, Routledge, 2001.
- MAYUMI, K., y GOWDY, J. (eds), *Bioeconomics and sustainability. Essays in honour of Nicholas Georgescu-Roegen*, Cheltenham, Edward Elgar, 1999.
- MEADOWS, D & D., y RANDERS, J., *Más allá de los límites al crecimiento*, Madrid, Aguilar, 1992.
- MEADOWS, D., et al., *Los límites del crecimiento*, México, FCE, 1972.
- MEEK, R. L., *Smith, Marx y después. Diez ensayos sobre el desarrollo del pensamiento económico*, Madrid, Siglo XXI, 1980.
- MENÉNDEZ, E., *Energías renovables, sustentabilidad y empleo*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 2001.
- MIGUEL ANASAGASTI, I., y GARCÍA-ATANCE, S., «Reflexiones sobre la función de producción macroeconómica y el argumento de la reducción de la jornada laboral», *Investigaciones Económicas*, 14, 1981, pp. 109-116.
- MIGUEL ANASAGASTI, I., y GARCÍA-ATANCE, S., «Una nota sobre la función de producción macroeconómica en España», *Investigaciones Económicas*, 17, 1982, pp. 171-172.
- MILL, J. S., *Principios de Economía Política*, 1871, México, FCE, 1983.
- MILLS, M. P., *The Internet Begins with Coal: a preliminary exploration of the impact of Internet on electricity consumption*, The Greening Earth Society, Arlington, 1999.
- MIMAM, *El Libro Blanco del Agua*, Madrid, 2000.
- MINER, *Estadística Minera de España*, Madrid, varios años.
- MINING AFRICA YEARBOOK, *FAQ, Mines, Mining And Exploration in Africa*, 2003 (<http://infomine-africa.com>.)
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, *Inversiones extranjeras en España*, Madrid, 1998.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, *Sector Exterior*, Madrid, varios años.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, *El sector exterior en 2001-2002*. Madrid.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Composición y valor del patrimonio inmobiliario en España, 1990-1997*, Madrid, 2000.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, *Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006*, Madrid, BOE, n.º 166, 12 de Julio de 2001, 2000.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, *Indicadores ambientales: una propuesta para España*, Madrid, 1996.
- MIR, P., «Aspectos metodológicos y teóricos de la función de producción agraria», *Agricultura y Sociedad*, 61, 1991, pp. 9-37.
- MIR, P., «Las bases ingenieriles de la función de producción», *Cuadernos de Economía*, 20, 1992, pp. 221-236.
- MIROWSKY, P., *More Heat Than Light: Economics as Social Physics. Physics as Nature's Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- MOLINA, A.; COLMENARES, R., y PÉREZ-SARMENTERO, J., «El concepto de calidad de los alimentos desde la perspectiva de la agricultura ecológica», *El Campo*, 131, 1994, pp. 169-184.
- MOPTMA, *Medio Ambiente en España*, Madrid, varios años.
- MOPTMA, *Ciudades para un Futuro Sostenible*, Madrid, 1996.
- MOPU, *Estudio sobre aprovechamiento de basuras, producción y utilización de compost*, Madrid, 1980.
- MORERA, J. E., «La minería del cobre», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 303-320.
- MORIGUCHI, Y., «Rapid Socio-Economic Transition and Material Flows in Japan», *Population and Environment*, 23, 2001, pp. 105-115.
- MUMFORD, L., *Técnica y civilización*, (e.o. 1962), Madrid, Alianza, 1992.
- MUÑOZ, J.; ROLDÁN, S., y SERRANO, A., *La internacionalización del capital en España*, Madrid, Cuadernos para el Diálogo, 1978.
- MURADIAN, R., y MARTÍNEZ ALIER, J., «Trade and environment: from a "southern perspective"», *Ecological Economics*, 36, 2001, pp. 281-297.
- MURADIAN, R., y MARTÍNEZ ALIER, J., «South-North Materials Flow: History and Repercussions to the Environment», *Vienna Conference of Ecological Economics*. Mimeo, 1999.
- MURADIAN, R.; O'CONNOR, M., y MARTÍNEZ-ALIER, J., «Embodied pollution in trade: estimating the "environmental load displacement" of industrialized countries», *Ecological Economics*, 41, 2002, pp. 55-67.
- MURRAY, I., *La economía balear y su huella ecológica*, Seminario «Ecología y Globalización», Universidad Complutense de Madrid, mimeografiado, 2002. (También en Nieto, J y J. Riechmann (eds.): *Sostenibilidad...* op. cit. pp. 99-116).
- MUUKKONEN, J., «TMR, DMI, and Material Balances, Finland 1980-1997», *Eurostat Working Papers*, 2/2000/B/1, 2000.
- MYRO, R., «La evolución de la productividad global de la economía española en el período 1965-1981», *Información Comercial Española*, 594, 1983, s pp. 115-127.
- MYRO, R., «Crecimiento y cambio estructural, 1960-1992», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Lecciones de economía española*, Madrid, Civitas, 1993, pp. 41-61.
- NAREDO, J. M., *La evolución de la agricultura en España*, Barcelona, Laia, 1971. (4ª edición, 2004).
- NAREDO, J. M., y CAMPOS, P., «Los balances energéticos de la economía española», *Agricultura y Sociedad*, 15, 1980, pp. 163-255.
- NAREDO, J. M., «La crisis del olivar como cultivo "biológico" tradicional», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, pp. 167-288.
- NAREDO, J. M., «La ordenación del Territorio, su evolución y perspectivas en la actual crisis de civilización», *Curso de ordenación del territorio*, Madrid, Colegio de Arquitectos de Madrid, 1983, pp. 57-95.
- NAREDO, J. M., «Orientación para la creación de un sistema de información sobre los valores y los usos del territorio», *Jornadas sobre la Conservación de la Naturaleza en España*, Oviedo, 1986, pp. 33-48.

- NAREDO, J. M., y MÁRQUEZ, J., *Tentativa de evaluación económica de las repoblaciones forestales realizadas por el Estado (1940-1983)*, mimeografiado, 1987.
- NAREDO, J. M., *La economía en evolución*, Madrid, Siglo XXI, 1987 (2.ª edición 1996, 3.ª edición, 2003).
- NAREDO, J. M., y FRIAS, J., *Flujos físicos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Madrid, Consejería de Economía, 1988.
- NAREDO, J. M., y VALERO, A., «Sobre la conexión entre termodinámica y economía convencional», *Información Comercial Española*, Junio/Julio, 1989, pp. 7-16.
- NAREDO, J. M., y GASCÓ, J. M., *Las cuentas del agua en España. Informe de Síntesis*, Madrid, MOPTMA, 1992.
- NAREDO, J. M., y PARRA, F., (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XXI, 1993.
- NAREDO, J. M., «El Proceso Industrial visto desde la Economía Ecológica» *Economía Industrial*, 297, 1994.
- NAREDO, J. M., *La evolución de la agricultura en España (1940-1990)*, Granada, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 1995.
- NAREDO, J. M., *La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995)*, Madrid, Siglo XXI, 1996.
- NAREDO, J. M. (ed.), *La economía del agua en España*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor, 1997.
- NAREDO, J. M., y VALERO, A. (dirs.), *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1999.
- NAREDO, J. M., «La modernización de la agricultura española y sus repercusiones ecológicas», en: GONZÁLEZ DE MOLINA, M., y MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.), *Naturaleza transformada...*, pp.55-86.
- NAREDO, J. M., y PARRA, F. (eds.), *Situación diferencial de los recursos naturales españoles*, Lanzarote, Fundación César Manrique, 2002.
- NAREDO, J. M., y CARPINTERO, O., *El Balance Nacional de la Economía Española: (1984-2000)*, Madrid, FUNCAS, 2002.
- NAREDO, J. M.; CARPINTERO, O., y MARCOS, C., «Los aspectos patrimoniales en la coyuntura económica actual: nuevos datos e instrumentos de análisis», *Cuadernos de Información Económica*, 171, 2002, pp. 26-56.
- NAREDO, J. M., «Anatomía y fisiología de la conurbación madrileña: gigantismo e ineficiencia crecientes», en: VV.AA., *Madrid*, Club de Debates Urbanos, Madrid, 2002.
- NAREDO, J. M. Y FRIAS, J., «El metabolismo económico de la conurbación madrileña», *Economía Industrial*, 351, 2003, pp. 87-114.
- NARODOSLAVSKY, M., y KROTSCHKE, C., «The sustainable process index (SPI): evaluating processes according to environmental compatibility», *Journal of Hazardous Materials*, 4, 1995, pp. 383-397.
- NICOLINI, J. P., y ZILIBOTTI, F., «Fuentes de crecimiento de la economía española», en: MARIMÓN, R. (ed.), *La economía española: una visión diferente*, Barcelona, A. Bosch, 1996, pp. 91-118.
- NOORMAN, K. J., y UITERKAMP, T. S. (eds.), *Green Households? Domestic Consumers, Environment and Sustainability*, London, Earthscan, 1998.
- OCDE, *OCDE Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*, Paris, 1993.
- OCDE, *Environmental Indicators*, Paris, 1994.
- OCDE, *The global and environmental goods and services industry*, Paris, 1996.
- OCDE, *Energy Balances of OECD Countries*, Paris, varios años.
- ODUM, E. P., *Ecología: bases científicas para un nuevo paradigma*, Barcelona, Vedral, 1992.
- ONISTO, L. J., et al., *How big is Toronto's ecological footprint?*, Centre for Sustainable Studies and City of Toronto, 1998.

- ONTIVEROS, E., «La apertura financiera al exterior», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Economía española de la transición y la democracia*, Madrid, CIS, pp 361-394.
- ORDWAY, S. H., JR., «Possible Limits of Raw-Material Consumption», en: THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, 1956, pp. 987-1009.
- ORTEGA, N., «El proceso de mecanización y adaptación tecnológica del espacio agrario español», *Agricultura y Sociedad*, 27, 1983.
- ORTIZ, A., «Recursos no renovables (reservas, extracción, sustitución y recuperación) de minerales», en: NAREDO, J. M., y PARRA, F. (comps.), *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XXI, 1993, pp. 121-173.
- ORTIZ, A., «La industria minera y el medio ambiente: ideas para una interpretación ecológica amplia», *Economía Industrial*, Mayo/Junio, 1994, pp. 105-116.
- PACHAURI, S., y SPRENG, D., «Direct and indirect energy requirements of household in India» *Energy Policy*, 30, 2002, pp. 511-523.
- PALAZUELOS, E. (coord.), *Dinámica capitalista y crisis actual*, Madrid, Akal, 1988.
- PARÉS, M.; POU, G., y TERRADAS, J., *Ecología d'una ciutat: Barcelona*, Centre del Medi Urbà-Programa MAB, UNESCO, Barcelona, 1985.
- PARK, J., y ROOME, N. (eds.), *The Ecology of the New Economy*, Sheefield, Greenleaf Publishing, 2002.
- PARRA, F., «La ecología como antecedente de una ciencia aplicada de los recursos y del territorio», en: NAREDO Y PARRA (comps.), *Hacia una ciencia...*, pp. 9-28.
- PASSET, R., *Principios de Bioeconomía*, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones, Madrid, 1996.
- PAYER, H. (en colaboración con TURETSCHKE, K.), «Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, Band 14, 1991.
- PAZOS, D., «Funciones de producción en judías blancas y tablas de óptimos económicos», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 99, 1977, pp. 189-231.
- PEARCE, D., et al., *Blueprint for a green economy*, London, Earthscan, 1989.
- PEARCE, D.W., y TURNER, K. H., *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Madrid, Celeste, 1995.
- PEARCE, D., y ATKINSON, G., «Capital Theory and the Measurement of Sustainable Development: An Indicator of weak Sustainability», *Ecological Economics*, 8, 1993, pp. 103-108.
- PEÑA, M. J., «La actividad pesquera en España ante los cambios a escala internacional», *Papeles de economía española*, 71, 1997, pp. 48-59.
- PÉREZ IBARRA, C., «Alteraciones ambientales en las transformaciones a regadío», *El Campo*, 131, 1994, pp. 117-132.
- PÉREZ, F.; GOERLICH, F. J., y MAS, M., *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-1995*, Bilbao, Fundación BBV, 1996.
- PIMENTEL D., et al., «Recursos hídricos: agricultura, medio ambiente y sociedad», *Gaia*, 16, 1999, pp. 16-23.
- PIMENTEL, D., et al., «Food production and the energy crisis», *Science*, 182, 1973, pp. 443-449.
- PIMENTEL, D., y GIAMPIETRO, M., «Global Populations, food and the environment», *Trends in Ecology*, 9 (69), 1994, p. 239.
- PIMENTEL, D., y MARCIA, *Food, Energy and Society*, London, Edward Arnold, 1979.
- PINCTION, T., y DANIELS, P. L., «Ecological restructuring for sustainable development: evidence from the Australian economy», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 405-425.
- PLEPYS, A., «The grey side of ICT», *Environmental Impact Assessment Review*, 22, 2002, pp. 509-523.

- PODOLINSKY, S. A., «El trabajo del ser humano y su relación con la distribución de la energía», en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios de la economía...*, pp. 65-142 (e.o. 1880)
- POTTER, C., «La reforma ambiental de la PAC: análisis y crítica del paquete MacSharry», *Agricultura y Sociedad*, 71, 1994, pp. 51-72.
- PRAT, A., y RELEA, F., *La petjada ecológica de Barcelona. Una aproximació*. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans, Ajuntament de Barcelona, 1998.
- PRAT, A., y RELEA, F., «Application of the Ecological Footprint to Barcelona: summary of calculations and thoughts on the results», *Third ConAccount Meeting*, Amsterdam, 1999, pp. 142-152.
- PRESIDENT'S MATERIALS POLICY COMMISSION, *Resources for Freedom*, vol. I: *Foundations for Growth and Security*, Vol. II: *The Outlook for Key Commodities*, Vol. III: *The Outlook of energy Sources*, Vol. IV: *The Promise of Technology*, vol. V: *Selected Reports to the Commission*, Washington D.C., Government Printing Office, 1952.
- PROOPS, J., «Ecological economics: rationale and problem areas», *Ecological Economics*, 1, 1989, pp. 59-76.
- PROOPS, J. R. L., «Thermodynamics and Economics: From Analogy to Physical Functioning», en: VAN GOOL, W., y BRUGGINK, J. J. C. (eds.), *Energy and Time in the Economic and Physical Sciences*, Amsterdam, North Holland, 1985, pp. 135-174.
- PUJOL, J., «Los límites ecológicos del crecimiento agrario español entre 1850 y 1935: nuevos elementos para un debate», *Revista de Historia Económica*, 3, 1998, pp. 645-675.
- PUJOL, J.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; FERNÁNDEZ PRIETO, L.; GALLEGU, D., y GARRABOU, R., *El pozo de todos los males*, Barcelona, Crítica, 2001.
- PULIDO, A., «La función de producción Cobb-Douglas: una importante aplicación econométrica al conocimiento de la riqueza nacional»; Universidad de Deusto, *Riqueza Nacional de España*, vol. I, 1968, pp. 328-383.
- PUNTÍ, A., «Balances energéticos y costo ecológico de la agricultura española», *Agricultura y Sociedad*, 23, 1982, pp. 289-300.
- QUESNAY, F., «*Le Tableau Economique*» y otros escritos económicos, 1758. Ediciones de la Revista del Trabajo, 1974.
- RADA, R., «Un esquema para el estudio de los problemas de la política forestal a largo plazo», *Montes*, 20, 1964, pp. 271-282.
- RAMOS-MARTÍN, J., «Breve comentario sobre la desmaterialización en el estado español», *Ecología Política*, 18, 1999, pp. 61-64.
- RAMOS-MARTÍN, J., «Historical Analysis of Energy Intensity of Spain: From a "Conventional View" to an "Integrated Assessment"», *Population and Environment*, vol. 22, 3, 2001, 1999, pp. 281-313.
- RANZ, L., *Análisis de los costes exergéticos de la riqueza mineral terrestre. Aplicación para la gestión de la sostenibilidad*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 1999.
- RAYMOND, J. L., «Función de producción y nivel de empleo en la economía española», *Investigaciones Económicas*, 12, 1980, pp. 187-203.
- RAYMOND, J. L., «Crecimiento económico, factor residual y convergencia en los países de la Europa comunitaria», *Papeles de Economía Española*, 63, 1995, pp. 93-111.
- RECIO, A., «Multinacionales españolas», *El Ecologista*, 28, 2001, pp. 17-19.
- REES, W., «Indicadores territoriales de sustentabilidad» *Ecología Política*, 12, 1996, pp. 35-45.
- REINDERS, A. H. M. E.; VRINGER, K., y BOLK, K., «The direct and indirect energy requirement of households in the European Union», *Energy Policy* (in press), 2002.

- REPETTO, R.; MAGRATH, W.; WELLS, M.; BEER, C., y ROSSINI, F., *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts*, Washington, D.C., World Resources Institute, 1989.
- REQUEJO, J., *Introducción a la Balanza de Pagos de España*, Madrid, Tecnos, 1985.
- REVISTA ECONOMÍA INDUSTRIAL (n° 351 y 352. «Monográficos sobre Ecología Industrial y Desarrollo Sostenible», 2003).
- RICARDO, D., *Principios de economía política y tributación*, (e.o. 1821), Madrid, Seminarios y Ediciones, S.A, 1974.
- RIECHMANN, J., *¿Problemas con los frenos de emergencia?*, Madrid, Ed. Revolución, 1991.
- RIECHMANN, J., «Agricultura ecológica y rendimientos agrícolas», *mientras tanto*, 78, 2000, pp. 53-76.
- RIECHMANN, J., *Un mundo vulnerable*, Madrid, Los Libros de la Catarata, 2001.
- RIECHMANN, J., *Cuidad la (T)tierra*, Barcelona, Icaria, 2003.
- ROBERTS, J. T., y GRIMES, P., «Carbon intensity and economic developments 1962-1991: a brief exploration of the environmental Kuznets curve», *World Development*, 25, 1997, pp. 191-198.
- ROBINSON, J., *La acumulación de capital*, 1956, México, Fondo de Cultura Económica, 1960.
- ROBINSON, J., «La necesidad de reconsiderar la teoría del comercio internacional», en: *Contribuciones a la teoría económica moderna*, Madrid, Siglo XXI, 1979, pp. 253-263.
- ROBINSON, J., *Relevancia de la teoría económica*, Barcelona, Martínez Roca, 1976.
- ROCA, J.; PADILLA, E.; FARRÉ, M., y GALLETTO, V., «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, 2001, pp. 85-99.
- ROCA, J., y ALCÁNTARA, V., «Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29, 2001, pp. 553-556.
- ROCA, J., «The IPAT formula and its limitations», *Ecological Economics*, 42, 2002, pp. 1-2.
- RODRÍGUEZ MURILLO, J. C., «El ciclo mundial del carbono. Método de cálculo por cambios de uso de la tierra. Balance de carbono en los bosques españoles», en: HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, F. (coord.), *El calentamiento global en España*, Madrid CSIC, 1999, pp. 97-139.
- RODRÍGUEZ ZÚÑIGA, M.; RUIZ HUERTA, J., y SORIA GUTIÉRREZ, R., «El desarrollo ganadero español: un modelo dependiente y desequilibrado», *Agricultura y Sociedad*, 4, 1980, pp. 165-194.
- RODRÍGUEZ, D., «Contenido factorial del comercio español de manufacturas: nueva evidencia», *Investigaciones económicas*, vol. XVI (2), 1992, pp. 317-326.
- RODRÍGUEZ, J., «La vivienda en España. Datos básicos y coyuntura reciente», *Cuadernos de Información Económica*, 163, 2001, pp. 1-17.
- ROGICH, D. G., y MATOS, G. M., «Material flow accounts: the USA and the world», en: AYRES, R. U., y AYRES, L.W. (eds.), *Handbook of industrial...*, pp. 260-277.
- ROHTMAN, D. S., «Environmental Kuznets curves-real progress or passing the buck? A case consumption-based approaches», *Ecological Economics*, 25, 1998, pp. 177-194.
- ROJO, L.A., *Renta, Precios y Balanza de Pagos*. Madrid, Alianza, 1976.
- ROPKE, I., «Is consumption becoming less material? The case of services», *International Journal of Sustainable Development*, 4 (1), 2001, pp. 33-47.
- ROPKE, I., «The environmental impact of consumption patterns: a survey», *International Journal of Environment and Pollution*, 15 (2), 2001, pp. 127-145.
- RUTH, M., *Integrating Economics, Ecology and Environment*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993.

- RUTH, M., «Thermodynamic constraints on optimal depletion of copper and aluminium in the United States: a dynamic model of substitution and technical change», *Ecological Economics*, 15, 1995, pp. 203-204.
- RUTH, M., «Physical principles and environmental economic analysis», en: VAN DEN BERG, J. (ed.), *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, 1999, pp. 855-866.
- SACRISTÁN, M., *Pacifismo, Ecología y Política Alternativa*, Barcelona, Icaria, 1987.
- SAN JUAN MESONADA, C. (comp.), *La modernización de la agricultura española (1956-1986)*, Madrid, MAPA, 1989.
- SAY, J. B., *A Treatise on Political Economy*, August M. Kelley Publishers, N.Y, 1964. (Traducción inglesa de la sexta edición francesa de 1871).
- SCARLOT, CH. A., «Limitations to Energy Use», en: THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, vol. 2. 1956, pp. 1010-1022.
- SCHANDL, H., y ZANGERL-WEISZ, H., «Materialbilanz Chemie-Methodik sektoraler Materialbilanzen», *IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie*, Band 47, 1997.
- SCHANDL, H., y SCHULZ, N., «Using material flow accounting to operationalize the concept of society's metabolism. A preliminary MFA for the UK for the period 1937-1997», *ISER Working Papers*, 2000-3, University of Essex, Colchester, 2000.
- SCHANDL, H., y SCHULZ, N., «Changing in the United Kingdom's natural relations in terms of society's metabolism and land-use from 1850 to the present day», *Ecological Economics*, 41, 2002, pp. 203-221.
- SCHMIDT-BLEEK, F., «MIPS- A Universal Ecological Measure?», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 206-311.
- SCHMIDT-BLEEK, F., «MIPS Re-visited», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 407-412.
- SCHMIDT-BLEEK, F., *Wieviel Umwelt braucht der Mensch*, Birkhäuser Verlag, 1994.
- SCHMIDT-BLEEK, F., et al., *MAIA. Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept*, Wuppertal, Birkhäuser, 1998.
- SCHMIDT-BLEEK, F., *Das MIPS-Konzept*, Droemer, 1998.
- SCHIPPER, L., y GRUBB, M., «On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries», *Energy Policy*, 28, 2000, pp. 367-388.
- SCHOER, K.; HÖH, H.; HEINZE, A., y FLACHMANN, CHR., «Material analysis in the framework of environmental accounting in Germany», *Eurostat Working Papers*, 2/2000/B/9, 2000.
- SCHUMPETER, J. A., *Historia del análisis económico*, (e.o. 1954), Barcelona, Ariel, 1994.
- SCHÜTZ, H., y BRINGEZU, S., «Major material flows in Germany», *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 1993, pp. 443-448.
- SCHÜTZ, H., y WELFENS, M. J., *Sustainable Development by Dematerialization in Production and Consumption – Strategy for the New Environmental Policy in Poland*, Wuppertal Papers 103, Wuppertal Institut, 2000.
- SCHÜTZE, CH., «La incompatibilidad entre economía y ecología», *Debats*, 35-36, 1991, pp. 42-45.
- SEGURA, J., *Función de producción, macrodistribución y desarrollo* Madrid, Madrid, Tecnos, 1969.
- SEGURA, J., «¿Se puede hacer algo con la función de producción neoclásica en España?», *Anales de Economía*, n.º 17, Enero-Marzo, 1973, pp. 31-51.
- SEIDL, A., «Economic issues and the diet and the distribution of environmental impact», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 5-8.
- SEPPÄLÄ, T.; HAUKIOJA, T., y KAIVO-OJA, J., «The EKC Hypothesis does not hold for Material Flows! Environmental Kuznets Curve Hypothesis of Direct Material Flows in Some Industrial Countries», *Population and Environment*, 23, 2, 2000, pp. 217-238.

- SHAIK, A., «Leyes de producción y leyes algebraicas», *Cuadernos de Economía*, vol. 7, 1975, pp. 343-354. (original de 1972).
- SHIVA, V., *Biopiratería*, Barcelona, Icaria, 2001.
- SIMÓN, X., «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», *Historia Agraria*, 19, 1999, pp. 115-136.
- SMIL, V., «Crop residues: Agriculture's largest harvest», *Bioscience*, vol. 49, n.º 4, 1999, pp. 299-308.
- SOCLOW, R., «Six perspectives from Industrial Ecology», en: SOCLOW, R., et al., *Industrial Ecology and Global Change*, 1994, pp. 3-16.
- SOCLOW, R.; ANDREWS, C.; BERKHOUT, F., y THOMAS, V. (eds.), *Industrial Ecology and Global Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- SODDY, F., *Matter and energy*. London, 1912.
- SODDY, F., *Wealth, Virtual Wealth and Debt*. London, Allen and Unwin, 1926.
- SODDY, F., Economía cartesiana. La influencia de la ciencia física en la administración del Estado», en: MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.), *Los principios...*, (e.o. 1922), pp. 145-172.
- SOLOW, R., «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, 39, 1957, pp. 312-320.
- SOLOW, R., «La economía de los recursos o los recursos de la economía», en: AGUILERA, F., y ALCÁNTARA, V., *De la economía ambiental a la economía ecológica*, (original de 1974), pp. 135-158.
- SOSA, N., *Ética ecológica*, Madrid, Libertarias, 1993.
- SPANGENBERG, J. (ed.), *Towards Sustainable Europe, A Study from the Wuppertal Institute for Friends of the Earth Europa*, Luton, Copenhagen, 1995.
- SPOEHR, S., «Cultural Differences in the Interpretation of Natural Resources», en: THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, vol. 1, 1956, pp. 93-102.
- SRAFFA, P., *Producción de mercancías por medio de mercancías*, Barcelona, Oikos Tau, 1972, (original de 1960).
- STAHMER, C.; KUHN, M., y BRAUN, N., *Physische Input-Output Tabellen 1990*, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 1997.
- STEURER, A., «Stoffstrombilanz Österreich 1988», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, Band 26, 1992.
- STEURER, A., «Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990», *Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie*, Band 34, 1994.
- STEURER, A., «Material Flow Accounting and Analysis: where to go at European level», en: EUROSTAT, *Material Flow Accounting. Experiences of Statistical Institutes in Europe*, Luxembourg, 1997, pp. 1-6.
- STILLER, H., *Material Intensity of Advanced Composite Materials*, Wuppertal Papers, Wuppertal Institute, 1999.
- STOCKHAMMER, E.; HOCHREITER H.; OBERMAYR, B., y STEINER, K., «The Index of sustainable economic welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Austrian (revised) ISEW calculation 1955-1992», *Ecological Economics*, 21, 1997, pp. 19-34.
- SUÁREZ BERNALDO DE QUIRÓS, F., «Economías de escala, poder de mercado y externalidades: medición de las fuentes del crecimiento español», *Investigaciones Económicas (segunda época)*, vol. XVI, 3, 1992, pp. 411-441.
- SUDRIÁ, C., «Un factor determinante: la energía», en: NADAL, J.; CARRERAS, A., y SUDRIÁ, C. (comp.), *La economía española en el siglo XX*, Barcelona, Ariel, 1987, pp. 340-341.
- SUDRIÁ, C., «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de economía española*, 1997, pp. 165-188.
- SUMPSI, J. M., «La política agraria 1968-1982», *Papeles de economía española*, 16, 1982.

- SUMPSI, J. M. (comp.), *La política agraria ante la crisis energética*, Madrid, UIMP, 1982.
- SUN, J. W., y MERISTO, T., «Measurement of Dematerialization/Materialization: A case Analysis of Energy Saving and Decarbonization in OECD Countries, 1960-1995», *Technological Forecasting and Social Change*, 60, 1999, pp. 275-294.
- SUTCLIFFE, B. (Coord.), *El incendio frío*, Barcelona, Icaria, 1996.
- SYMONDS & ASS, *Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts*, CE. Symonds & Ass, 1999.
- TAMAMES, R., *Estructura Económica de España*, Madrid, Alianza (varias ediciones), 1995.
- TARTAL, A., «Contenido factorial y comercio España-Mercosur», *Información Comercial Española*, 782, 1999, pp. 35-45.
- THOMAS, W. L. JR. (ed.), *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago, University of Chicago Press, (2 vol.), 1956.
- TILTON PENROSE, E., «Biological Analogies in the Theory of Firm», *American Economic Review*, XLII, 1952, pp. 804-819.
- TILTON, J., (ed.), *World Metal Demand, Resources for the Future*, Washington, D.C., 1990.
- TINBERGEN, J., y HUETING, R., «El PIB y los precios de mercado», 1997, en: GOODLAND, R., et al., (eds) *Medio ambiente y desarrollo sostenible*, pp. 63-72.
- TOBIN, J., «Money and economic growth», *Econometrica*, October, 1965.
- TORRAS, M., y BOYCE, J. K., «Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve», *Ecological Economics*, 25, 1998, pp. 147-160.
- TORRERO, A., «El final de la burbuja especulativa y la crisis económica de Japón», *Ekonomiaz*, 48, 2001, pp. 92-127.
- TOWNSEND, H., «Is the Entropy Law Relevant to the Economics of Natural Resource Scarcity? A Comment», *Journal of Environmental Economics and Management*, 23, 1992, pp. 96-100.
- TULLOCK, G., «Sociobiology and Economics», *Atlantic Economic Journal*, 1979, Septiembre, 1-10.
- TURNER, R. K., «Sustainability: principles and practice», en: OWEN, L., y UNWIN, T., (eds): *Environmental Management*, Oxford, Blackwell, 1997, pp. 412-426.
- UNCTAD, *World Investment Report 2000: Cross-border Merger and Acquisitions and Development*, New York, 2000.
- UNCTAD, *Handbook of world mineral trade*, Ginebra, varios años.
- United States Minerals Bureau, *World Minerals Statistics*, Washington, D.C., Varios años.
- Universidad Comercial de Deusto, *Riqueza Nacional de España*, Bilbao, 5 volúmenes, 1968.
- URTEAGA, L., *La tierra esquilada*, Barcelona, El Serbal, 1987.
- VAL, A. DEL., «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, 2001.
- VAL, A DEL., *El libro del reciclaje*, Barcelona, Integral, 1997.
- VALERO, A., «La Termoeconomía: ¿una ciencia de los recursos naturales?», en: NAREDO, J. M., y PARRA, F. (comps.), *Hacia una ciencia...*, op. cit., pp. 57-78.
- VALERO, A., «El marco termodinámico para iluminar la sociedad actual», en: NAREDO, J. M., y PARRA, F., *Economía, ecología...*, op. cit., pp. 67-95.
- VALERO, M., «Coste energético de la revolución informática», *Revista de Libros*, Mayo, 2002, pp. 30-31.
- VAN BEERS, C., y VAN DEN BERGH, J. C. J. M., «An overview of Methodological Approaches in the Analysis of Trade and Environment», *Journal of World Trade*, 30, (1), 1996, pp. 143-167.
- VAN DEN BERGH, J. (ed.), *Handbook of Environmental Economics and Resources*, Cheltenham, Edward Elgar, 1999.

- VAN DEN BERGH, J., y VAN DER STRAATEN, J. (eds.), *Economy and ecosystems in change*, Cheltenham, Edward Elgar, 1997, pp. 201-228.
- VAN DEN BERGH, J. C. J. M., y VERBRUGGEN, H., «Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the “ecological footprint”», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 61-72.
- VAN GOOL, W., y BRUGGINK, J. J. C. (eds.), *Energy and Time in the Economic and Physical Sciences*, Amsterdam, North Holland, 1985.
- VAN VUUREN, D. P., y SMEETS, E. M. W., «Ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 115-130.
- VÁZQUEZ, J. A., «Crisis, cambio y recuperación industrial», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Economía española de la transición y la democracia*, Madrid, CIS, 1990, pp. 81-117.
- VÁZQUEZ, J. A., y PAÑEDA, C., «Territorio y recursos naturales», en: GARCÍA DELGADO, J. L. (dir.), *Lecciones de economía española, op. cit.*, 1993, pp. 66-80.
- VELARDE, J., «Ante la nueva minería española», *Papeles de economía española*, 29, 1986, pp. 2-29. (e.o. 1926).
- VELLINGA, P., et al., (eds.), *Managing a material world. Perspectives in Industrial Ecology*, Dordrecht, Kluwer Academic Press, 1998.
- VELLINGA, P.; BERKHOUT, F., y GUPTA, J. (eds.), *Managing a material world. Perspectives in Industrial Ecology*, Dordrecht, Kluwer Academic Press, 1998.
- VERNADSKY, V. I., *La Biosfera*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores, 1997.
- VICTOR, P., «Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory», *Ecological Economics*, 4, 1991, pp. 191-213.
- VILADOMIU, L., y ROSELL, J., «Medio Ambiente y PAC: una primera aproximación a los programas agroambientales españoles», *Boletín Económico de ICE*, 2484, 1996, pp. 49-58.
- VITOUSEK, P., et al., «Human Appropriation of the Product of Photosynthesis», *Bioscience*, vol. 34, 1986, pp. 368-373.
- VOGTMANN, H., «La calidad de los productos agrícolas provenientes de distintos sistemas de cultivo», *Agricultura y Sociedad*, 26, 1983, pp.68-105.
- WACKERNAGEL, M., et al., *Ecological Footprint of Nations*, México, Centro de Estudios para la Sustentabilidad, 1997.
- WACKERNAGEL, M., et al., «National natural capital accounting with the ecological footprint concept», *Ecological Economics*, 29, 1999, pp. 375-390.
- WACKERNAGEL, M., y REES, W., *Our Ecological Footprint*, Philadelphia, Gabriola Island, BC, 1996.
- WADELL, L.M., y LABYS, W. C., «Transmaterialization: Technology and materials demand cycles», *Materials and Society*, 12, 1988, pp. 59-85.
- WAGNER, L., «Materials in the Economy – Materials Flows, Scarcity, and the Environment», *U.S Geological Survey Circular* 1221, 2002.
- WAHRHUST, A., *Environmental degradation from mining and mineral processing in developing countries: corporate responses and national policies*, Paris, OCDE, 1994.
- WEISZÄCKER, E. U.; LOVINS, A. & H., *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*, Barcelona, Círculo de Lectores-Galaxia Gutemberg, 1996.
- WERNICK, I. K., y ASUSBEL, J., «National material metrics for Industrial Ecology», *Resources Policy*, 21, 1995, pp. 189-198.
- WERNICK, I. K., y AUSUBEL, J., J., «National Materials Flows and Environment», *Annual Review of Energy and Environment*, 20, 1995, pp. 486-495.
- WERNICK, I. K., et al., «Materialization and dematerialization», *Daedalus*, 125, 1996, pp. 171-198.

- WHITE, TH., «Diet and the distribution of environmental impact», *Ecological Economics*, 34, 2000, pp. 145-153.
- WILKINS, M., *The Emergence of Multinational Enterprise: American Business Abroad from the Colonial Era to 1914*. Cambridge Mass, Harvard University Press, 1970.
- WILLIAMS, R. H., y LARSON, E. D., «Materials Affluence, and Industrial Energy Use», *Annual Review of Energy*, 12, 1987, pp. 99-144.
- WILLIAMS, E., y TAGAMI, T., «Energy analysis of e-commerce and conventional retail distribution of books in Japan», en: HILTY, L. M., y GILGEN, P.W. (eds.), *Sustainability in the Information Society*, Marburg, Metropolis Verlag, vol. I, 2001, pp. 73-80.
- WILLIAMS, E., y TAGAMI, T., «Energy Use in Sales and Distribution via E-Commerce and Conventional Retail», *Journal of Industrial Ecology*, vol. 6, n.º 2, 2003, pp. 99-113.
- WOLMAN, A., «Disposal of man' Wastes», en: THOMAS, W. (ed.), *Man's Role...*, op. cit., vol. 2, 1956, pp. 807-816
- WOLMAN, A., «The metabolism of Cities», *Scientific American*, 213, (3), 1965, pp. 178-193. (Hay traducción castellana en: *Scientific American, La ciudad*, Madrid, Alianza, 1967, pp. 199-222).
- WORLD RESOURCES INSTITUTE, *World Resources 1994-1995*. Washington, D.C., 1995.
- WORLD RESOURCES INSITUTE, *Recursos Mundiales. La guía global del medio ambiente*, Madrid, Ecoespaña, 1998.
- WWF, *Living Planet Report 2000*, 2000.
- YOUNG, J., «Is the Entropy Law Relevant to the Economics of Natural Resource Scarcity?», *Journal of Environmental Economics and Management*, 21, 1991, pp. 169-179.
- YOUNG, J. E., y SACHS, A., «La creación de una economía de materiales sostenible», en: WORLDWATCH INSTITUTE, *La situación del mundo*, 1995.

Anexo Estadístico

Anexo Estadístico

Tabla 1.
RTM, directos, ocultos y erosión
(miles de toneladas)

AÑO	RTM	DIRECTOS	OCULTOS	EROSIÓN	RTM + EROSIÓN	CONSUMO DIRECTOS	PIB c.f. (ptas. de 1986)	POBLACIÓN
1955	267.076	120.420	146.656	367.683	634.760	111.836	8.329.042	28.980.378
1956	287.317	134.766	152.551	372.671	659.988	124.933	8.991.835	29.362.388
1957	322.272	153.102	169.170	372.879	695.151	142.916	9.271.318	29.784.019
1958	341.188	160.179	181.010	376.208	717.396	152.102	9.798.929	30.260.953
1959	335.839	163.672	172.167	379.013	714.851	155.695	9.587.109	30.739.427
1960	343.453	160.145	183.309	376.738	720.192	149.259	9.674.887	30.430.698
1961	373.508	178.143	195.365	374.569	748.077	168.012	10.765.275	30.555.000
1962	390.860	182.791	208.069	383.499	774.359	173.358	11.803.876	31.023.099
1963	428.654	197.184	231.470	380.772	809.426	188.299	12.924.870	31.296.309
1964	411.566	194.092	217.474	366.040	777.606	183.454	13.765.523	31.608.751
1965	435.237	207.143	228.094	367.056	802.293	197.522	14.612.074	31.953.793
1966	459.993	220.633	239.360	365.589	825.581	211.987	15.623.518	32.322.629
1967	461.140	233.169	227.972	375.404	836.545	221.813	16.317.252	32.722.280
1968	575.463	254.133	321.330	380.916	956.379	238.792	17.382.362	33.112.636
1969	541.402	275.514	265.887	383.484	924.885	259.138	18.906.168	33.440.730
1970	584.580	290.270	294.310	389.091	973.671	272.420	19.707.034	33.752.415
1971	613.724	310.715	303.009	389.204	1.002.928	292.961	20.646.686	34.067.489
1972	652.525	324.375	328.150	400.534	1.053.058	305.146	22.277.388	34.377.178
1973	642.201	319.178	323.023	401.154	1.043.355	299.281	24.004.796	34.377.178
1974	705.402	349.745	355.658	410.314	1.115.716	328.457	25.265.924	34.692.091
1975	701.079	361.394	339.685	412.046	1.113.125	340.804	25.365.335	35.400.859
1976	776.389	384.782	391.607	408.153	1.184.543	358.356	26.148.366	35.824.164
1977	792.512	392.632	399.880	404.236	1.196.748	362.402	26.932.077	36.255.708
1978	822.869	402.419	420.450	407.190	1.230.060	367.933	27.340.251	36.666.826
1979	819.175	408.445	410.729	403.163	1.222.337	368.073	27.293.493	36.994.862
1980	868.257	421.296	446.961	410.037	1.278.294	383.498	27.556.581	37.541.778

1981	913.119	402.725	510.394	429.388	1.342.508	362.353	27.496.645	37.741.114
1982	936.093	417.336	518.756	417.284	1.353.377	371.367	27.825.550	37.943.230
1983	954.695	418.302	536.355	414.148	1.368.843	367.303	28.443.672	38.120.881
1984	970.707	425.659	545.010	419.235	1.389.942	370.512	28.818.099	38.273.202
1985	1.008.002	431.618	576.332	415.640	1.423.642	375.929	29.572.225	38.407.691
1986	1.022.346	438.800	583.502	417.862	1.440.208	384.247	30.530.043	38.518.834
1987	999.792	466.944	532.776	422.091	1.421.883	410.530	32.151.593	38.609.347
1988	1.030.534	489.159	541.321	419.559	1.450.093	430.550	33.750.800	38.690.985
1989	1.144.551	522.848	621.502	417.514	1.562.065	467.306	35.303.649	38.767.733
1990	1.199.301	551.847	647.149	419.178	1.618.480	494.622	35.658.195	38.836.279
1991	1.201.289	556.681	644.261	432.867	1.634.155	502.049	37.458.926	38.915.563
1992	1.228.641	564.541	663.716	431.628	1.660.270	507.192	37.701.134	39.005.690
1993	1.151.366	538.510	612.485	421.921	1.573.287	477.035	37.370.313	39.082.551
1994	1.165.670	545.948	619.358	405.324	1.570.994	478.244	38.241.576	39.143.394
1995	1.194.977	570.202	624.775	399.880	1.594.858	498.669	39.319.431	39.188.194
1996	1.214.456	596.436	618.020	396.792	1.611.248	515.528	40.304.297	39.270.483
1997	1.264.104	617.132	646.947	413.405	1.677.510	530.719	41.690.018	39.328.037
1998	1.371.814	686.516	685.298	406.430	1.778.244	594.343	43.399.308	39.852.651
1999	1.449.069	727.136	721.933	402.455	1.851.524	638.102	45.091.881	40.202.160
2000	1.508.903	768.129	740.774	401.448	1.910.352	673.679	46.399.545	40.499.791

Tabla 2.
Inputs Relativos

AÑO	RTM/PIBc.f. (tm/millón ptas)	RTM/Hab (tm/hab)	DIRECTOS/PIBc.f. (tm/millón ptas)	DIRECTOS/Hab (tm/hab)	OCULTOS/PIB c.f (tm/millón ptas)	OCULTOS/Hab (tm/hab)
1955	32,1	9,2	14,5	4,2	17,6	5,1
1956	32,0	9,8	15,0	4,6	17,0	5,2
1957	34,8	10,8	16,5	5,1	18,2	5,7
1958	34,8	11,3	16,3	5,3	18,5	6,0
1959	35,0	10,9	17,1	5,3	18,0	5,6
1960	35,5	11,3	16,6	5,3	18,9	6,0
1961	34,7	12,2	16,5	5,8	18,1	6,4
1962	33,1	12,6	15,5	5,9	17,6	6,7
1963	33,2	13,7	15,3	6,3	17,9	7,4
1964	29,9	13,0	14,1	6,1	15,8	6,9
1965	29,8	13,6	14,2	6,5	15,6	7,1
1966	29,4	14,2	14,1	6,8	15,3	7,4
1967	28,3	14,1	14,3	7,1	14,0	7,0
1968	33,1	17,4	14,6	7,7	18,5	9,7
1969	28,6	16,2	14,6	8,2	14,1	8,0
1970	29,7	17,3	14,7	8,6	14,9	8,7
1971	29,7	18,0	15,0	9,1	14,7	8,9
1972	29,3	19,0	14,6	9,4	14,7	9,5
1973	26,8	18,7	13,3	9,3	13,5	9,4
1974	27,9	20,3	13,8	10,1	14,1	10,3
1975	27,6	19,8	14,2	10,2	13,4	9,6
1976	29,7	21,7	14,7	10,7	15,0	10,9
1977	29,4	21,9	14,6	10,8	14,8	11,0
1978	30,1	22,4	14,7	11,0	15,4	11,5
1979	30,0	22,1	15,0	11,0	15,0	11,1
1980	31,5	23,1	15,3	11,2	16,2	11,9
1981	33,2	24,2	14,6	10,7	18,6	13,5
1982	33,6	24,7	15,0	11,0	18,6	13,7
1983	33,6	25,0	14,7	11,0	18,9	14,1
1984	33,7	25,4	14,8	11,1	18,9	14,2
1985	34,1	26,2	14,6	11,2	19,5	15,0
1986	33,5	26,5	14,4	11,4	19,1	15,1
1987	31,1	25,9	14,5	12,1	16,6	13,8
1988	30,5	26,6	14,5	12,6	16,0	14,0
1989	32,4	29,5	14,8	13,5	17,6	16,0
1990	33,6	30,9	15,5	14,2	18,1	16,7

1991	32,1	30,9	14,9	14,3	17,2	16,6
1992	32,6	31,5	15,0	14,5	17,6	17,0
1993	30,8	29,5	14,4	13,8	16,4	15,7
1994	30,5	29,8	14,3	13,9	16,2	15,8
1995	30,4	30,5	14,5	14,6	15,9	15,9
1996	30,1	30,9	14,8	15,2	15,3	15,7
1997	30,3	32,1	14,8	15,7	15,5	16,5
1998	31,6	34,4	15,8	17,2	15,8	17,2
1999	32,1	36,0	16,1	18,1	16,0	18,0
2000	32,5	37,3	16,6	19,0	16,0	18,3

Tabla 3.
RTM, según diferentes flujos
(miles de toneladas)

AÑO	Energéticos	Metálicos	No metálicos	P. Cantera	Biomasa	Semimanuf.	Otras importac.	Flujos excavados	TOTALES
1955	103.373	35.607	5.400	19.861	83.995	3.751	977	14.112	267.076
1956	106.200	37.011	6.127	25.423	91.979	3.743	1.462	15.372	287.317
1957	122.094	37.573	6.333	40.147	95.455	5.609	1.452	13.608	322.272
1958	129.744	40.488	6.799	42.688	98.836	3.463	2.876	16.294	341.188
1959	119.839	36.918	7.184	43.116	103.655	5.968	1.809	17.350	335.839
1960	115.943	39.407	7.809	42.760	101.055	10.966	501	25.011	343.453
1961	117.877	47.270	8.758	47.650	114.978	8.116	1.920	26.939	373.508
1962	124.054	46.056	9.145	47.395	115.180	14.159	2.685	32.186	390.860
1963	128.710	46.534	9.722	54.127	123.218	16.824	3.193	46.327	428.654
1964	126.946	45.225	10.649	55.933	115.969	19.938	3.400	33.506	411.566
1965	133.254	38.635	11.820	62.210	119.366	28.788	3.844	37.320	435.237
1966	133.772	46.185	12.581	75.770	123.820	30.120	3.931	33.814	459.993
1967	136.148	43.578	13.531	83.399	127.852	27.880	2.805	25.948	461.140
1968	149.778	51.261	14.947	95.182	127.164	25.625	4.024	107.483	575.463
1969	144.817	52.235	15.806	114.089	135.080	35.581	4.618	39.175	541.402
1970	150.956	59.037	16.136	127.589	134.056	37.322	4.218	55.266	584.580
1971	154.340	82.356	17.199	129.257	146.362	30.201	4.115	49.896	613.724
1972	161.858	90.900	19.076	140.232	144.695	33.271	5.022	57.471	652.525
1973	158.907	85.517	18.837	153.656	129.057	36.742	5.247	54.239	642.201
1974	166.305	88.858	16.240	171.120	140.773	38.765	5.087	78.255	705.402
1975	173.920	83.799	16.846	181.334	144.145	45.641	4.167	51.228	701.079
1976	189.943	87.048	19.019	200.122	144.030	44.152	5.506	86.569	776.389
1977	201.938	82.008	26.565	211.162	147.511	36.767	5.957	80.604	792.512
1978	211.866	85.475	28.424	211.792	154.560	28.596	7.743	94.413	822.869
1979	240.989	83.343	28.396	206.567	149.314	40.392	11.100	59.075	819.175
1980	293.498	98.586	27.153	197.820	159.414	44.316	10.180	37.290	868.257
1981	346.423	101.463	28.127	189.613	143.235	42.927	9.501	51.831	913.119
1982	369.727	93.693	27.246	192.142	155.815	48.037	10.943	38.489	936.093
1983	369.506	102.620	27.044	192.917	150.150	47.731	11.204	53.524	954.657
1984	374.632	119.807	28.684	183.481	163.634	45.834	14.291	40.344	970.669
1985	385.849	117.109	28.969	188.600	161.827	58.990	10.721	55.938	1.007.949
1986	389.510	112.860	34.849	194.815	159.705	69.123	13.294	48.191	1.022.302
1987	356.705	106.201	32.417	213.590	167.844	64.836	17.211	40.988	999.720
1988	332.678	108.826	33.101	243.034	172.386	72.284	16.893	51.331	1.030.480
1989	384.083	125.608	30.879	272.812	168.116	80.298	19.930	62.824	1.144.350

1990	379.269	112.231	30.289	302.803	173.318	81.539	21.981	97.873	1.198.996
1991	379.670	114.856	28.617	304.030	169.280	100.362	25.935	78.539	1.200.941
1992	375.775	117.004	26.635	318.009	161.802	97.460	29.647	102.310	1.228.257
1993	363.620	107.951	24.715	294.145	160.976	107.438	27.919	64.602	1.150.995
1994	346.271	106.657	28.759	304.150	158.637	110.640	30.129	80.426	1.165.306
1995	352.619	97.485	31.564	332.786	157.222	134.628	32.299	56.376	1.194.977
1996	335.419	124.922	33.019	334.010	178.941	125.623	35.393	47.130	1.214.456
1997	328.199	123.326	35.245	362.913	181.055	132.361	31.586	69.420	1.264.079
1998	354.264	123.910	36.338	405.778	191.581	146.409	44.534	69.000	1.371.814
1999	373.982	112.258	39.191	451.216	183.457	152.639	49.543	86.784	1.449.069
2000	383.247	127.222	46.483	479.129	194.264	171.503	49.248	57.808	1.508.903

Tabla 4.
RTM, relativos por tipos de flujos
 (toneladas por habitante)

AÑO	Abióticos	Biomasa	Semimanufacturas	Otras importaciones	Flujos excavados	TOTALES
1955	5,67	2,90	0,13	0,03	0,49	9,22
1956	5,95	3,13	0,13	0,05	0,52	9,79
1957	6,92	3,20	0,19	0,05	0,46	10,82
1958	7,26	3,27	0,11	0,10	0,54	11,27
1959	6,74	3,37	0,19	0,06	0,56	10,93
1960	6,77	3,32	0,36	0,02	0,82	11,29
1961	7,25	3,76	0,27	0,06	0,88	12,22
1962	7,31	3,71	0,46	0,09	1,04	12,60
1963	7,64	3,94	0,54	0,10	1,48	13,70
1964	7,55	3,67	0,63	0,11	1,06	13,02
1965	7,70	3,74	0,90	0,12	1,17	13,62
1966	8,30	3,83	0,93	0,12	1,05	14,23
1967	8,45	3,91	0,85	0,09	0,79	14,09
1968	9,40	3,84	0,77	0,12	3,25	17,38
1969	9,78	4,04	1,06	0,14	1,17	16,19
1970	10,48	3,97	1,11	0,12	1,64	17,32
1971	11,25	4,30	0,89	0,12	1,46	18,01
1972	11,99	4,21	0,97	0,15	1,67	18,98
1973	12,13	3,75	1,07	0,15	1,58	18,68
1974	12,76	4,06	1,12	0,15	2,26	20,33
1975	12,88	4,07	1,29	0,12	1,45	19,80
1976	13,85	4,02	1,23	0,15	2,42	21,67
1977	14,39	4,07	1,01	0,16	2,22	21,86
1978	14,66	4,22	0,78	0,21	2,57	22,44
1979	15,12	4,04	1,09	0,30	1,60	22,14
1980	16,44	4,25	1,18	0,27	0,99	23,13
1981	17,64	3,80	1,14	0,25	1,37	24,19
1982	18,00	4,11	1,27	0,29	1,01	24,67
1983	18,15	3,94	1,25	0,30	1,40	25,04
1984	18,46	4,28	1,20	0,38	1,05	25,36
1985	18,76	4,21	1,54	0,28	1,46	26,24
1986	19,00	4,15	1,79	0,35	1,25	26,54
1987	18,36	4,35	1,68	0,45	1,06	25,89
1988	18,54	4,46	1,87	0,44	1,33	26,63
1989	20,97	4,34	2,07	0,52	1,62	29,52
1990	21,21	4,46	2,10	0,58	2,52	30,87

1991	21,23	4,35	2,58	0,68	2,02	30,86
1992	21,44	4,15	2,50	0,78	2,62	31,49
1993	20,20	4,12	2,75	0,73	1,65	29,45
1994	20,05	4,05	2,83	0,79	2,05	29,77
1995	20,78	4,01	3,44	0,82	1,44	30,49
1996	21,07	4,56	3,20	0,90	1,20	30,93
1997	21,60	4,60	3,37	0,81	1,77	32,14
1998	23,09	4,81	3,67	1,12	1,73	34,42
1999	24,29	4,56	3,80	1,23	2,16	36,04
2000	25,58	4,80	4,23	1,22	1,43	37,26

Tabla 5.
RTM, relativos por tipos de flujos
 (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f.)

AÑO	Abióticos	Biomasa	Semimanufacturas	Otras importaciones	Flujos excavados	TOTALES
1955	19,72	10,08	0,45	0,12	1,69	32,07
1956	19,44	10,23	0,42	0,16	1,71	31,95
1957	22,23	10,30	0,61	0,16	1,47	34,76
1958	22,42	10,09	0,35	0,29	1,66	34,82
1959	21,60	10,81	0,62	0,19	1,81	35,03
1960	21,28	10,45	1,13	0,05	2,59	35,50
1961	20,58	10,68	0,75	0,18	2,50	34,70
1962	19,20	9,76	1,20	0,23	2,73	33,11
1963	18,50	9,53	1,30	0,25	3,58	33,17
1964	17,34	8,42	1,45	0,25	2,43	29,90
1965	16,83	8,17	1,97	0,26	2,55	29,79
1966	17,17	7,93	1,93	0,25	2,16	29,44
1967	16,95	7,84	1,71	0,17	1,59	28,26
1968	17,90	7,32	1,47	0,23	6,18	33,11
1969	17,29	7,14	1,88	0,24	2,07	28,64
1970	17,95	6,80	1,89	0,21	2,80	29,66
1971	18,56	7,09	1,46	0,20	2,42	29,73
1972	18,50	6,50	1,49	0,23	2,58	29,29
1973	17,37	5,38	1,53	0,22	2,26	26,75
1974	17,51	5,57	1,53	0,20	3,10	27,92
1975	17,97	5,68	1,80	0,16	2,02	27,64
1976	18,97	5,51	1,69	0,21	3,31	29,69
1977	19,37	5,48	1,37	0,22	2,99	29,43
1978	19,66	5,65	1,05	0,28	3,45	30,10
1979	20,49	5,47	1,48	0,41	2,16	30,01
1980	22,39	5,78	1,61	0,37	1,35	31,51
1981	24,21	5,21	1,56	0,35	1,89	33,21
1982	24,54	5,60	1,73	0,39	1,38	33,64
1983	24,33	5,28	1,68	0,40	1,88	33,56
1984	24,51	5,68	1,59	0,50	1,40	33,68
1985	24,36	5,47	1,99	0,37	1,89	34,08
1986	23,97	5,23	2,26	0,44	1,58	33,49
1987	22,04	5,22	2,02	0,54	1,27	31,09
1988	21,26	5,11	2,14	0,50	1,52	30,53
1989	23,03	4,76	2,27	0,57	1,78	32,41
1990	23,10	4,86	2,29	0,63	2,74	33,62

1991	22,06	4,52	2,68	0,71	2,10	32,06
1992	22,18	4,29	2,59	0,80	2,71	32,58
1993	21,12	4,31	2,87	0,76	1,73	30,80
1994	20,52	4,15	2,89	0,81	2,10	30,47
1995	20,71	4,00	3,42	0,82	1,43	30,39
1996	20,53	4,44	3,12	0,88	1,17	30,13
1997	20,38	4,34	3,17	0,76	1,67	30,32
1998	21,21	4,41	3,37	1,03	1,59	31,61
1999	21,66	4,07	3,39	1,10	1,92	32,14
2000	22,33	4,19	3,70	1,06	1,25	32,52

Tabla 6.
INPUTS directos por tipos de flujos
(miles de toneladas)

AÑO	Energéticos	Metálicos	No			Semimanufacturadas	Otras	TOTALES
			metálicos	P. Cantera	Biomasa		importaciones	
1955	17.581	7.847	1.887	15.242	75.170	1.715	977	120.420
1956	18.344	8.822	2.163	19.545	82.605	1.827	1.462	134.766
1957	22.573	8.272	2.271	30.644	85.934	1.954	1.452	153.102
1958	23.843	8.181	2.426	32.609	89.068	1.177	2.876	160.179
1959	23.698	7.701	2.499	32.919	93.779	1.267	1.809	163.672
1960	23.170	8.758	2.584	32.647	91.243	1.241	501	160.145
1961	23.520	9.357	3.680	36.460	101.566	1.640	1.920	178.143
1962	26.410	8.906	3.836	36.292	101.728	2.935	2.685	182.791
1963	27.812	8.218	4.162	41.480	108.907	3.412	3.193	197.184
1964	29.287	8.565	4.538	42.817	101.972	3.514	3.400	194.092
1965	30.829	9.402	4.959	47.705	104.205	6.198	3.844	207.143
1966	33.269	8.969	5.186	58.333	106.143	4.803	3.931	220.633
1967	37.784	8.991	5.510	64.439	110.115	3.523	2.805	233.169
1968	45.737	10.285	6.213	73.650	111.210	3.014	4.024	254.133
1969	44.712	11.138	6.477	87.868	116.211	4.491	4.618	275.514
1970	48.602	13.433	6.661	98.425	114.168	4.763	4.218	290.270
1971	52.833	17.000	7.133	99.736	125.621	4.278	4.115	310.715
1972	57.442	17.537	7.639	108.242	123.684	4.810	5.022	324.375
1973	60.053	16.207	7.838	118.595	105.921	5.318	5.247	319.178
1974	64.557	18.590	7.377	132.734	115.449	5.951	5.087	349.745
1975	64.104	19.074	8.100	140.639	119.200	6.109	4.167	361.394
1976	71.955	18.271	8.898	155.921	117.512	6.719	5.506	384.782
1977	69.879	17.308	11.351	163.730	119.710	4.696	5.957	392.632
1978	70.262	17.172	12.530	164.485	125.466	4.762	7.743	402.419
1979	77.863	18.253	11.965	160.757	121.151	7.358	11.100	408.445
1980	86.653	18.583	11.606	154.056	131.574	8.644	10.180	421.296
1981	91.169	17.942	12.369	147.455	115.511	8.780	9.501	402.725
1982	91.905	16.496	11.706	149.021	126.558	10.706	10.943	417.336
1983	93.081	17.410	11.531	149.472	123.381	12.224	11.204	418.302
1984	92.997	18.754	11.631	142.237	137.795	7.955	14.291	425.659
1985	96.581	16.836	12.002	146.621	134.482	14.375	10.721	431.618
1986	97.480	16.173	13.788	151.614	130.421	16.030	13.294	438.800
1987	96.531	15.876	14.174	166.328	139.866	16.959	17.211	466.944
1988	90.257	15.205	14.243	189.287	142.700	20.573	16.893	489.159
1989	102.568	17.181	13.301	212.463	135.918	21.486	19.930	522.848

1990	101.444	15.074	13.383	236.020	140.874	23.071	21.981	551.847
1991	103.919	15.912	12.143	237.661	137.539	23.572	25.935	556.681
1992	108.795	13.796	10.928	249.036	130.701	21.638	29.647	564.541
1993	100.805	13.091	10.565	230.056	131.801	24.274	27.919	538.510
1994	101.327	14.221	12.495	237.510	126.739	23.526	30.129	545.948
1995	102.167	14.271	13.858	260.044	121.815	25.748	32.299	570.202
1996	100.661	13.680	14.122	261.046	145.908	25.627	35.393	596.436
1997	102.509	11.728	14.453	283.750	144.894	28.210	31.586	617.132
1998	111.527	12.808	14.915	317.517	154.955	30.260	44.534	686.516
1999	115.702	12.242	15.558	352.210	146.468	35.414	49.543	727.136
2000	119.603	12.142	15.962	374.302	157.084	39.787	49.248	768.129

Tabla 7.
INPUTS directos relativos por tipos de flujos
 (toneladas por habitante)

AÑO	Abióticos	Biomasa	Semimanufacturas	Otras importaciones	TOTALES
1955	1,47	2,59	0,06	0,03	4,16
1956	1,66	2,81	0,06	0,05	4,59
1957	2,14	2,89	0,07	0,05	5,14
1958	2,22	2,94	0,04	0,10	5,29
1959	2,17	3,05	0,04	0,06	5,32
1960	2,21	3,00	0,04	0,02	5,26
1961	2,39	3,32	0,05	0,06	5,83
1962	2,43	3,28	0,09	0,09	5,89
1963	2,61	3,48	0,11	0,10	6,30
1964	2,70	3,23	0,11	0,11	6,14
1965	2,91	3,26	0,19	0,12	6,48
1966	3,27	3,28	0,15	0,12	6,83
1967	3,57	3,37	0,11	0,09	7,13
1968	4,10	3,36	0,09	0,12	7,67
1969	4,49	3,48	0,13	0,14	8,24
1970	4,95	3,38	0,14	0,12	8,60
1971	5,19	3,69	0,13	0,12	9,12
1972	5,55	3,60	0,14	0,15	9,44
1973	5,90	3,08	0,15	0,15	9,28
1974	6,44	3,33	0,17	0,15	10,08
1975	6,55	3,37	0,17	0,12	10,21
1976	7,12	3,28	0,19	0,15	10,74
1977	7,23	3,30	0,13	0,16	10,83
1978	7,21	3,42	0,13	0,21	10,98
1979	7,27	3,27	0,20	0,30	11,04
1980	7,22	3,50	0,23	0,27	11,22
1981	7,13	3,06	0,23	0,25	10,67
1982	7,09	3,34	0,28	0,29	11,00
1983	7,12	3,24	0,32	0,30	10,97
1984	6,94	3,60	0,21	0,38	11,12
1985	7,08	3,50	0,37	0,28	11,24
1986	7,24	3,39	0,42	0,35	11,39
1987	7,58	3,62	0,44	0,45	12,09
1988	7,98	3,69	0,53	0,44	12,64
1989	8,90	3,51	0,55	0,52	13,49
1990	9,41	3,63	0,59	0,58	14,21

1991	9,48	3,53	0,61	0,68	14,30
1992	9,79	3,35	0,55	0,78	14,47
1993	9,05	3,37	0,62	0,73	13,78
1994	9,32	3,24	0,60	0,79	13,95
1995	9,96	3,11	0,66	0,82	14,55
1996	9,92	3,72	0,65	0,90	15,19
1997	10,48	3,68	0,72	0,81	15,69
1998	11,46	3,89	0,76	1,12	17,23
1999	12,33	3,64	0,88	1,23	18,09
2000	12,89	3,88	0,98	1,22	19,00

Tabla 8.
INPUTS directos relativos por tipos de flujos
 (toneladas por millón de pesetas de PIB c.f.)

AÑO	Abióticos	Biomasa	Semimanufacturas	Otras importaciones	TOTALES
1955	5,11	9,03	0,21	0,12	14,46
1956	5,44	9,19	0,20	0,16	14,99
1957	6,88	9,27	0,21	0,16	16,51
1958	6,84	9,09	0,12	0,29	16,35
1959	6,97	9,78	0,13	0,19	17,07
1960	6,94	9,43	0,13	0,05	16,55
1961	6,78	9,43	0,15	0,18	16,55
1962	6,39	8,62	0,25	0,23	15,49
1963	6,32	8,43	0,26	0,25	15,26
1964	6,19	7,41	0,26	0,25	14,10
1965	6,36	7,13	0,42	0,26	14,18
1966	6,77	6,79	0,31	0,25	14,12
1967	7,15	6,75	0,22	0,17	14,29
1968	7,82	6,40	0,17	0,23	14,62
1969	7,94	6,15	0,24	0,24	14,57
1970	8,48	5,79	0,24	0,21	14,73
1971	8,56	6,08	0,21	0,20	15,05
1972	8,57	5,55	0,22	0,23	14,56
1973	8,44	4,41	0,22	0,22	13,30
1974	8,84	4,57	0,24	0,20	13,84
1975	9,14	4,70	0,24	0,16	14,25
1976	9,75	4,49	0,26	0,21	14,72
1977	9,74	4,44	0,17	0,22	14,58
1978	9,67	4,59	0,17	0,28	14,72
1979	9,85	4,44	0,27	0,41	14,96
1980	9,83	4,77	0,31	0,37	15,29
1981	9,78	4,20	0,32	0,35	14,65
1982	9,67	4,55	0,38	0,39	15,00
1983	9,54	4,34	0,43	0,40	14,71
1984	9,21	4,78	0,28	0,50	14,77
1985	9,20	4,55	0,49	0,37	14,60
1986	9,14	4,27	0,53	0,44	14,37
1987	9,11	4,35	0,53	0,54	14,52
1988	9,15	4,23	0,61	0,50	14,49
1989	9,78	3,85	0,61	0,57	14,81
1990	10,25	3,95	0,65	0,63	15,48

1991	9,85	3,67	0,63	0,71	14,86
1992	10,13	3,47	0,57	0,80	14,97
1993	9,47	3,53	0,65	0,76	14,41
1994	9,54	3,31	0,62	0,81	14,28
1995	9,93	3,10	0,65	0,82	14,50
1996	9,66	3,62	0,64	0,88	14,80
1997	9,89	3,48	0,68	0,76	14,80
1998	10,52	3,57	0,70	1,03	15,82
1999	10,99	3,25	0,79	1,10	16,13
2000	11,25	3,39	0,86	1,06	16,55

Tabla 9.
Importaciones de flujos directos por tipos de sustancias
(miles de toneladas)

AÑO	Energéticos	No		P. Cantera	Biomasa	Otras		Importaciones	TOTALES
		Metálicos	Metálicos			Semimanufacturas	Importaciones		
1955	3.328	77	787	0,6	631	1.715	977	7.516	
1956	3.565	76	938	0,2	497	1.827	1.462	8.365	
1957	6.124	82	944	0,2	585	1.954	1.451	11.141	
1958	6.727	384	987	0,6	563	1.177	2.876	12.714	
1959	8.054	215	1.068	0,4	586	1.267	1.809	13.001	
1960	7.625	113	1.134	1,1	573	1.241	501	11.189	
1961	7.635	392	1.037	82	2.130	1.640	1.920	14.835	
1962	11.227	409	1.129	123	2.042	2.935	2.685	20.550	
1963	12.310	306	1.158	80	2.383	3.412	3.193	22.841	
1964	14.485	360	1.295	64	2.830	3.514	3.400	25.946	
1965	15.111	646	1.402	96	3.990	6.198	3.844	31.288	
1966	17.740	907	1.494	113	5.434	4.803	3.931	34.421	
1967	22.641	899	1.526	87	6.050	3.523	2.805	37.532	
1968	30.472	1.032	1.653	110	4.571	3.014	4.024	44.877	
1969	30.150	1.384	1.812	132	5.202	4.491	4.618	47.788	
1970	34.862	2.910	1.704	135	5.142	4.763	4.218	53.735	
1971	38.938	3.704	1.871	169	6.155	4.278	4.115	59.230	
1972	43.170	4.825	2.484	210	6.253	4.810	5.022	66.774	
1973	46.334	5.902	2.502	431	6.575	5.318	5.247	72.309	
1974	49.359	6.251	1.891	339	8.865	5.951	5.087	77.742	
1975	48.071	7.218	1.601	174	8.283	6.109	4.167	75.622	
1976	55.514	7.165	1.912	163	8.276	6.719	5.506	85.255	
1977	51.208	6.041	3.436	189	8.853	4.696	5.957	80.381	
1978	49.511	5.693	4.242	181	9.584	4.762	7.743	81.716	
1979	54.162	6.455	3.534	183	10.057	7.358	9.870	91.619	
1980	56.524	6.069	3.191	206	11.965	8.644	10.181	96.781	
1981	54.384	6.245	2.928	206	10.805	8.780	9.501	92.849	
1982	51.070	5.310	2.861	207	12.753	10.706	10.943	93.849	
1983	50.150	6.384	2.859	242	11.443	12.224	11.204	94.506	
1984	50.950	7.068	3.304	232	8.788	7.955	14.291	92.588	
1985	54.219	6.663	3.198	284	8.442	14.375	10.721	97.902	
1986	55.206	6.578	4.145	319	8.396	16.030	13.294	103.968	
1987	59.706	8.358	3.339	430	8.250	16.959	17.212	114.252	
1988	56.194	7.970	3.489	511	9.882	20.573	16.898	115.517	
1989	63.904	9.816	3.171	675	10.012	21.486	19.930	128.994	

1990	63.704	9.741	3.041	917	11.372	23.071	21.981	133.828
1991	68.300	10.107	2.793	1.124	11.945	23.572	25.935	143.777
1992	73.417	9.463	2.679	1.136	11.915	21.638	29.647	149.895
1993	67.674	9.499	2.200	1.008	11.629	24.274	27.919	144.203
1994	70.871	11.033	2.501	1.138	12.735	23.526	30.129	151.934
1995	72.711	10.826	3.289	1.262	17.822	25.748	32.299	163.956
1996	72.412	10.828	3.816	1.379	14.336	25.627	35.393	163.791
1997	75.599	10.153	3.958	1.580	16.147	28.210	37.404	173.052
1998	84.824	11.377	4.336	1.896	17.418	30.260	44.534	194.646
1999	88.424	10.957	4.493	2.117	18.376	35.414	49.543	209.324
2000	95.768	11.243	4.626	2.369	18.926	39.787	49.249	221.968

Tabla 10.
Exportaciones de flujos directos por tipos de sustancias
(miles de toneladas)

AÑO	Energéticos	Metálicos	No		Biomasa	Semimanufacturas	Otras exportaciones	TOTALES
			Metálicos	P. Cantera				
1955	113	4.474	0,1	3,2	1.897	1.342	755	8.584
1956	144	5.966	0,1	4,2	1.213	1.614	891	9.833
1957	81	6.088	0,1	4,2	1.355	1.978	679	10.185
1958	27	3.344	0,1	4,5	1.991	1.853	857	8.076
1959	25	2.922	0,1	5,8	2.040	1.737	1.247	7.977
1960	19	2.178	0,0	0,0	1.919	3.447	3.322	10.886
1961	37	3.181	765	84	2.076	2.794	1.195	10.131
1962	22	3.041	812	116	2.388	2.605	440	9.425
1963	9	3.076	440	109	2.012	2.620	618	8.884
1964	2	3.722	588	96	2.843	2.538	849	10.639
1965	4	3.140	697	66	2.916	2.332	465	9.621
1966	1	1.867	711	47	3.117	2.460	443	8.646
1967	2	2.309	818	61	3.023	4.017	1.125	11.355
1968	2	2.786	1.033	73	3.708	7.376	363	15.342
1969	16	3.388	238	80	4.329	7.011	1.314	16.376
1970	665	3.322	884	83	4.386	6.914	1.596	17.850
1971	242	3.903	906	100	3.580	6.944	2.079	17.753
1972	111	3.215	831	251	4.310	9.291	1.221	19.229
1973	53	2.503	899	343	5.331	8.922	1.846	19.898
1974	281	3.490	366	416	4.987	7.917	3.831	21.288
1975	329	2.707	827	322	3.927	8.212	4.265	20.590
1976	263	2.531	730	794	4.874	10.923	6.311	26.426
1977	291	1.718	432	1.055	4.123	14.630	7.981	30.230
1978	16	2.519	4.946	1.218	5.594	17.635	2.558	34.486
1979	18	2.363	5.606	1.799	5.317	17.240	3.468	35.810
1980	162	2.629	7.701	1.817	5.006	18.243	2.241	37.799
1981	128	2.019	4.273	1.710	6.309	19.018	6.915	40.372
1982	183	1.463	2.883	1.666	5.057	24.914	9.804	45.969
1983	195	2.030	4.655	2.568	5.081	26.078	10.393	50.999
1984	172	2.553	1.808	2.907	6.003	24.868	16.836	55.148
1985	5	2.681	1.853	2.854	6.588	28.227	13.481	55.689
1986	0,6	2.404	1.799	3.340	8.119	26.873	12.018	54.553
1987	1	2.459	2.023	3.504	8.952	25.451	14.033	56.424
1988	7	2.438	2.099	4.000	10.276	28.272	11.515	58.609
1989	8	2.160	2.105	4.429	11.420	23.793	11.626	55.541

1990	10	1.914	2.266	4.291	10.151	24.218	14.374	57.225
1991	1	2.453	1.949	4.378	10.075	21.444	14.393	54.693
1992	134	2.306	2.081	4.193	10.820	23.257	14.559	57.349
1993	108	1.825	2.311	5.076	10.551	23.853	17.752	61.475
1994	20	1.803	2.429	4.074	12.411	23.506	23.433	67.677
1995	20	1.861	3.425	4.669	12.128	23.114	26.316	71.533
1996	10	1.669	3.649	4.563	11.801	27.392	31.823	80.909
1997	5	651	3.622	6.469	14.006	27.525	34.134	86.414
1998	14	692	3.434	7.642	14.597	28.338	37.455	92.173
1999	9	646	3.440	6.572	15.810	25.310	37.248	89.035
2000	15	439	3.648	7.360	17.146	27.101	38.742	94.451

Tabla 11.
INPUTS ocultos por tipos de flujos
(miles de toneladas)

AÑO	Energéticos	Metálicos	No metálicos	P. Cantera	Biomasa	Semimanuf.	Flujos excavados	TOTALES
1955	85.793	27.760	3.513	4.619	8.824	2.036	14.112	146.656
1956	87.856	28.189	3.965	5.878	9.374	1.917	15.372	152.551
1957	99.521	29.300	4.062	9.503	9.521	3.655	13.608	169.170
1958	105.901	32.307	4.374	10.080	9.768	2.286	16.294	181.010
1959	96.142	29.217	4.685	10.197	9.876	4.701	17.350	172.167
1960	92.773	30.649	5.225	10.113	9.812	9.725	25.011	183.309
1961	94.357	37.913	5.079	11.190	13.412	6.476	26.939	195.365
1962	97.645	37.150	5.309	11.103	13.452	11.224	32.186	208.069
1963	100.898	38.316	5.560	12.647	14.311	13.412	46.327	231.470
1964	97.660	36.660	6.111	13.116	13.997	16.424	33.506	217.474
1965	102.425	29.233	6.860	14.505	15.161	22.590	37.320	228.094
1966	100.503	37.216	7.395	17.437	17.677	25.317	33.814	239.360
1967	98.364	34.586	8.021	18.960	17.737	24.356	25.948	227.972
1968	104.040	40.976	8.733	21.532	15.954	22.611	107.483	321.330
1969	100.106	41.098	9.329	26.221	18.869	31.090	39.175	265.887
1970	102.354	45.604	9.475	29.164	19.887	32.559	55.266	294.310
1971	101.507	65.356	10.067	29.521	20.741	25.922	49.896	303.009
1972	104.416	73.362	11.437	31.990	21.011	28.462	57.471	328.150
1973	98.854	69.311	10.999	35.061	23.135	31.424	54.239	323.023
1974	101.748	70.269	8.863	38.386	25.324	32.814	78.255	355.658
1975	109.816	64.725	8.746	40.695	24.944	39.532	51.228	339.685
1976	117.988	68.777	10.121	44.201	26.517	37.433	86.569	391.607
1977	132.059	64.700	15.214	47.432	27.801	32.071	80.604	399.880
1978	141.605	68.304	15.894	47.307	29.094	23.834	94.413	420.450
1979	163.127	65.090	16.431	45.810	28.163	33.035	59.075	410.729
1980	206.844	80.004	15.547	43.764	27.840	35.672	37.290	446.961
1981	255.254	83.522	15.758	42.158	27.724	34.148	51.831	510.394
1982	277.822	77.196	15.540	43.121	29.257	37.331	38.489	518.756
1983	276.425	85.210	15.513	43.408	26.769	35.506	53.524	536.355
1984	281.635	101.052	17.053	41.206	25.839	37.879	40.344	545.010
1985	289.268	100.273	16.967	41.926	27.345	44.615	55.938	576.332
1986	292.029	96.687	21.061	43.157	29.283	53.093	48.191	583.502
1987	260.174	90.325	18.243	47.190	27.978	47.878	40.988	532.776
1988	242.421	93.621	18.858	53.693	29.686	51.712	51.331	541.321
1989	281.515	108.427	17.578	60.147	32.198	58.812	62.824	621.502

1990	277.824	97.157	16.906	66.477	32.444	58.469	97.873	647.149
1991	275.752	98.944	16.474	66.021	31.741	76.790	78.539	644.261
1992	266.980	103.208	15.707	68.588	31.100	75.823	102.310	663.716
1993	262.815	94.861	14.150	63.718	29.174	83.164	64.602	612.485
1994	244.944	92.436	16.265	66.276	31.898	87.113	80.426	619.358
1995	250.453	83.213	17.706	72.741	35.407	108.880	56.376	624.775
1996	234.758	111.243	18.897	72.963	33.033	99.996	47.130	618.020
1997	225.689	111.597	20.791	79.137	36.161	104.151	69.420	646.947
1998	242.737	111.101	21.423	88.261	36.626	116.149	69.000	685.298
1999	258.279	100.016	23.633	99.006	36.989	117.226	86.784	721.933
2000	263.643	115.080	30.520	104.826	37.180	131.716	57.808	740.774

Tabla 12.
Huella ecológica total según el método 1
(hectáreas)

AÑO	H. Agrícola	H. Pastos	H. Forestal	H. Marina	H. Energética	TOTAL	TOTAL (sin energía)
1955	14.276.031	11.309.217	11.277.033	12.194.830	10.517.284	59.574.394	49.057.110
1956	14.492.614	11.276.939	11.112.923	12.258.938	11.072.874	60.214.286	49.141.413
1957	14.686.825	11.521.227	11.243.955	12.208.839	15.278.870	64.939.717	49.660.846
1958	14.289.116	11.535.785	11.298.732	12.298.003	16.145.095	65.566.730	49.421.636
1959	14.427.605	11.536.239	11.451.286	12.143.705	16.908.910	66.467.745	49.558.835
1960	14.599.935	11.705.062	11.674.104	12.063.116	16.753.496	66.795.713	50.042.217
1961	15.900.801	11.559.779	10.676.213	11.736.992	16.869.374	66.743.158	49.873.784
1962	15.681.340	11.312.172	10.745.126	11.758.539	19.827.304	69.324.481	49.497.177
1963	15.452.378	11.394.730	10.623.194	11.982.644	20.402.162	69.855.108	49.452.947
1964	15.068.046	11.086.882	9.792.477	11.725.724	23.081.092	70.754.222	47.673.130
1965	15.504.252	11.377.972	10.802.475	12.000.628	24.377.474	74.062.800	49.685.326
1966	16.081.260	11.419.249	10.974.437	11.767.417	27.495.943	77.738.305	50.242.362
1967	16.856.813	11.705.154	10.895.333	11.823.819	33.530.079	84.811.197	51.281.119
1968	15.314.686	11.481.791	10.868.959	11.879.429	44.549.725	94.094.590	49.544.865
1969	15.040.328	11.768.067	11.243.525	11.737.097	43.721.843	93.510.860	49.789.017
1970	15.773.533	11.615.879	10.382.113	11.369.190	47.361.743	96.502.459	49.140.715
1971	16.758.000	11.949.225	9.779.515	11.639.512	53.144.155	103.270.407	50.126.252
1972	16.914.492	11.738.733	9.968.602	11.773.736	58.611.111	109.006.675	50.395.564
1973	16.842.025	12.225.500	11.738.715	12.196.709	68.379.630	121.382.578	53.002.949
1974	17.627.673	11.192.100	12.390.111	12.569.836	73.611.111	127.390.832	53.779.721
1975	17.833.558	11.173.500	12.077.249	12.224.034	76.620.370	129.928.712	53.308.342
1976	17.662.816	11.109.000	12.772.479	11.882.356	82.407.407	135.834.059	53.426.651
1977	17.289.209	10.901.400	12.543.606	12.029.866	78.842.593	131.606.674	52.764.081
1978	16.286.104	10.929.800	12.317.867	12.604.104	83.240.741	135.378.616	52.137.875
1979	17.420.583	10.830.000	12.460.243	13.176.942	85.185.185	139.072.953	53.887.768
1980	18.481.211	10.738.900	12.251.573	13.982.590	90.879.630	146.333.904	55.454.275
1981	19.390.750	10.718.700	12.314.543	12.927.458	92.777.778	148.129.230	55.351.452
1982	18.904.124	10.703.900	12.417.941	13.587.868	90.555.556	146.169.389	55.613.833
1983	18.341.847	10.670.600	12.555.277	13.085.800	91.296.296	145.949.820	54.653.524
1984	17.839.342	10.116.000	13.234.001	13.662.799	87.870.370	142.722.513	54.852.143
1985	16.680.748	10.227.400	13.245.755	13.343.927	86.574.074	140.071.905	53.497.831
1986	17.142.479	10.252.400	13.031.762	13.431.876	85.833.333	139.691.851	53.858.518
1987	17.137.303	10.237.000	13.168.593	15.970.276	86.296.296	142.809.468	56.513.172
1988	16.716.632	10.330.200	13.663.882	16.988.079	88.148.148	145.846.942	57.698.793
1989	15.944.366	10.341.700	14.448.004	17.241.255	96.203.704	154.179.029	57.975.325

1990	17.023.782	10.394.400	14.317.323	18.651.228	97.962.963	158.349.696	60.386.733
1991	18.129.904	10.036.800	14.406.304	17.607.441	101.527.778	161.708.227	60.180.449
1992	18.066.359	10.168.100	14.185.633	17.557.970	105.416.667	165.394.728	59.978.061
1993	18.078.198	10.232.900	13.687.582	17.042.659	100.000.000	159.041.339	59.041.339
1994	17.219.952	11.321.200	13.623.060	16.749.038	105.694.444	164.607.694	58.913.249
1995	21.057.090	11.217.100	13.686.300	16.900.303	111.064.815	173.925.607	62.860.792
1996	18.643.844	10.604.800	14.069.905	17.932.520	106.296.296	167.547.365	61.251.069
1997	20.514.415	10.902.600	14.336.709	17.647.885	114.629.630	178.031.238	63.401.609
1998	18.981.068	10.981.800	14.689.386	19.009.458	117.916.667	181.578.379	63.661.712
1999	19.084.877	11.050.200	15.140.700	17.430.503	126.250.000	188.956.280	62.706.280
2000	17.167.335	10.925.800	16.186.998	19.433.017	132.361.111	196.074.262	63.713.151

Tabla 13.
Huella ecológica per capita según el método 1
 (hectáreas por habitante)

AÑO	H. Agrícola	H. Pastos	H. Forestal	H. Marina	H. Energética	TOTAL	TOTAL (sin energía)
1955	0,4926	0,3902	0,3891	0,4208	0,3629	2,0557	1,6928
1956	0,4936	0,3841	0,3785	0,4175	0,3771	2,0507	1,6736
1957	0,4931	0,3868	0,3775	0,4099	0,5130	2,1804	1,6674
1958	0,4722	0,3812	0,3734	0,4064	0,5335	2,1667	1,6332
1959	0,4694	0,3753	0,3725	0,3951	0,5501	2,1623	1,6122
1960	0,4798	0,3846	0,3836	0,3964	0,5505	2,1950	1,6445
1961	0,5204	0,3783	0,3494	0,3841	0,5521	2,1844	1,6323
1962	0,5055	0,3646	0,3464	0,3790	0,6391	2,2346	1,5955
1963	0,4937	0,3641	0,3394	0,3829	0,6519	2,2321	1,5802
1964	0,4767	0,3508	0,3098	0,3710	0,7302	2,2384	1,5082
1965	0,4852	0,3561	0,3381	0,3756	0,7629	2,3178	1,5549
1966	0,4975	0,3533	0,3395	0,3641	0,8507	2,4051	1,5544
1967	0,5151	0,3577	0,3330	0,3613	1,0247	2,5918	1,5672
1968	0,4625	0,3467	0,3282	0,3588	1,3454	2,8417	1,4963
1969	0,4498	0,3519	0,3362	0,3510	1,3074	2,7963	1,4889
1970	0,4673	0,3441	0,3076	0,3368	1,4032	2,8591	1,4559
1971	0,4919	0,3508	0,2871	0,3417	1,5600	3,0313	1,4714
1972	0,4920	0,3415	0,2900	0,3425	1,7049	3,1709	1,4660
1973	0,4899	0,3556	0,3415	0,3548	1,9891	3,5309	1,5418
1974	0,5081	0,3226	0,3571	0,3623	2,1218	3,6720	1,5502
1975	0,5038	0,3156	0,3412	0,3453	2,1644	3,6702	1,5058
1976	0,4930	0,3101	0,3565	0,3317	2,3003	3,7917	1,4914
1977	0,4769	0,3007	0,3460	0,3318	2,1746	3,6300	1,4553
1978	0,4442	0,2981	0,3359	0,3437	2,2702	3,6921	1,4219
1979	0,4709	0,2927	0,3368	0,3562	2,3026	3,7593	1,4566
1980	0,4923	0,2861	0,3263	0,3725	2,4208	3,8979	1,4771
1981	0,5138	0,2840	0,3263	0,3425	2,4583	3,9249	1,4666
1982	0,4982	0,2821	0,3273	0,3581	2,3866	3,8523	1,4657
1983	0,4811	0,2799	0,3294	0,3433	2,3949	3,8286	1,4337
1984	0,4661	0,2643	0,3458	0,3570	2,2959	3,7290	1,4332
1985	0,4343	0,2663	0,3449	0,3474	2,2541	3,6470	1,3929
1986	0,4450	0,2662	0,3383	0,3487	2,2283	3,6266	1,3982
1987	0,4439	0,2651	0,3411	0,4136	2,2351	3,6988	1,4637
1988	0,4321	0,2670	0,3532	0,4391	2,2783	3,7695	1,4913
1989	0,4113	0,2668	0,3727	0,4447	2,4815	3,9770	1,4955

1990	0,4383	0,2676	0,3687	0,4803	2,5225	4,0774	1,5549
1991	0,4659	0,2579	0,3702	0,4525	2,6089	4,1554	1,5464
1992	0,4632	0,2607	0,3637	0,4501	2,7026	4,2403	1,5377
1993	0,4626	0,2618	0,3502	0,4361	2,5587	4,0694	1,5107
1994	0,4399	0,2892	0,3480	0,4279	2,7002	4,2052	1,5051
1995	0,5373	0,2862	0,3492	0,4313	2,8341	4,4382	1,6041
1996	0,4700	0,2673	0,3547	0,4520	2,7068	4,2508	1,5440
1997	0,5216	0,2772	0,3645	0,4487	2,9147	4,5268	1,6121
1998	0,4763	0,2756	0,3686	0,4770	2,9588	4,5562	1,5974
1999	0,4747	0,2749	0,3766	0,4336	3,1404	4,7002	1,5598
2000	0,4239	0,2698	0,3997	0,4798	3,2682	4,8414	1,5732

Tabla 14.
Huella ecológica total según el método 2
(hectáreas)

AÑO	H. Agrícola	H. Pastos	H. Forestal	H. Marina	H. Energética	TOTAL	TOTAL (sin energía)
1955	14.276.031	4.348.886	11.277.033	12.194.830	10.517.284	52.614.064	42.096.779
1956	14.492.614	4.413.828	11.112.923	12.258.938	11.072.874	53.351.175	42.278.302
1957	14.686.825	4.619.615	11.243.955	12.208.839	15.278.870	58.038.104	42.759.234
1958	14.289.116	4.436.545	11.298.732	12.298.003	16.145.095	58.467.490	42.322.396
1959	14.427.605	4.554.832	11.451.286	12.143.705	16.908.910	59.486.337	42.577.428
1960	14.599.935	4.884.216	11.674.104	12.063.116	16.753.496	59.974.868	43.221.371
1961	15.900.801	5.104.253	10.676.213	11.736.992	16.869.374	60.287.632	43.418.258
1962	15.681.340	5.375.492	10.745.126	11.758.539	19.827.304	63.387.802	43.560.498
1963	15.452.378	5.954.886	10.623.194	11.982.644	20.402.162	64.415.264	44.013.103
1964	15.068.046	5.887.624	9.792.477	11.725.724	23.081.092	65.554.964	42.473.872
1965	15.504.252	6.209.257	10.802.475	12.000.628	24.377.474	68.894.086	44.516.611
1966	16.081.260	7.312.436	10.974.437	11.767.417	27.495.943	73.631.492	46.135.550
1967	16.856.813	7.300.227	10.895.333	11.823.819	33.530.079	80.406.270	46.876.191
1968	15.314.686	7.734.705	10.868.959	11.879.429	44.549.725	90.347.504	45.797.779
1969	15.040.328	8.243.558	11.243.525	11.737.097	43.721.843	89.986.351	46.264.508
1970	15.773.533	8.656.256	10.382.113	11.369.190	47.361.743	93.542.836	46.181.093
1971	16.758.000	8.251.472	9.779.515	11.639.512	53.144.155	99.572.654	46.428.499
1972	16.914.492	8.582.157	9.968.602	11.773.736	58.611.111	105.850.099	47.238.987
1973	16.842.025	9.806.619	11.738.715	12.196.709	68.379.630	118.963.697	50.584.068
1974	17.627.673	10.078.563	12.390.111	12.569.836	73.611.111	126.277.294	52.666.183
1975	17.833.558	10.444.251	12.077.249	12.224.034	76.620.370	129.199.463	52.579.093
1976	17.662.816	10.594.384	12.772.479	11.882.356	82.407.407	135.319.443	52.912.036
1977	17.289.209	11.030.234	12.543.606	12.029.866	78.842.593	131.735.508	52.892.915
1978	16.286.104	10.711.926	12.317.867	12.604.104	83.240.741	135.160.742	51.920.001
1979	17.420.583	11.005.064	12.460.243	13.176.942	85.185.185	139.248.016	54.062.831
1980	18.481.211	11.139.625	12.251.573	13.982.590	90.879.630	146.734.629	55.854.999
1981	19.390.750	11.049.711	12.314.543	12.927.458	92.777.778	148.460.241	55.682.463
1982	18.904.124	11.380.989	12.417.941	13.587.868	90.555.556	146.846.477	56.290.922
1983	18.341.847	11.598.874	12.555.277	13.085.800	91.296.296	146.878.094	55.581.798
1984	17.839.342	11.461.039	13.234.001	13.662.799	87.870.370	144.067.552	56.197.181
1985	16.680.748	11.563.719	13.245.755	13.343.927	86.574.074	141.408.224	54.834.150
1986	17.142.479	11.963.565	13.031.762	13.431.876	85.833.333	141.403.016	55.569.683
1987	17.137.303	11.833.882	13.168.593	15.970.276	86.296.296	144.406.349	58.110.053
1988	16.716.632	11.597.947	13.663.882	16.988.079	88.148.148	147.114.689	58.966.541
1989	15.944.366	11.947.358	14.448.004	17.241.255	96.203.704	155.784.687	59.580.983

1990	17.023.782	12.179.099	14.317.323	18.651.228	97.962.963	160.134.395	62.171.432
1991	18.129.904	12.988.873	14.406.304	17.607.441	101.527.778	164.660.299	63.132.522
1992	18.066.359	12.914.172	14.185.633	17.557.970	105.416.667	168.140.800	62.724.133
1993	18.078.198	13.158.560	13.687.582	17.042.659	100.000.000	161.966.999	61.966.999
1994	17.219.952	12.695.886	13.623.060	16.749.038	105.694.444	165.982.380	60.287.936
1995	21.057.090	12.991.956	13.686.300	16.900.303	111.064.815	175.700.464	64.635.649
1996	18.643.844	12.369.798	14.069.905	17.932.520	106.296.296	169.312.363	63.016.067
1997	20.514.415	12.042.351	14.336.709	17.647.885	114.629.630	179.170.989	64.541.360
1998	18.981.068	12.639.725	14.689.386	19.009.458	117.916.667	183.236.304	65.319.638
1999	19.084.877	12.764.222	15.140.700	17.430.503	126.250.000	190.670.302	64.420.302
2000	17.167.335	13.491.660	16.186.998	19.433.017	132.361.111	198.640.122	66.279.011

Tabla 15.
Huella ecológica per capita según el método 2
(hectáreas por habitante)

AÑO	H. Agrícola	H. Pastos	H. Forestal	H. Marina	H. Energética	TOTAL	TOTAL (sin energía)
1955	0,4695	0,1501	0,3891	0,4208	0,3629	1,7924	1,4295
1956	0,4698	0,1503	0,3785	0,4175	0,3771	1,7932	1,4161
1957	0,4687	0,1551	0,3775	0,4099	0,5130	1,9242	1,4112
1958	0,4479	0,1466	0,3734	0,4064	0,5335	1,9078	1,3743
1959	0,4442	0,1482	0,3725	0,3951	0,5501	1,9100	1,3599
1960	0,4535	0,1605	0,3836	0,3964	0,5505	1,9446	1,3941
1961	0,4935	0,1671	0,3494	0,3841	0,5521	1,9462	1,3941
1962	0,4792	0,1733	0,3464	0,3790	0,6391	2,0170	1,3779
1963	0,4675	0,1903	0,3394	0,3829	0,6519	2,0320	1,3801
1964	0,4497	0,1863	0,3098	0,3710	0,7302	2,0470	1,3168
1965	0,4590	0,1943	0,3381	0,3756	0,7629	2,1299	1,3670
1966	0,4716	0,2262	0,3395	0,3641	0,8507	2,2521	1,4014
1967	0,4890	0,2231	0,3330	0,3613	1,0247	2,4311	1,4064
1968	0,4355	0,2336	0,3282	0,3588	1,3454	2,7015	1,3561
1969	0,4210	0,2465	0,3362	0,3510	1,3074	2,6621	1,3547
1970	0,4380	0,2565	0,3076	0,3368	1,4032	2,7421	1,3389
1971	0,4612	0,2422	0,2871	0,3417	1,5600	2,8921	1,3321
1972	0,4609	0,2496	0,2900	0,3425	1,7049	3,0480	1,3430
1973	0,4583	0,2853	0,3415	0,3548	1,9891	3,4289	1,4398
1974	0,4762	0,2905	0,3571	0,3623	2,1218	3,6080	1,4861
1975	0,4719	0,2950	0,3412	0,3453	2,1644	3,6178	1,4534
1976	0,4612	0,2957	0,3565	0,3317	2,3003	3,7455	1,4451
1977	0,4460	0,3042	0,3460	0,3318	2,1746	3,6026	1,4280
1978	0,4135	0,2921	0,3359	0,3437	2,2702	3,6555	1,3853
1979	0,4389	0,2975	0,3368	0,3562	2,3026	3,7320	1,4294
1980	0,4612	0,2967	0,3263	0,3725	2,4208	3,8774	1,4567
1981	0,4830	0,2928	0,3263	0,3425	2,4583	3,9028	1,4446
1982	0,4664	0,2999	0,3273	0,3581	2,3866	3,8383	1,4517
1983	0,4501	0,3043	0,3294	0,3433	2,3949	3,8219	1,4270
1984	0,4352	0,2995	0,3458	0,3570	2,2959	3,7333	1,4374
1985	0,4045	0,3011	0,3449	0,3474	2,2541	3,6519	1,3978
1986	0,4145	0,3106	0,3383	0,3487	2,2283	3,6404	1,4121
1987	0,4127	0,3065	0,3411	0,4136	2,2351	3,7090	1,4739
1988	0,4014	0,2998	0,3532	0,4391	2,2783	3,7716	1,4934
1989	0,3808	0,3082	0,3727	0,4447	2,4815	3,9880	1,5064

1990	0,4075	0,3136	0,3687	0,4803	2,5225	4,0925	1,5700
1991	0,4352	0,3338	0,3702	0,4525	2,6089	4,2005	1,5916
1992	0,4312	0,3311	0,3637	0,4501	2,7026	4,2787	1,5761
1993	0,4322	0,3367	0,3502	0,4361	2,5587	4,1139	1,5552
1994	0,4109	0,3243	0,3480	0,4279	2,7002	4,2113	1,5112
1995	0,5094	0,3315	0,3492	0,4313	2,8341	4,4556	1,6215
1996	0,4421	0,3118	0,3547	0,4520	2,7068	4,2674	1,5607
1997	0,4570	0,3062	0,3645	0,4487	2,9147	4,4912	1,5765
1998	0,4492	0,3172	0,3686	0,4770	2,9588	4,5707	1,6119
1999	0,4474	0,3175	0,3766	0,4336	3,1404	4,7155	1,5751
2000	0,3955	0,3331	0,3997	0,4798	3,2682	4,8763	1,6081

Tabla 16.
Déficit (-)/Excedente (+) Ecológico excluido energía
 (hectáreas)

AÑO	Agrícola (sobre cultivada)	Agrícola (sobre agraria total)	Pastos (Método 2)	Forestal	Marina	TOTAL (sin energía)
1955	88.207	6.179.469	7.893.568	-708.004	-830	13.452.411
1956	53.641	6.022.386	7.824.099	-229.609	-64.938	13.605.581
1957	-142.018	5.897.175	7.873.568	-236.437	-14.839	13.377.449
1958	384.062	6.428.884	8.071.014	-293.273	-104.003	14.486.684
1959	336.522	6.474.395	7.971.419	-239.276	50.295	14.593.355
1960	66.225	5.922.065	7.823.279	-321.421	130.884	13.621.031
1961	-1.339.610	4.829.199	7.360.103	-431.762	457.008	10.874.940
1962	-765.487	5.149.560	6.841.620	-496.558	435.461	11.164.596
1963	-636.756	5.384.422	6.315.640	-704.693	211.356	10.569.968
1964	-842.006	5.484.454	6.005.858	-657.630	468.276	10.458.951
1965	-1.243.416	4.821.948	5.983.715	-921.715	193.372	8.833.904
1966	-1.886.637	4.073.940	6.015.339	-1.144.457	426.583	7.484.769
1967	-2.281.089	3.124.387	6.304.928	-1.109.271	370.181	6.409.136
1968	-552.330	4.569.714	5.241.086	-1.081.525	314.571	8.491.516
1969	-206.770	4.786.372	5.484.509	-1.337.376	456.903	9.183.638
1970	-749.001	4.745.967	5.028.623	-1.171.782	824.810	8.678.616
1971	-1.758.089	4.431.400	6.350.753	-1.138.054	554.488	8.440.498
1972	-1.497.688	4.254.008	5.739.576	-1.327.141	420.264	7.589.019
1973	-1.430.892	4.136.475	5.593.196	-1.726.615	-2.709	6.569.455
1974	-1.860.856	3.257.227	4.433.537	-1.510.411	-375.836	3.943.661
1975	-2.009.121	3.000.042	4.079.349	-912.749	-30.034	4.127.487
1976	-2.020.990	2.995.984	3.936.916	-1.285.979	311.644	3.937.574
1977	-1.788.872	3.314.291	3.971.766	-946.706	164.134	4.714.613
1978	-672.695	4.291.496	3.485.532	-863.840	-410.104	5.830.389
1979	-1.950.996	3.106.617	3.369.236	-961.343	-982.942	2.580.572
1980	-2.740.701	2.017.989	3.112.308	-642.978	-1.788.590	-41.973
1981	-2.898.662	1.096.650	3.119.460	-644.525	-733.458	-60.537
1982	-2.908.832	1.619.776	2.770.927	-760.953	-1.393.868	-672.949
1983	-2.459.782	2.165.853	2.617.027	-884.249	-891.800	547.049
1984	-1.757.526	2.672.358	2.142.361	-1.084.201	-1.468.799	504.193
1985	-722.793	3.734.652	2.213.681	-1.034.855	-1.149.927	3.040.756
1986	-1.114.226	3.277.321	1.588.948	-846.545	-1.237.876	1.667.621
1987	-930.878	3.252.397	1.697.020	-993.575	-3.776.276	-751.311
1988	-627.929	3.651.168	2.046.953	-1.520.882	-4.794.079	-1.244.770
1989	75.054	4.379.634	2.329.503	-2.280.148	-5.047.255	-543.212

1990	-933.548	3.148.618	1.456.095	-2.073.545	-6.457.228	-4.859.609
1991	-1.490.297	1.958.796	458.272	-2.015.179	-5.413.441	-6.501.849
1992	-1.502.855	1.880.441	864.128	-1.966.533	-5.363.970	-6.088.788
1993	-1.885.005	1.578.402	956.740	-1.289.382	-4.848.659	-5.487.903
1994	-1.663.418	1.234.148	2.570.214	-1.227.160	-4.555.038	-3.641.253
1995	-5.678.874	-2.303.890	2.211.344	-1.505.800	-4.706.303	-11.983.523
1996	-2.862.248	500.456	2.263.202	-1.787.105	-5.738.520	-7.624.214
1997	-3.055.014	-1.891.515	2.937.749	-1.904.509	-5.453.885	-9.367.174
1998	-2.981.357	-466.568	2.339.775	-2.145.486	-6.815.458	-10.069.095
1999	-3.472.884	-746.477	2.312.978	-2.477.100	-5.236.503	-9.619.987
2000	-2.444.261	1.136.865	1.734.040	-3.671.798	-7.239.017	-10.484.171

Nota: El déficit total se ha calculado con el déficit agrícola sobre la superficie cultivada.

Tabla 17.
Huella ecológica total de los factores productivos de la agricultura en España
 (hectáreas)

AÑO	H. Fertilizantes	H. Energía	H. Tracción	H. Piensos	TOTAL
1955	995.275	—	1.634.256	—	2.629.531
1956	1.408.527	—	1.976.364	—	3.384.891
1957	1.078.325	—	2.226.827	—	3.305.153
1958	1.438.845	—	2.605.186	—	4.044.031
1959	1.317.191	—	3.120.634	—	4.437.825
1960	1.286.933	372.514	3.954.702	—	5.614.149
1961	1.532.408	459.846	3.882.384	49.379	5.924.016
1962	1.689.516	490.340	5.276.857	74.750	7.531.463
1963	1.659.159	576.909	6.771.492	161.323	9.168.883
1964	1.682.918	679.489	8.084.475	116.878	10.563.759
1965	1.822.118	736.031	9.599.273	120.511	12.277.933
1966	1.876.902	1.523.385	11.474.098	154.058	15.028.443
1967	2.237.562	1.571.607	9.262.177	85.477	13.156.823
1968	2.552.188	1.822.773	15.878.275	101.649	20.354.884
1969	2.918.121	2.171.431	18.332.574	177.269	23.599.395
1970	3.004.155	2.378.770	20.282.420	97.747	25.763.092
1971	3.296.602	2.435.387	19.667.482	113.764	25.513.236
1972	3.543.977	2.558.604	21.835.832	136.353	28.074.767
1973	3.673.483	2.949.686	24.165.681	181.017	30.969.867
1974	3.698.284	2.435.664	26.755.642	141.846	33.031.436
1975	3.715.811	2.369.461	29.323.867	161.303	35.570.442
1976	3.803.963	2.430.020	31.902.318	309.697	38.445.998
1977	4.015.735	2.910.488	34.388.314	229.960	41.544.498
1978	3.754.448	3.189.637	37.207.276	262.221	44.413.581
1979	3.999.787	3.356.491	40.205.365	211.881	47.773.523
1980	4.215.080	3.168.132	43.161.450	70.439	50.615.101
1981	3.603.337	2.941.901	43.347.913	89.317	49.982.468
1982	3.684.823	3.199.120	45.113.825	109.885	52.107.653
1983	3.150.437	3.236.762	46.518.461	308.570	53.214.230
1984	3.874.744	3.271.988	48.863.554	408.922	56.419.208
1985	4.223.048	3.439.691	50.746.959	563.606	58.973.304
1986	3.961.479	3.344.519	53.019.131	520.520	60.845.648
1987	4.179.896	3.505.577	55.423.922	550.512	63.659.908
1988	4.678.389	3.110.465	57.543.371	774.129	66.106.353
1989	5.084.608	1.964.737	59.120.253	787.836	66.957.434
1990	5.149.072	2.079.673	61.085.917	1.043.877	69.358.539

1991	5.180.331	2.271.030	54.565.232	1.202.498	63.219.091
1992	4.704.583	2.441.518	55.410.691	1.056.742	63.613.535
1993	4.348.940	2.512.091	56.347.242	1.094.380	64.302.654
1994	5.278.912	2.771.800	57.455.632	925.544	66.431.887
1995	5.115.595	2.719.591	58.869.190	1.000.445	67.704.820
1996	5.763.492	2.694.253	60.586.467	915.456	69.959.669
1997	5.845.790	2.633.089	62.225.873	909.001	71.613.753
1998	6.323.129	2.374.742	64.118.738	1.097.220	73.913.829
1999	6.296.043	2.650.207	65.933.325	1.269.000	76.148.576
2000	6.117.467	2.964.360	67.637.993	1.146.927	77.866.747

Tabla 18.
Huella ecológica per capita de los factores productivos de la agricultura en España
 (hectáreas por habitante)

AÑO	H. Fertilizantes	H. Energía	H. Tracción	H. Piensos	TOTAL
1955	0,0343	—	0,0564	—	0,0907
1956	0,0480	—	0,0673	—	0,1153
1957	0,0362	—	0,0748	—	0,1110
1958	0,0475	—	0,0861	—	0,1336
1959	0,0429	—	0,1015	—	0,1444
1960	0,0423	0,0122	0,1300	—	0,1845
1961	0,0502	0,0150	0,1271	0,0016	0,1939
1962	0,0545	0,0158	0,1701	0,0024	0,2428
1963	0,0530	0,0184	0,2164	0,0052	0,2930
1964	0,0532	0,0215	0,2558	0,0037	0,3342
1965	0,0570	0,0230	0,3004	0,0038	0,3842
1966	0,0581	0,0471	0,3550	0,0048	0,4650
1967	0,0684	0,0480	0,2831	0,0026	0,4021
1968	0,0771	0,0550	0,4795	0,0031	0,6147
1969	0,0873	0,0649	0,5482	0,0053	0,7057
1970	0,0890	0,0705	0,6009	0,0029	0,7633
1971	0,0968	0,0715	0,5773	0,0033	0,7489
1972	0,1031	0,0744	0,6352	0,0040	0,8167
1973	0,1069	0,0858	0,7030	0,0053	0,9009
1974	0,1066	0,0702	0,7712	0,0041	0,9521
1975	0,1050	0,0669	0,8283	0,0046	1,0048
1976	0,1062	0,0678	0,8905	0,0086	1,0732
1977	0,1108	0,0803	0,9485	0,0063	1,1459
1978	0,1024	0,0870	1,0147	0,0072	1,2113
1979	0,1081	0,0907	1,0868	0,0057	1,2914
1980	0,1123	0,0844	1,1497	0,0019	1,3482
1981	0,0955	0,0779	1,1486	0,0024	1,3244
1982	0,0971	0,0843	1,1890	0,0029	1,3733
1983	0,0826	0,0849	1,2203	0,0081	1,3959
1984	0,1012	0,0855	1,2767	0,0107	1,4741
1985	0,1100	0,0896	1,3213	0,0147	1,5355
1986	0,1028	0,0868	1,3764	0,0135	1,5796
1987	0,1083	0,0908	1,4355	0,0143	1,6488
1988	0,1209	0,0804	1,4873	0,0200	1,7086
1989	0,1312	0,0507	1,5250	0,0203	1,7271
1990	0,1326	0,0535	1,5729	0,0269	1,7859

1991	0,1331	0,0584	1,4021	0,0309	1,6245
1992	0,1206	0,0626	1,4206	0,0271	1,6309
1993	0,1113	0,0643	1,4417	0,0280	1,6453
1994	0,1349	0,0708	1,4678	0,0236	1,6971
1995	0,1305	0,0694	1,5022	0,0255	1,7277
1996	0,1468	0,0686	1,5428	0,0233	1,7815
1997	0,1486	0,0670	1,5822	0,0231	1,8209
1998	0,1587	0,0596	1,6089	0,0275	1,8547
1999	0,1566	0,0659	1,6400	0,0316	1,8941
2000	0,1510	0,0732	1,6701	0,0283	1,9226

Tabla 19.
Huella ecológica total de la alimentación en España
(hectáreas)

AÑO	Alimentación TOTAL (1)=(2)+(3)+(4)	H. Vegetales (2)	H. Pescado (3)	H. Carne total (4) =a+b+c+d+e+f	H. Porcino (a)	H. Aves (b)	H. Conejo (c)	H. Bovino (d)	H. Ovino (e)	H. Caprino (f)
1955	18.879.957	5.806.568	12.194.830	878.560	436.370	17.669	7.887	390.037,7	14.893,2	11.703,1
1956	19.077.776	5.791.170	12.258.938	1.027.669	595.343	20.959	9.279	377.502,5	14.324,8	10.260,3
1957	19.316.565	5.985.137	12.208.839	1.122.589	651.078	26.586	10.281	409.555,4	14.879,8	10.208,1
1958	18.796.274	5.508.675	12.298.003	989.596	576.796	20.328	6.094	363.734,8	13.704,5	8.937,9
1959	18.691.821	5.549.654	12.143.705	998.462	551.284	21.872	9.171	394.142,0	13.669,4	8.323,8
1960	18.933.925	5.847.639	12.063.116	1.023.170	570.304	20.060	10.769	397.095,5	16.698,5	8.243,5
1961	19.598.802	6.611.098	11.736.992	1.250.712	562.860	134.263	50.456	479.618,2	15.667,5	7.847,0
1962	19.625.287	6.606.637	11.758.539	1.260.110	529.774	160.464	39.891	505.385,5	16.468,6	8.126,5
1963	19.628.761	6.097.580	11.982.644	1.548.537	637.234	267.771	35.406	587.793,5	13.779,6	6.554,2
1964	19.093.910	5.737.174	11.725.724	1.631.011	649.907	314.498	38.537	601.334,3	18.277,7	8.457,3
1965	19.520.196	5.946.203	12.000.628	1.573.365	580.356	338.990	38.473	588.404,5	18.716,0	8.425,3
1966	19.557.519	5.872.542	11.767.417	1.917.560	752.579	434.896	36.716	666.546,6	18.585,0	8.237,9
1967	20.240.459	6.466.991	11.823.819	1.949.650	733.760	448.646	35.636	704.433,4	18.660,6	8.513,9
1968	18.680.746	4.939.640	11.879.429	1.861.677	676.755	409.754	34.374	714.238,4	17.473,0	9.082,3
1969	18.132.188	4.507.147	11.737.097	1.887.944	676.821	429.963	38.499	717.968,4	16.420,8	8.271,7
1970	18.852.797	5.047.724	11.369.190	2.435.882	866.494	628.483	47.056	867.950,7	17.695,3	8.202,6
1971	18.811.770	5.398.924	11.639.512	1.773.334	636.193	460.152	36.627	617.003,6	16.052,5	7.305,6
1972	19.154.155	5.177.408	11.773.736	2.203.011	816.672	611.549	44.875	707.759,9	15.821,5	6.333,7
1973	19.996.488	4.825.207	12.196.709	2.974.573	1.151.036	790.299	57.486	951.911,0	16.567,3	7.273,3
1974	20.253.836	5.143.464	12.569.836	2.540.536	1.041.306	638.661	63.814	771.296,6	17.945,1	7.513,6
1975	19.286.609	4.711.998	12.224.034	2.350.577	857.256	604.505	62.019	803.663,6	16.416,1	6.718,0
1976	19.636.732	4.805.132	11.882.356	2.949.244	1.099.340	785.473	147.798	891.387,8	18.156,4	7.088,2
1977	19.291.156	4.594.219	12.029.866	2.667.072	988.564	703.950	152.264	799.827,6	15.385,3	7.081,2
1978	18.404.913	3.265.497	12.604.104	2.535.312	1.002.866	652.148	140.215	718.129,7	15.136,4	6.816,8
1979	20.702.801	4.382.276	13.176.942	3.143.583	1.379.883	765.884	164.387	813.725,6	13.977,1	5.725,8
1980	21.258.066	4.603.502	13.982.590	2.671.974	1.314.343	609.516	82.333	638.877,4	19.526,0	7.378,7
1981	23.126.078	6.009.773	12.927.458	4.188.846	2.091.717	1.090.702	136.600	842.720,4	19.994,4	7.112,4
1982	22.325.961	4.494.796	13.587.868	4.243.297	2.204.639	1.016.118	126.542	865.844,1	22.193,7	7.960,4
1983	20.831.215	3.978.518	13.085.800	3.766.897	1.970.635	861.636	116.027	786.569,6	23.337,8	8.692,1
1984	20.454.885	4.062.498	13.662.799	2.729.587	1.457.644	584.580	81.993	573.150,4	22.464,5	9.754,5
1985	20.051.416	3.944.383	13.343.927	2.763.106	1.424.188	612.639	84.406	608.888,4	23.280,8	9.702,9
1986	21.307.463	4.245.681	13.431.876	3.629.907	1.943.674	752.532	109.188	791.348,8	23.392,3	9.772,0
1987	23.210.431	4.103.754	15.970.276	3.136.401	1.668.904	652.955	91.924	688.325,8	24.494,6	9.797,7
1988	24.384.347	4.499.765	16.988.079	2.896.503	1.607.087	576.366	79.171	600.467,7	23.155,2	10.255,7

1989	25.151.729	4.167.049	17.241.255	3.743.426	2.117.409	777.251	87.724	725.340,2	25.900,7	9.800,5
1990	26.511.008	4.124.992	18.651.228	3.734.788	2.117.240	743.313	86.269	751.341,2	27.678,4	8.946,1
1991	26.974.969	5.414.499	17.607.441	3.953.029	2.257.959	787.711	95.601	775.850,2	27.280,0	8.628,4
1992	27.957.931	5.306.150	17.557.970	5.093.811	2.930.665	1.011.412	141.999	968.960,1	30.924,7	9.849,9
1993	25.602.341	4.955.615	17.042.659	3.604.068	2.081.849	652.230	103.762	730.531,3	26.891,9	8.803,0
1994	26.253.612	5.053.379	16.749.038	4.451.195	2.564.017	902.195	130.920	817.923,5	27.961,0	8.178,0
1995	28.949.904	6.159.138	16.900.303	5.890.464	3.423.335	1.225.174	195.117	1.008.673,0	29.703,7	8.460,7
1996	26.490.181	5.244.613	17.932.520	3.313.047	1.893.421	615.430	112.590	662.783,0	22.322,6	6.500,0
1997	27.747.127	5.843.325	17.647.885	4.255.918	2.231.227	730.915	126.185	1.088.314,1	59.771,4	19.505,1
1998	28.265.113	5.745.637	19.009.458	3.510.018	2.084.359	633.134	108.920	655.695,7	20.927,4	6.981,8
1999	28.382.932	6.596.774	17.430.503	4.355.656	2.593.454	861.474	103.795	767.862,8	21.350,9	7.718,3
2000	27.385.684	4.655.822	19.433.017	3.296.845	1.997.991	546.462	89.667	630.173,6	23.527,7	9.024,8

Tabla 20.
Huella ecológica per capita de la alimentación en España
 (hectáreas por habitante)

AÑO	Alimentación TOTAL (1)=(2)+(3)+(4)	H. Vegetales (2)	H. Pescado (3)	H. Carne total (4) =a+b+c+d+e+f	H. Porcino (a)	H. Aves (b)	H. Conejo (c)	H. Bovino (d)	H. Ovino (e)	H. Caprino (f)
1955	0,6515	0,2004	0,4208	0,0303	0,0151	0,0006	0,0003	0,0135	0,0005	0,0004
1956	0,6497	0,1972	0,4175	0,0350	0,0203	0,0007	0,0003	0,0129	0,0005	0,0003
1957	0,6486	0,2010	0,4099	0,0377	0,0219	0,0009	0,0003	0,0138	0,0005	0,0003
1958	0,6211	0,1820	0,4064	0,0327	0,0191	0,0007	0,0002	0,0120	0,0005	0,0003
1959	0,6081	0,1805	0,3951	0,0325	0,0179	0,0007	0,0003	0,0128	0,0004	0,0003
1960	0,6222	0,1922	0,3964	0,0336	0,0187	0,0007	0,0004	0,0130	0,0005	0,0003
1961	0,6414	0,2164	0,3841	0,0409	0,0184	0,0044	0,0017	0,0157	0,0005	0,0003
1962	0,6326	0,2130	0,3790	0,0406	0,0171	0,0052	0,0013	0,0163	0,0005	0,0003
1963	0,6272	0,1948	0,3829	0,0495	0,0204	0,0086	0,0011	0,0188	0,0004	0,0002
1964	0,6041	0,1815	0,3710	0,0516	0,0206	0,0099	0,0012	0,0190	0,0006	0,0003
1965	0,6109	0,1861	0,3756	0,0492	0,0182	0,0106	0,0012	0,0184	0,0006	0,0003
1966	0,6051	0,1817	0,3641	0,0593	0,0233	0,0135	0,0011	0,0206	0,0006	0,0003
1967	0,6186	0,1976	0,3613	0,0596	0,0224	0,0137	0,0011	0,0215	0,0006	0,0003
1968	0,5642	0,1492	0,3588	0,0562	0,0204	0,0124	0,0010	0,0216	0,0005	0,0003
1969	0,5422	0,1348	0,3510	0,0565	0,0202	0,0129	0,0012	0,0215	0,0005	0,0002
1970	0,5586	0,1496	0,3368	0,0722	0,0257	0,0186	0,0014	0,0257	0,0005	0,0002
1971	0,5522	0,1585	0,3417	0,0521	0,0187	0,0135	0,0011	0,0181	0,0005	0,0002
1972	0,5572	0,1506	0,3425	0,0641	0,0238	0,0178	0,0013	0,0206	0,0005	0,0002
1973	0,5817	0,1404	0,3548	0,0865	0,0335	0,0230	0,0017	0,0277	0,0005	0,0002
1974	0,5838	0,1483	0,3623	0,0732	0,0300	0,0184	0,0018	0,0222	0,0005	0,0002
1975	0,5448	0,1331	0,3453	0,0664	0,0242	0,0171	0,0018	0,0227	0,0005	0,0002
1976	0,5481	0,1341	0,3317	0,0823	0,0307	0,0219	0,0041	0,0249	0,0005	0,0002
1977	0,5321	0,1267	0,3318	0,0736	0,0273	0,0194	0,0042	0,0221	0,0004	0,0002
1978	0,5019	0,0891	0,3437	0,0691	0,0274	0,0178	0,0038	0,0196	0,0004	0,0002
1979	0,5596	0,1185	0,3562	0,0850	0,0373	0,0207	0,0044	0,0220	0,0004	0,0002
1980	0,5663	0,1226	0,3725	0,0712	0,0350	0,0162	0,0022	0,0170	0,0005	0,0002
1981	0,6128	0,1592	0,3425	0,1110	0,0554	0,0289	0,0036	0,0223	0,0005	0,0002
1982	0,5884	0,1185	0,3581	0,1118	0,0581	0,0268	0,0033	0,0228	0,0006	0,0002
1983	0,5465	0,1044	0,3433	0,0988	0,0517	0,0226	0,0030	0,0206	0,0006	0,0002
1984	0,5344	0,1061	0,3570	0,0713	0,0381	0,0153	0,0021	0,0150	0,0006	0,0003
1985	0,5221	0,1027	0,3474	0,0719	0,0371	0,0160	0,0022	0,0159	0,0006	0,0003
1986	0,5532	0,1102	0,3487	0,0942	0,0505	0,0195	0,0028	0,0205	0,0006	0,0003
1987	0,6012	0,1063	0,4136	0,0812	0,0432	0,0169	0,0024	0,0178	0,0006	0,0003
1988	0,6302	0,1163	0,4391	0,0749	0,0415	0,0149	0,0020	0,0155	0,0006	0,0003

1989	0,6488	0,1075	0,4447	0,0966	0,0546	0,0200	0,0023	0,0187	0,0007	0,0003
1990	0,6826	0,1062	0,4803	0,0962	0,0545	0,0191	0,0022	0,0193	0,0007	0,0002
1991	0,6932	0,1391	0,4525	0,1016	0,0580	0,0202	0,0025	0,0199	0,0007	0,0002
1992	0,7168	0,1360	0,4501	0,1306	0,0751	0,0259	0,0036	0,0248	0,0008	0,0003
1993	0,6551	0,1268	0,4361	0,0922	0,0533	0,0167	0,0027	0,0187	0,0007	0,0002
1994	0,6707	0,1291	0,4279	0,1137	0,0655	0,0230	0,0033	0,0209	0,0007	0,0002
1995	0,7387	0,1572	0,4313	0,1503	0,0874	0,0313	0,0050	0,0257	0,0008	0,0002
1996	0,6691	0,1336	0,4520	0,0835	0,0477	0,0155	0,0028	0,0167	0,0006	0,0002
1997	0,7055	0,1486	0,4487	0,1082	0,0567	0,0186	0,0032	0,0277	0,0015	0,0005
1998	0,7092	0,1442	0,4770	0,0881	0,0523	0,0159	0,0027	0,0165	0,0005	0,0002
1999	0,7060	0,1641	0,4336	0,1083	0,0645	0,0214	0,0026	0,0191	0,0005	0,0002
2000	0,6762	0,1150	0,4798	0,0814	0,0493	0,0135	0,0022	0,0156	0,0006	0,0002

El metabolismo de la economía española.
Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000),
de Óscar Carpintero,
es el segundo número de la colección
ECONOMÍA VERSUS NATURALEZA,
editada por la Fundación César Manrique.
Se acabó de imprimir el día 5 de abril de 2005
en los talleres de Cromoimagen, S.L., en Madrid.