



Colección Economía Urbana  
Núm. 1

© Sevilla Global S.A.M. 2004  
© Antonio Cano Orellana

ISBN: 84-932737-3-2  
Depósito Legal:  
Maquetación: Laduna Estudio  
Impresión:

La responsabilidad de las opiniones  
emitidas en esta publicación  
corresponde exclusivamente a sus  
autores. Sevilla Global no se identifica  
necesariamente con dichas opiniones.

# ECONOMÍA Y SOSTENIBILIDAD EN LAS GRANDES AGLOMERACIONES URBANAS

APROXIMACIÓN AL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA  
DE SEVILLA Y SU ÁREA METROPOLITANA

Antonio Cano Orellana



A quienes empeñan su vida en la búsqueda del conocimiento y la verdad

## INDICE

9	PRESENTACIONES
12	AGRADECIMIENTOS
13	INTRODUCCIÓN
21	<b>CAPÍTULO I</b> <b>Sociedad urbano industrial y sostenibilidad: crisis de un modelo de crecimiento sostenido en un mundo finito</b>
23	<b>1.1</b> La economía en el mundo de la vida: los límites del desarrollo
29	<b>1.2</b> Sostenibilidad como meta del desarrollo
38	<b>1.3</b> Urbanización y sostenibilidad: ¿son las dinámicas urbanas actuales sostenibles?
53	<b>CAPÍTULO II</b> <b>La medida de la sostenibilidad: la huella ecológica</b>
55	<b>2.1</b> A modo de introducción
56	<b>2.2</b> Indicadores sintéticos de sostenibilidad La necesidad de considerar los flujos físicos en el análisis económico
57	Limitaciones de los análisis monetarios
60	Indicadores ambientales para este propósito
74	<b>2.3</b> Concepto de huella ecológica
76	<b>2.4</b> Su utilidad: a) importante instrumento de comunicación; b) herramienta para la gestión y planificación de la sostenibilidad
80	<b>2.5</b> Limitaciones metodológicas y de los resultados obtenidos
82	<b>2.6</b> La huella ecológica: una medida del déficit ecológico global
83	Evolución de la huella ecológica mundial en el período 1961-1997
89	Estudio de la evolución de algunos componentes de la huella ecológica
92	Distinta aportación de los países a la huella ecológica global
99	<b>CAPÍTULO III</b> <b>El cálculo de la huella ecológica/ capacidad de carga adquirida</b>
101	<b>3.1</b> Consideraciones metodológicas para el cálculo de la huella ecológica
104	<b>3.2</b> Componentes de la huella ecológica
105	Categorías de consumo
106	Categorías de superficie biológicamente productiva
123	<b>3.3</b> Procedimiento global o de grandes agregados para la estimación de la huella ecológica
124	<b>3.4</b> Estimación a partir de los componentes de consumo
126	<b>3.5</b> Complementariedad y mixtura de ambos métodos
129	<b>3.6</b> La matriz de consumo y de la superficie bioproductiva
133	<b>3.7</b> Cálculo y estimación de la huella ecológica Consideraciones generales en relación con la matriz de cálculo

139	<b>CAPÍTULO IV</b> <b>El cálculo de la huella ecológica.</b> <b>Capacidad de carga adquirida del Estado español</b>
141	<b>4.1</b> La superficie bioproductiva
143	<b>4.2</b> Determinación de los factores de rendimiento
144	Determinación del factor de rendimiento para la agricultura
145	Determinación del factor de rendimiento forestal
	Determinación del factor de rendimiento para la superficie de pastos
147	Determinación del factor de rendimiento para la superficie marina
148	<b>4.3</b> Determinación de la huella relativa a las materias manufacturadas consumidas
153	<b>4.4</b> La huella agraria y pesquera
155	La huella alimentaria
163	<b>4.5</b> La huella forestal
168	<b>4.6</b> La huella energética
176	<b>4.7</b> Demanda total y Capacidades disponibles
183	<b>CAPÍTULO V</b> <b>El cálculo de la huella ecológica. Capacidad de carga adquirida de Andalucía</b>
185	<b>5.1</b> La superficie bioproductiva
187	<b>5.2</b> Determinación de los factores de rendimiento
	Determinación del factor de rendimiento para la agricultura
198	Determinación del factor de rendimiento para la superficie de pastos
203	Determinación del factor de rendimiento para la superficie marina y forestal
213	<b>5.3</b> La huella agraria y pesquera
216	<b>5.4</b> La huella forestal
218	<b>5.5</b> La huella energética
225	<b>5.6</b> Demanda total y Capacidades Disponibles
229	<b>CAPÍTULO VI</b> <b>Aproximación a la estimación de la huella ecológica de la aglomeración urbana de Sevilla</b>
231	<b>6.1</b> Modelo de ocupación del territorio: importancia del tratamiento de lo urbano
233	<b>6.2</b> Limitaciones estadísticas y nuevas necesidades de información
234	<b>6.3</b> Propuesta metodológica para la determinación de la huella ecológica de los municipios andaluces
241	<b>6.4</b> La aglomeración urbana de Sevilla en el sistema de ciudades de Andalucía
253	<b>6.5</b> La huella ecológica de la aglomeración urbana de Sevilla
261	<b>CONSIDERACIONES FINALES</b>
287	<b>ANEXOS</b>
309	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>





## Presentación de la colección

El Ayuntamiento de Sevilla, a través de su agencia de promoción económica Sevilla Global, se ha marcado como objetivo la producción, difusión y continuo perfeccionamiento de un sistema completo de información de interés empresarial, dimensionado a escala metropolitana, con el convencimiento del efecto añadido que ello tiene, además, en la valorización de Sevilla y su espacio metropolitano como entorno de negocios.

Avanzando en esta estrategia, Sevilla Global inicia ahora la colección Economía Urbana, que pretende recoger monografías, investigaciones y trabajos de contrastada calidad que representen un aporte a un mayor conocimiento de las realidades económicas, productivas y empresarial específicamente urbanas, y en especial aquellas que tengan a la ciudad de Sevilla como telón de fondo.

Esta iniciativa se une a otras herramientas de información ya puestas en marcha por Sevilla Global, como el Barómetro de Economía Urbana, un informe de coyuntura trimestral de gran utilidad para el seguimiento de un amplio panel de indicadores sobre demografía empresarial, mercado de trabajo o transporte y comunicaciones, entre otros. O el Informe Económico-Financiero del Área Metropolitana, que con carácter anual aporta una radiografía de la empresa sevillana, a través de una muestra de más de 6.000 sociedades mercantiles, siguiendo el formato de central de balances.

En el plano de herramientas no periódicas, reseñar el Atlas Sevilla Metropolitana: Territorio y Actividades Productivas, donde la imagen cartográfica sin duda contribuye a fijar un mejor reconocimiento de la realidad económica, esta vez utilizando el concepto más amplio de región metropolitana.

El estudio con el que ahora se inicia esta nueva serie se enmarca en la llamada economía ecológica, una rama del pensamiento económico de relativa juventud, pero de gran actualidad y trascendencia. Se analiza en este trabajo la cuestión de la sostenibilidad urbana con una orientación hacia el caso de Sevilla, donde al igual que en otras aglomeraciones, los procesos acumulativos de urbanización y desarrollo económico generan impactos directos en los sistemas ambientales.

En este sentido el manejo efectivo de indicadores de sostenibilidad adquiere una gran relevancia, pues permite afrontar con ciertas garantías la evaluación de cuestiones estratégicas y la toma de decisiones que inciden en la dimensión ambiental de las ciudades. La presente investigación presta especial atención a la huella ecológica, un indicador de sostenibilidad que nos permite conocer los requerimientos de energía y materiales necesarios para satisfacer las necesidades de consumo de una economía concreta.

Confiamos en que esta nueva colección cumpla con su objetivo de profundizar aún más en los elementos determinantes de nuestra realidad económica y, en general, de aquellos ámbitos de la vida urbana con capacidad para incidir en las ventajas comparativas y competitivas de la ciudad de Sevilla y su entorno. Por último, resaltar la inestimable colaboración de UNICAJA, que con su patrocinio facilita la materialización de este proyecto.

ROSA MAR PRIETO-CASTRO GARCÍA-ALIX

Delegada de Economía e Industrias  
Ayuntamiento de Sevilla  
Vicepresidenta de Sevilla Global



Unicaja, siempre fiel a su propósito de contribuir a un mejor conocimiento y difusión de la realidad socioeconómica de Andalucía, ha decidido patrocinar la publicación que da inicio a la Colección Economía Urbana auspiciada por el Ayuntamiento de Sevilla. Y lo hacemos con el convencimiento de que el estudio elegido para tan singular ocasión, realizado por el profesor de la Universidad hispalense Antonio Cano Orellana, resultará de gran interés y aportará una herramienta útil y necesaria para el análisis objetivo de la situación y perspectivas de la aglomeración urbana de Sevilla. En dicho contexto, el estudio adquiere relevancia asimismo para la toma de decisiones de los agentes económicos y sociales públicos y privados, en una apuesta de futuro por el desarrollo sostenible de nuestra región.

La extraordinaria expansión de las aglomeraciones urbanas actuales, tanto cualitativa como cuantitativamente, y la dinámica de funcionamiento por ellas generadas, han acentuado la importancia del fenómeno urbano desde la óptica de la sostenibilidad.

El interés por superar las limitaciones del enfoque exclusivamente monetario ha llevado a que dicha perspectiva se preocupe y ocupe, de manera complementaria, de la salud de los ecosistemas, como sustento y soporte de la vida en la tierra. Si queremos que la sostenibilidad sea –como expresara el Nobel en Economía Robert Merton Solow– algo más que un mero compromiso sentimental, las actividades económicas han de ser necesariamente observadas bajo el prisma, no sólo de las rentabilidades monetarias inmediatas, sino también de las repercusiones que aquéllas ocasionan para el equilibrio de los ecosistemas y el conjunto de la sociedad. En otras palabras, hemos de considerar el uso de recursos escasos, la generación y acumulación de desechos no asimilados por el medio y la «huella ecológica» en que incurren los territorios afectados.

Sin que quepa cuestionar la importancia del criterio de rentabilidad económica, no es menos cierto que éste adolece de limitaciones que pueden y deben subsanarse acudiendo a estudios complementarios que den cuenta de lo que los economistas hemos denominado «externalidades negativas», que guardan estrecha relación con los desarreglos ambientales y sociales, a los que se quiere hacer frente desde las políticas de sostenibilidad generalmente aceptadas.

No obstante, lamentablemente, los estudios destinados a una mayor comprensión del fenómeno metropolitano y su incidencia en el entorno físico son aún escasos. Por ello resulta imprescindible incidir en análisis de esta naturaleza, si se desea avanzar en la planificación y gestión sostenible de los territorios.

El trabajo publicado pretende mejorar el análisis de la realidad actual, tratando de alcanzar una mayor aprehensión y comprensión de ésta, dentro de la perspectiva mencionada. Y, al mismo tiempo, avanza en la construcción de nuevos instrumentos, que sirvan de complemento a los actualmente existentes, haciéndolos más adecuados a las exigencias de requerimientos que esta realidad demanda.

Desde Unicaja esperamos que esta primera publicación de la Colección Economía Urbana tenga una favorable acogida, en la confianza de que constituirá un documento útil para todos los profesionales y estudiosos del fenómeno urbano y, por extensión, para la sociedad andaluza en su conjunto, y de que llegue asimismo a ser un referente para la realización de ulteriores investigaciones que contribuyan a su mejor conocimiento.

BRAULIO MEDEL

Presidente de Unicaja

## Agradecimientos

Este trabajo es el fruto del esfuerzo personal del autor, pero no puede concebirse sólo como un ejercicio individual sino como el resultado de un acervo compartido de saberes y experiencias más amplias.

Quisiera agradecer a Manuel Delgado Cabeza su ejemplo de honestidad profesional y calidad humana. Agradecer a UNICAJA, especialmente a José Luis Berrendero el interés mostrado para la publicación de este trabajo. Al Ayuntamiento de Sevilla, particularmente a Sevilla Global por aceptar su edición. A las Consejerías de Economía y Hacienda, de Agricultura y Pesca y de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, así como al Instituto de Desarrollo Regional por el apoyo mostrado. Al Departamento de Economía Aplicada II, al cual pertenezco, y en especial a su Director José Luis Osuna. A los colegas del Grupo de Investigación "AREA" con quienes he puesto en común reflexiones e inquietudes intelectuales y sociales. A los doctores Naredo, Wackernagel, Morillas, Castejón, Márquez y otros por su desinteresada atención. A Alejandro Callejas, Director del Centro de Estudios para la Sustentabilidad, por la información y los contactos facilitados. A la asociación con la que compartí buena parte de mi experiencia vital Acción Alternativa. A mi compañera Reyes, a mi hija Jara y a mis padres.



# INTRODUCCIÓN





*El físico que es únicamente físico puede ser un científico de primera categoría y un miembro de la sociedad sumamente valioso; pero ningún economista puede ser sólo economista, y siento la tentación de añadir que el economista que se limita a serlo muy probablemente se convertirá en un elemento molesto, por no decir en un auténtico peligro.*

FREDERICK A. VON HAYEK

*Ante la crisis actual, ¿qué puede hacer la humanidad? En pura lógica, la respuesta consistiría en lo siguiente: poner en práctica la «conservación» (...) En primer lugar, la necesidad de reducir el consumo para reducir el agotamiento de nuestros recursos vitales al mínimo compatible con una supervivencia razonable de la especie (...) Además de renunciar a todo tipo de instrumentos para matarnos los unos a los otros, también deberíamos dejar de calentar, enfriar, iluminar, correr en exceso, y así sucesivamente. Sobre todo, deberíamos curarnos del morboso deseo de poseer artilugios extravagantes (...) dejar de seguir las modas, esa enfermedad de la mente humana (...) las naciones con una superpoblación creciente tendrían que realizar todos los esfuerzos posibles por no aumentar en número (...) Por desgracia, a este proyecto se oponen dos obstáculos. El primero, (...) la especie humana parece decidida a llevar una existencia corta pero extravagante. El segundo, (...) la participación de todos en una organización mundial que administre la utilización de unos recursos mundializados.*

NICOLÁS GEORGESCU-ROEGEN



La creciente insostenibilidad ecológica y social planetaria, una de las principales preocupaciones de la sociedad actual, se ha puesto de manifiesto en los múltiples eventos que han acontecido en las tres últimas décadas.

La enorme presión sobre un planeta, cuya línea de flotación tiene cada vez más dificultad para mantenerse en la superficie, y la alta y progresiva concentración de la capacidad de compra, en una parte cada vez más reducida de la población, han dado origen a un deterioro ambiental y a una polarización social sin precedentes.

De este modo, la actividad humana, y en particular la actividad económica, están poniendo a prueba constantemente la capacidad de soporte de la biosfera.

Tras la crisis energética de principios de los años setenta comienza a tomarse conciencia de la limitada capacidad de los ecosistemas terrestres para poder seguir suministrando, de forma duradera, los ser-

vicios esenciales de soporte vital. Esta crisis ha adquirido, además, en las últimas décadas, carácter planetario. El desarrollo del comercio mundial, las dinámicas de globalización de la actividad económica y el fuerte impulso y desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones han permitido que las economías más industrializadas, para su sostenimiento, alcancen los lugares más recónditos del Planeta.

El aumento de la actividad comercial, de los intercambios internacionales y de la propia dinámica urbano-industrial ha derivado en un importante crecimiento de la movilidad horizontal que es, en la actualidad, responsable de un extraordinario consumo energético, que se disipará en forma de calor y contaminante atmosférico. Al mismo tiempo, constituyen dinámicas enormemente exigentes en recursos materiales y suelo. Y, además, son causantes de una mayor simplificación de los sistemas naturales. (Naredo, J. M., 1996).

La senda de crecimiento económico, pues, iniciada en los países occidentales a finales de los cuarenta, que marcan el inicio de las «tres décadas gloriosas», sin una mayor preocupación por las limitaciones ambientales de un planeta finito, perseguía la expansión del modelo de acumulación y prometía la extensión de la riqueza monetaria al conjunto del planeta. El crecimiento económico se constituía, de este modo, en el verdadero motor del progreso.

Las enormes exigencias de recursos naturales y las dinámicas impuestas a los países más pobres y a sus frágiles entornos quedaban, así, justificadas por el «bien general» futuro. Tras más de cincuenta años de crecimiento, prácticamente ininterrumpido, el escenario actual viene caracterizado por un aumento creciente de la brecha entre ricos y pobres y la presencia de un planeta exhausto, con una capacidad cada vez más limitada para sostener y dar satisfacción a las exigencias humanas.

El fuerte desarrollo económico, pues, experimentado por la actividad económica, sobre todo en la segunda mitad del siglo XX, ha propiciado un mundo socialmente ingobernable y ecológicamente insostenible. Así pues, junto al enorme deterioro sufrido por la corteza terrestre, la creciente concentración de la capacidad de compra, en unas pocas manos, constituye unos de los elementos claves para entender la problemática de la sostenibilidad.

Tanto la población como la actividad tienden a concentrarse progresivamente en un espacio cada vez más reducido del territorio. En la actualidad, casi el 50 por ciento de la población se localiza en áreas urbanas, lugares donde se concentra el grueso de la actividad económica (las decisiones, la producción y el consumo). Estos casi 3.000 millones de personas, que ocupan directamente poco más de un 3 por ciento de la superficie terrestre, han aumentando enormemen-



te su dependencia de un entorno físico cada vez más deteriorado, extendiendo sus demandas a la totalidad de las funciones y servicios naturales existentes.

Esta creciente concentración de la población está asociada a un modelo de crecimiento económico que ha alterado las pautas de producción y consumo, así como la propia organización de las ciudades y de las prácticas que se realizan en ellas. Como consecuencia de todo ello, se ha pasado de la antigua sostenibilidad local autóctona, es decir, que se autoabastecía con los propios recursos locales, a aquella otra de carácter dependiente, es decir, que se mantiene con cargo a una entrada neta de recursos procedentes del exterior, recurriendo a un transporte horizontal de energía y materiales que se encuentran a distancias cada vez mayores. Expresado en otros términos, las localizaciones ecológicas y geográficas de los asentamientos humanos ya no son coincidentes.

Todo ello da origen a un «gigantismo sin forma» que apoyado en el establecimiento de redes facilitan el transporte horizontal de recursos y residuos desde y hacia áreas cada vez más alejadas del entorno local e incluso regional de los propios asentamientos humanos. De este modo, el medio urbano va a significar una profunda alteración de las condiciones físicas y ambientales del territorio.

Las aglomeraciones urbanas adquieren, en este contexto, un creciente protagonismo. En ellas se ubica casi la mitad de la población mundial, es en ellas donde tiene lugar el grueso de la actividad económica, de ellas surgen las más importantes iniciativas humanas de todo tipo, ellas concentran, además, la riqueza monetaria y desde ellas parten las mayores emisiones de desechos del conjunto del planeta.

De este modo, la sostenibilidad –término que empieza a ser utilizado oficial y profusamente a partir del informe Brundtland de 1987<sup>1</sup>– se ha convertido, de acuerdo con la Agenda Hábitat España (1996), en una de las problemáticas más agudas en la actualidad como consecuencia de los procesos históricos de urbanización y desarrollo, que han producido fuertes impactos ambientales en los sistemas naturales. Las ciudades, en este contexto, se conciben como ecosistemas<sup>2</sup> que consumen recursos provenientes del medio natural, depositando posteriormente en él los desechos que la misma ciudad genera en su funcionamiento.

La explotación excesiva de los ecosistemas, las actuales pautas de producción y consumo, así como el despilfarro de recursos derivados de los cambios habidos en la estructura y el funcionamiento de las ciudades van a constituir, pues, factores muy importantes que explican la insostenibilidad de las grandes aglomeraciones urbanas.

1 Ver Delgado Cabeza, M., 1995a; Naredo, J.M., 1996; Goodland, R et al., 1997; Naredo, J.M. y Valero, A., 1999.

2 Ramón Margalef (1998), define los ecosistemas como «sistemas formados por individuos de muchas especies, en el seno de un ambiente de características definidas, e implicados en un proceso dinámico e incesante de interacción, ajuste y regulación, expresable bien como intercambio de materia y energía, bien como una secuencia de nacimientos y muerte, y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de las especies y la sucesión a nivel del sistema entero»

Por esta razón, el aumento continuo de la presión sobre la capacidad de carga de nuestro planeta no ha hecho más que aumentar la conciencia de la insostenibilidad y los límites del actual modelo de crecimiento (aspecto éste que ya se pusiera de manifiesto con el Informe del equipo Meadows<sup>3</sup>, a principios de los años setenta). Además, la concentración de la población y de la actividad económica en las ciudades hace que éstas adquieran un papel cada vez más relevante, desde el punto de vista de la sostenibilidad. De ahí, que Maurice Strong, Secretario General de la Cumbre de Río, en 1992, considerara que «la batalla por la sostenibilidad se ganará o perderá en las ciudades».

Sin embargo, el diagnóstico usual ofrecido por la economía estándar se ha mostrado incapaz de ofrecer una visión integral de estos fenómenos al estar exclusivamente centrada en los agregados monetarios, y desvinculada de los procesos físicos. Es por ello, que un diagnóstico más ajustado a la realidad actual requiera la conveniencia de complementar el análisis incorporando los elementos físicos que tienen lugar en el devenir de la actividad económica. Aspecto que desarrollaremos a lo largo de este libro.

Es necesario, pues, avanzar en la construcción y aplicación de herramientas que permitan una aproximación más adecuada al diagnóstico de los efectos que sobre los ecosistemas de soporte vital tienen la actividad humana, en general, y la económica, en particular. Este es el principal propósito de este trabajo. Y para ello, trataremos, en los capítulos que siguen a continuación, de:

- i) analizar la relación existente entre la actividad económica y el medio (conociendo a la economía como un sistema abierto);
- ii) observar la relación existente entre las dinámicas de crecimiento económico y crecimiento urbano;
- iii) estudiar la relación existente entre la dinámica urbano-industrial y el aumento del deterioro ambiental (análisis de flujos físicos y monetarios);
- iv) avanzar en la construcción de una herramienta que ayude a la gestión y planificación de la sostenibilidad;

3 En 1972 se publica, a instancias del Club de Roma, un Informe realizado por un equipo de científicos del Instituto Tecnológico de Massachusetts titulado Los límites del crecimiento. Apoyado en la teoría de sistemas, se tratan de simular distintos escenarios futuros en función de la evolución de cuatro factores limitantes: crecimiento de la población, extracción de recursos, emisión de contaminantes y producción alimentaria. Posteriormente, veinte años más tarde, se publicará otro informe Más allá de los límites del crecimiento, cuyos resultados no mejoran la situación de los escenarios pronosticados en el primer informe.

v) proponer y describir, como instrumento para el avance en el análisis de la sostenibilidad, un indicador sintético de sostenibilidad: la huella ecológica;

vi) alcanzar una aproximación de la huella ecológica para las ciudades y las aglomeraciones metropolitanas andaluzas, especialmente para la Aglomeración Urbana de Sevilla.

Las ciudades, como ya se comentara anteriormente, se erigen en las verdaderas protagonistas en el debate sobre sostenibilidad. Ésta es la razón principal por la que hemos decidido, como caso de estudio, realizar una aproximación al caso de la Aglomeración Urbana de Sevilla. La ciudad de Sevilla, ciudad central de la Aglomeración, además de capital de la Comunidad Autónoma de Andalucía, concentra el mayor porcentaje de población urbana del conjunto del territorio andaluz, así como la mayor participación relativa en la actividad productiva de la Comunidad<sup>4</sup>.

Para el análisis de las relaciones existentes entre la actividad económica y el medio se propone la aplicación de un indicador territorial de sostenibilidad, que ya ha sido utilizado en lugares y ámbitos diversos. Su aplicación al ámbito de estudio propuesto puede facilitar tanto la toma de conciencia (instrumento de comunicación) de la población cuanto el establecimiento de criterios para el análisis, la gestión y planificación de la sostenibilidad.

La escasa información disponible para ámbitos locales y la necesidad de considerar, en consecuencia, un marco geográfico de referencia más amplio nos ha llevado a centrar nuestra atención en el Estado español y Andalucía. Especialmente esta última, por ser el contexto territorial más próximo, nos proporcionará la información de base para la estimación de la huella ecológica de los municipios del Área Metropolitana de Sevilla. Queremos dejar constancia, antes de concluir esta introducción, de que algunos de los aspectos abordados tanto en el caso del Estado español como en el caso de Andalucía son trasladables a la Aglomeración Urbana, y que no se han repetido por evitar incurrir en reiteraciones innecesarias.

4 Ver BETALA, 1986; Fera, J.M., 1992; Caravaca, I y Méndez, R, 1993; Ocaña, C., 1998





CAPÍTULO I.  
SOCIEDAD URBANO-INDUSTRIAL  
Y SOSTENIBILIDAD: CRISIS DE UN  
MODELO DE CRECIMIENTO SOSTENIDO  
EN UN MUNDO FINITO







a **tensión** existente entre la actividad humana y el medio natural, componente básico y fundamental de soporte vital, no es nueva. La Naturaleza ha sido concebida, por los seres humanos, generalmente, como un obstáculo, un freno, algo que impide el desarrollo de la vida humana y, en consecuen-

cia, objeto de dominación y control. En cierto modo, la especie humana persigue transgredir las leyes de la evolución biológica y ante la presión selectiva del ambiente, que empuja al desarrollo y pervivencia de los principales rasgos adaptativos de los organismos vivos, trata de establecer reglas propias de la evolución organizando los ecosistemas de forma que éstos sean progresivamente más «vivibles» para ellos (Massé, P., 1980). El dominio de la Razón (de la razón occidental, con mayúsculas), en este contexto, abre el camino para que los seres humanos se constituyan –en palabras de Descartes– en «dueños y poseedores de la Naturaleza»<sup>1</sup>.

Hasta el advenimiento de la sociedad urbano-industrial, no obstante, los seres humanos se enfrentaron a una naturaleza abundante, casi ilimitada, y, al mismo tiempo, a una disponibilidad muy limitada de los bienes existentes. Lo rudimentario de los medios de producción existentes y una vida muy apegada a los frutos de la tierra, mitigan este afán de dominio y permiten establecer una relación más armoniosa con el entorno biofísico. Los avances tecnológicos y el «progreso indefinido del conocimiento» hicieron concebir la idea, que Castoriadis (1980) llama «significación imaginaria social», en virtud de la cual «el crecimiento ilimitado de la producción y de las fuerzas productivas es de hecho la finalidad central de la vida humana»; superando, de este modo, las barreras (mentales) de una apropiación ilimitada de los bienes naturales existentes. Pero, en este contexto, paradójicamente, la mayor capacidad de apropiación de bienes naturales elevó la conciencia de su preservación, de su enorme potencial y, también, de su finitud.

La nueva información aportada, a mediados del siglo XIX, por los avances logrados en la termodinámica, esa «economía de la física» como la denomina Norton, y las formulaciones de su segunda ley, más conocida como ley de entropía, pusieron al descubrimiento los límites de la actividad humana en un mundo finito. Al mismo tiempo, estas nuevas formulaciones establecieron un vínculo real entre las ciencias físicas y la ciencia económica. Resulta paradójico que las limitaciones de la física mecánica, principal inspiradora de los postulados en los que se apoya la economía

## 1.1. La economía en el mundo de la vida: los límites del desarrollo

<sup>1</sup> Citado por Cornelius Castoriadis (1980).

estándar, aparezcan acompañadas del desarrollo de la termodinámica, la concepción más económica de la física. Esencialmente Sadi Carnot (1987) en sus Memorias no plantea más que un problema económico. El impulso de lo que él denomina «máquina de fuego», que podría asimilarse a las máquinas térmicas actuales, «un día servirá de motor universal y tendrá preferencia sobre la fuerza de los animales, las caídas de agua y las corrientes de aire. Sobre los primeros motores tiene la ventaja de la economía; sobre los otros dos la ventaja de poder emplearse en cualquier momento y lugar, y no sufrir nunca interrupción en su trabajo». En definitiva, disponer de un rendimiento, prácticamente ilimitado, de las máquinas a partir de una determinada entrada de calor libre. O cómo perfeccionar el uso de instrumentos exosomáticos—en el sentido de Lotka<sup>2</sup>—, que es lo que realmente diferencia a la especie humana del resto de seres vivos.

Los economistas, en general, desde que fueran formuladas las Leyes de la Termodinámica mostraron un gran interés por la primera ley de la termodinámica, que enuncia el principio de la conservación de la materia y la energía. Empero, se desentendieron de la segunda de sus leyes: la ley de entropía<sup>3</sup>, la más económica de las leyes físicas. La práctica general de los economistas consiste —como señala Nicolás Georgescu-Roegen— en concebir el lado material del proceso económico como un «sistema cerrado» modelizado matemáticamente ignorando la continua entrada de baja entropía del entorno, que es expresión de la econometría moderna precedida por la idea más extendida de que el proceso económico es totalmente circular (Georgescu-Roegen, N., 1996).

Podría convenirse que el objetivo primero de los seres humanos es su propia conservación, que requiere, como ocurre con el resto de seres vivos, la satisfacción de algunas necesidades vitales básicas. De otro lado, para la mayoría de los economistas «las necesidades de la vida» se han reducido, tradicionalmente, a la alimentación, vivienda, y otros productos de consumo excluyendo «los factores más sutiles del ambiente» (Geddes, P., 1995); ignorando, además, los procesos disipativos—entrópicos en los que unos y otros se ven involucrados. Sin embargo, de acuerdo a la formulación de Edwin Schrödinger «toda estructura viviente se mantiene a sí misma en un estado cuasi estacionario absorbiendo baja entropía del entorno y transformándola en alta entropía»<sup>4</sup>. Todos los animales, incluidos los seres humanos, puesto que seres vivos, permanecen en desequilibrio termodinámico. Es justamente, a través de la explotación y apropiación de los recursos de energía libre (baja entropía) e información que es posible la vida en el pla-

2 Alfred Lotka define como exosomáticos, que distingue de los endosomáticos, aquellos instrumentos o herramientas diseñadas por el hombre y ajenas a su cuerpo.

3 A mediados del siglo XIX Rudolf J. Clausius enuncia la segunda ley de la termodinámica: ley de entropía. Mediante el concepto de «entropía» se formula una de las leyes físicas fundamentales, el segundo principio de la termodinámica, que determina el sentido de los cambios energéticos, en virtud del cual en un sistema cerrado la entropía no puede disminuir; esto es, se produce un crecimiento de la entropía a expensa de la energía disponible.

4 Citado por Nicolás Georgescu-Roegen en La ley de entropía... Op. cit.



neta (Mosterín, J., 2001). Y ello, puede haber inducido a un cuestionamiento de la existencia ilimitada de los recursos que nos proporciona la biosfera<sup>5</sup>. No sólo en el sentido que «en un mundo finito el crecimiento continuo es imposible» sino, también, y principalmente, porque «el crecimiento se torna indeseable mucho antes de que se vuelva imposible» (Daly, H.E., 1989). De este modo, la entropía, ese proceso tan prodigiosamente abstracto como diría Poincaré, pasa a formar parte de la economía como ciencia de la vida.

Sin embargo, y a pesar del intento de Hotelling en 1931 de elaborar una teoría económica de los recursos agotables, los años treinta del siglo XX y, sobre todo, los años posteriores a la finalización de la segunda guerra mundial se encaminaron por la senda del crecimiento económico olvidándose por completo la cuestión de la drástica reducción de los recursos naturales que estaban alimentando la dinámica de la acumulación.

Estos años de fuerte crecimiento atenuaron la conciencia del carácter limitado de unos recursos utilizados de forma exponencialmente creciente. El crecimiento, lejos de procurar la integración y mejora de la «calidad de vida»<sup>6</sup> de la mayor parte de la población mundial, acentuó las desigualdades territoriales y sociales y fue el protagonista y agente activo de un deterioro ambiental sin precedentes. De hecho, entre 1970 y 1995 –en tan sólo 25 años!– el planeta Tierra perdió el 30 por ciento de su riqueza natural (WWF, 1999). De este modo, el progreso de la «felicidad» se encaminaba hacia un malestar creciente que invade a sectores importantes de la población de los países más industrializados, los territorios más beneficiados de este modelo de crecimiento. Es justamente en los lugares en los que el crecimiento o desarrollo económico tiene lugar donde más críticas se producen. El desvanecimiento del «mito del desarrollo» desencadena un nuevo «malestar en la civilización» (Morin, E., 1980), haciendo que afloren problemas que habían permanecido ocultos tras el velo de la expansión monetaria.

La preocupación por la salud de los ecosistemas terrestres y el agotamiento de los recursos naturales ha ido adquiriendo desde finales de los años sesenta, especialmente tras la crisis del crudo de 1973, una magnitud creciente. Consecuencia no sólo del progresivo deterioro ambiental, que también, sino esencialmente de la pérdida del «falso infinito» que encerraba el crecimiento económico y de la necesidad de renunciar al reduccionismo de concebir el crecimiento industrial y tecnológico como el vehículo del «desarrollo antropológico» universal (Morin, E. 1980).

- 5 El concepto de biosfera, o área de vida, fue introducido en biología por Lamarck, en París a comienzos del siglo XIX, y en geología por E. Suess, en Viena en 1875. Con tal término, designaba Suess, la envoltura específica de la corteza terrestre donde se asienta la vida (Vernadsky, V.I., 1997).
- 6 La idea de «calidad de vida» empieza a popularizarse en la década de los sesenta, del pasado siglo, a través de los debates públicos en torno al medio ambiente y el deterioro de las condiciones de vida en el ámbito urbano. Su inclusión en la revista *Social Indicators Research*, en 1974 y en *Social Abstracts*, en 1979 contribuyen a su difusión teórica y metodológica. Aunque de definición imprecisa ha sido ampliamente utilizado y, en la actualidad, es un término incorporado en el discurso sobre sostenibilidad. En relación con este concepto es de interés la reflexión de Salvador Rueda en "Habitabilidad y calidad de vida" (<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a005.html>).

Desde que en 1972 Goldsmith presentara su informe *Manifiesto para la Supervivencia*, Naciones Unidas realizara su Conferencia sobre el Medio Humano, en Estocolmo y se publicase el Informe *Los límites del crecimiento* del equipo Meadows, Meadows & Randers, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), a iniciativa del Club de Roma, distintos acontecimientos han dado fe de una conciencia creciente de que crecimiento económico y deterioro ecológico (Naredo, J.M.; Valero, A., 1999a) son el anverso y el revés de una misma moneda y de que la tradicional riqueza monetaria está directamente relacionada, en no pocos casos, con efectos indeseables de la actividad humana sobre el medio ambiente<sup>7</sup>.

A pesar de ello, la tensión entre economía y naturaleza, a la que se hacía referencia anteriormente, tienen un reflejo muy limitado en la teoría económica al uso. Como nos recuerda Georgescu Roegen (1996) el proceso económico «tal como lo describen los manuales más elementales, es un proceso aislado, independiente y ahistórico, un flujo circular entre producción y consumo, sin entradas ni salidas» y esto explica el hecho de que «en ninguno de los numerosos modelos económicos existentes haya una variable que represente la perpetua contribución de la Naturaleza». Todo ello es el resultado de concebir la economía como un sistema cerrado que opera exclusivamente en el ámbito de los valores monetarios y, por esta razón, desconsidera, en gran medida, los aspectos ambientales. Ya que, como sostiene Naredo (1996a), «lo que normalmente se entiende por ‘medio ambiente’ es, precisamente, el medio físico que permanece inestudiado al escapar al universo del valor propio de la economía estándar y viene dado por los recursos naturales que existían antes de haber sido valorados y utilizados en el proceso económico y por los residuos artificiales que éste devuelve al medio físico cuando ya, por definición, carecen de valor».

Conviene no olvidar que la actividad humana, en general, y la económica, en particular, forman parte de un universo más amplio: la biosfera. La vida y las actividades a ella asociadas no constituyen hechos extraños o puramente accidentales, son parte integrante del engranaje ecosistémico y cumple un papel primordial en su funcionamiento. En este sentido, es conveniente indicar cómo los seres humanos, gracias al uso de instrumentos exosomáticos que permitieron trascender los límites de lo biológico (Georgescu-Roegen, N., 1989), se erigen en los mayores transgresores del orden establecido. Especialmente, la civilización industrial, con la expansión de estos instrumentos, ha

7 No queremos entrar aquí en una valoración de los contenidos de estos informes, y las controversias sobre ellos suscitadas, especialmente el redactado por el equipo Meadows. La referencia pretende exclusivamente poner de manifiesto el inicio de un conjunto de acontecimientos que, al menos en la verbalización, marcó una orientación más ambientalista en el discurso oficial.

introducido cambios en la estructura terrestre sin precedentes. Por ejemplo, la destrucción sistemática de bosques, sobre todo la que ha tenido lugar en los últimos cincuenta años, ha supuesto acabar con las zonas más activas de la cubierta terrestre (Vernadsky, V.I., 1997).

Puede afirmarse que la actividad en la biosfera podría continuar sin necesidad del concurso de la actividad económica, pero no puede aseverarse lo contrario. El desarrollo de la actividad económica requiere de los recursos y servicios que presta la naturaleza sin los cuales aquella no podría llevarse a cabo. Esta consideración de la actividad económica como parte de ese universo más amplio, en el cual se encuentra incluida, es lo que conduce a considerar al sistema económico como un sistema abierto<sup>8</sup>, no circunscrito exclusivamente a las valoraciones monetarias.

La consideración de la economía como un sistema cerrado olvida que lo económico consiste, fundamentalmente, en transformar la naturaleza y, en consecuencia, no puede sustraerse de la relación con ésta. El propio Alfred Marshall (1963) adopta una posición más próxima a una concepción más abierta de la economía al considerar que «la economía es una ciencia de la vida, más próxima a la biología que a la mecánica».

La economía no es, por tanto, una entidad cerrada. A la ciencia económica le falta la relación con lo que generalmente es considerado no económico. El grado de abstracción y formalización matemática en la que se mueve la separan, en numerosas ocasiones, del contexto y de la propia realidad; así, obtiene su precisión formal olvidando la complejidad de su situación real. Esto es, olvidando que lejos de constituir un ente autónomo, cerrado en sí misma, la economía guarda una estrecha relación de dependencia con el medio, en la que ésta se desenvuelve.

Existe una idea relativamente extendida en la literatura económica, sobre todo en las últimas décadas, que considera que los recursos naturales han ido progresivamente perdiendo significación en el crecimiento económico. Esta idea es defendida con el argumento de la pérdida de peso relativa del sector agrario en el producto monetario generado. Y así mismo, del sector industrial a favor de los servicios. Una situación y otra conducen ineluctablemente a una economía «desmaterializada» en la que la preocupación por los recursos materiales va perdiendo consistencia. Qué duda cabe que una observación de esta naturaleza relaja la tensión existente entre el crecimiento económico y el deterioro del medio, pero, al mismo tiempo, constituye un serio obstáculo para hacer frente al deterioro ambiental, que es fruto de un complejo proceso en el

8 Se dice que un sistema es abierto cuando intercambia materia, energía o información con el medio. Definición de Robin tomada de Passet, R., 1996.

9 Vitousek et al. estimaron, en 1986, que la economía humana estaba utilizando —directa o indirectamente— aproximadamente el 40 por ciento de la producción primaria de fotosíntesis terrestre. La actividad humana, de otro lado, arroja a la atmósfera cada año en torno a 7.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, procedentes de la combustión de combustibles fósiles. Y, por último, a pesar de que la fertilidad del suelo es básica en el mantenimiento de la vida humana en la Tierra, ya que el 97 por ciento de los alimentos proceden de él, más del 35 por ciento del suelo terrestre está ya degradado. En relación con la preservación de la biodiversidad hay que señalar que los seres humanos se han cobrado ya el 55 por ciento del bosque tropical, el hábitat más rico en especies. La destrucción anual excede a los 168.000 kilómetros cuadrados. Así mismo, la pérdida de especies al año se estima, en cálculo muy conservador, en unas 5.000 lo que supone una tasa 10.000 veces superior a la existente antes de la aparición de la especie humana (Goodland, R., 1997).

10 En el sistema agrario, en el que los seres humanos y sus animales vivían de la tierra, solía existir un equilibrio entre la producción primaria (proceso vital asociado con el manto de clorofila verde sobre la Tierra) y el consumo de recursos a lo largo de un año. En la sociedad industrial, en que las personas subsisten gracias a los combustibles fósiles, el sistema humano consume más de lo que produce. En la época moderna, pues, se ha modificado la relación energética del hombre con su ambiente y la supervivencia de la especie humana dependerá, en gran medida, de lo consciente o no que sea en cuanto a apreciar la enorme distancia existente entre los sistemas urbanos (hoy dominantes) y los sistemas tradicionales menos heterónomos y más armoniosos con el medio en el que se insertan. De hecho, es tal la dependencia, del medio físico que lo envuelve, que si se encerrase el sistema urbano industrializado en una cámara en la que sólo hubiera el aire que tiene encima, agotaría rápidamente su oxígeno, se ahogaría con sus desechos, y se t

que interactúan factores (económicos, sociales, físicos, institucionales...) de naturaleza no sólo monetaria.

Todos los sectores económicos utilizan con más o menos intensidad recursos naturales en el desarrollo de su actividad. Sin embargo, la valoración de los sectores económicos se basa en el valor añadido, expresado en términos monetarios, y esto oculta los flujos físicos que tienen lugar, tanto en el sector primario como en el resto de los sectores. Es importante señalar, también, que al observar la participación de los recursos naturales en la actividad económica ha de tenerse en cuenta no sólo la actividad extractiva sino también la de reposición y la preservación de los ecosistemas, aspectos que suelen ser ignorados o minusvalorados más veces de las que serían deseables<sup>9</sup>.

La sociedad industrial materializó el divorcio entre la actividad humana y el medio físico circundante<sup>10</sup>. El prestigio alcanzado por la ciencia, gracias a los enormes éxitos cosechados sobre todo en las ciencias físicas, desbordó los límites de la imaginación humana. La ambición desenfrenada por lo infinito ignoró los límites de un planeta finito. Es más, el progreso se ha hecho tan rápido y brusco, sobre todo desde mitad del siglo pasado, que una parte importante de la humanidad piensa que todo es posible, incluso a pesar de las alarmas desatadas en los años setenta. Esto ha favorecido que los seres humanos se vayan poco a poco apartando, al menos mentalmente, de la naturaleza, en un curioso ejercicio de «apartheid mental». Los límites impuestos por los recursos naturales, que hacía de la ciencia económica la ciencia de lo escaso, gracias al conocido principio de la sustituibilidad sin fin podrían ser superados<sup>11</sup>. De este modo, la sustitución interminable por capital (monetario) y el poder ilimitado de la tecnología constituyeron dos de los grandes mitos sobre los que se ha sostenido la ciencia económica estándar (Georgescu-Roegen, N., 1975). Ya no se trata, además, de gestionar lo escaso, se trata de valorizar incluso lo inconmensurable. De retar la trágica fatalidad del destino con un futuro infinito.

Estos grandes mitos basan, en cierta medida, sus fundamentos y aceptación generalizada en lo que Albert Hirschmann denominó «efecto túnel». Es como encontrarse en el interior de un túnel donde es posible avanzar sin ver nada pero en la confianza de que algunos están ya próximos a la salida. Este efecto refuerza, sobre todo en los países menos industrializados, el «efecto demostración» (Mendès, C., 1980). En cierto sentido, podría afirmarse que el mito del crecimiento económico, como la vía para alcanzar el bienestar, se apoya en la conjunción de ambos efectos.

Así pues, la Tierra no puede concebirse como la suma de un planeta físico, la biosfera y la humanidad, sino una totalidad compleja física/biológica/antropológica (Morin, E. y Kern, A.B., 1993). Esto último nos lleva a considerar que la cadena causal generadora de deterioro ambiental es a la vez un proceso físico y social. Por lo tanto, el binomio actividad económica y naturaleza y la tensión existente entre ambas no puede quedar reducida a meros aspectos de carácter tecnológico, ya sean monetarios o físicos, sino que ha de tener permanentemente presente la naturaleza social de la problemática ambiental y en su respuesta incorporar aquellos aspectos teóricos, conceptuales o epistemológicos que integren esta faceta del conflicto.



El término «desarrollo sostenible» es usado por primera vez, en 1980, por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources – IUCN*) en un documento titulado *World Conservation Strategy*. Posteriormente adquiere una definición conceptual de carácter oficial en el Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo<sup>12</sup>, coordinado por la Dra. Gro Harlem Brundtland, titulado *Nuestro Futuro Común* (1992). El comúnmente denominado Informe Brundtland, en honor a la presidenta de la Comisión, conceptúa el «desarrollo sostenible» como aquél que «satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades».

La idea de «desarrollo sostenible», ha tenido, a partir de este momento, una extraordinaria difusión. Esta nueva definición del desarrollo económico ha sido acogida mayoritariamente por la literatura y representa, en la actualidad, la definición institucional del crecimiento económico. Una formulación que es el resultado de la crisis del propio concepto de desarrollo, derivada de la importante distancia entre los pocos frutos cosechados y los formidables beneficios que aquél prometía. La ampliación de brecha entre países «ricos» y países «pobres» y el fuerte deterioro ambiental que tuvo lugar en las denominadas «tres décadas gloriosas», así como la conciencia de los propios «límites del crecimiento» desdibujaron la imagen del término «desarrollo» como mito del progreso y del bienestar de la población. El «desarrollo» como antítesis del «subdesarrollo» es concebido desde que lo utilizara Harry S. Truman en 1949 como un

destruiría a sí mismo, ya que, por ejemplo, carece de las posibilidades de regeneración existentes en el sistema agrario tradicional (Odum, 1980).

## 1.2. Sostenibilidad como nueva meta del desarrollo

Este principio es atribuido, como primeros y principales mentores, a Johann Heinrich von Thünen, Karl Menger y Alfred Marshall (Schumpeter, J.A., 1994). Hay otros autores, por el contrario, que consideran que para poder hablar de factor limitante hay que considerar los factores no como sustitutivos sino como complementarios (Daly, H.E., 1997).

La Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo es una iniciativa desarrollada a partir de la Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Humano, que tuvo lugar en Estocolmo en junio de 1972. Esta conferencia, cuyo antecedente es la reunión de un grupo de científicos en Founex (Suecia) en 1971 interesados en impulsar una entidad internacional preocupada por regular el medio ambiente, abre el debate internacional sobre la «crisis ambiental» tal y como era concebida entonces.

La Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo es una iniciativa desarrollada a partir de la Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Humano, que tuvo lugar en Estocolmo en junio de 1972. Esta conferencia, cuyo antecedente es la reunión de un grupo de científicos en Founex (Suecia) en 1971 interesados en impulsar una entidad internacional preocupada por regular el medio ambiente, abre el debate internacional sobre la «crisis ambiental» tal y como era concebida entonces.

proceso necesario, un camino único y lineal y dependiente que han de seguir aquellos países alejados de los países de mayor capacidad de generación de riqueza monetaria.

«Hemos de embarcarnos en un nuevo y osado programa para hacer que los beneficios de nuestros adelantos científicos y progresos industriales estén disponibles para la mejora y el crecimiento de las áreas subdesarrolladas... Más de la mitad de la gente en el mundo vive en condiciones próximas a la miseria. Su comida es inadecuada. Son víctimas de enfermedades. Su vida económica es primitiva y está estancada. Su pobreza es un impedimento y una amenaza tanto para ellos como para la áreas más prósperas»<sup>13</sup>

Casi cuarenta años más tarde la nueva definición de «desarrollo» se apoya en postulados similares a aquellos que sirvieron de base para su formulación en 1949.

«El concepto de desarrollo sostenible implica límites –no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas–, pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico»

«La pobreza reduce la capacidad de los individuos para utilizar los recursos de manera sostenible e intensifica la presión sobre el medio ambiente»<sup>14</sup>

Más aún, el Informe *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2000* (Geo 2000) en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sigue considerando la situación de los países «pobres» como causa principal de la degradación ambiental y, como con-

13 De su discurso de toma de posesión como 33º Presidente de EE.UU., pronunciado en Washington el 20 de enero de 1949.

14 Del Informe *Nuestro Futuro Común*. Op. cit.

secuencia de ello, un obstáculo fundamental para el desarrollo económico; reproduciendo aquella tautología que no es tal en el campo de la economía estándar que concibe el crecimiento como la causa del crecimiento y el «subdesarrollo» como la causa del «subdesarrollo». En otras palabras, la pobreza se erige en principal causante y responsable de la propia pobreza.

«Las dos causas principales de la degradación ambiental son la pobreza continua de la mayoría de los habitantes del planeta y el consumo excesivo por parte de la minoría»

«El desafío fundamental –referido a África– es reducir la pobreza. Con nuevos enfoques que otorguen a los pobres un lugar prioritario en los programas de desarrollo se podría aprovechar y traer a la superficie la energía y los talentos latentes de los africanos para lograr un desarrollo que sea económica, social, ambiental y políticamente sostenible»<sup>15</sup>

Estas afirmaciones se apoyan en la persistencia de indicadores monetarios que además de impedir una mejor aprehensión de la problemática ambiental inducen al establecimiento de categorías poblacionales, otorgándole a aquellas que ocupan los últimos lugares en el ranking la responsabilidad de su propia suerte. De hecho, buena parte de los indicadores ambientales que se han ido diseñando en las últimas décadas sugieren una relación directa entre pobreza y deterioro ambiental. De este modo, la relación tradicional entre equidad/ingreso –que tiene una traslación geométrica en la conocida como Curva de Kuznets– se extrapola al campo ambiental y de ella se infiere una teoría (Curva de Kuznets Ambiental –CKA), que establece una relación curvilínea en forma de «U» invertida entre crecimiento económico y deterioro ambiental, en virtud de la cual la contaminación aumenta con el crecimiento económico hasta cierto nivel de ingreso, a partir del cual comienza a reducirse<sup>16</sup>.

Sin embargo, como apuntan algunos autores (Martínez Alier, J.M.; Roca Jusmet, J., 2001) es la riqueza y no la pobreza la principal causante de los problemas ambientales existentes hoy día. Igualmente, los males sociales y la violencia no son el producto de la escasez sino su causa (Doménech, J-M., 1980). No es que el conflicto sea inherente a la sociedad industrial pero el fuerte desarrollo de los instrumentos exosamáticos mecanizados, de la tecnología industrial, y la importante concentración del poder de com-

15 Del Informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (UNEP, 1999).

16 La expresión de la hipótesis de Curva de Kuznets ambiental se debe a Theodore Panayotou (1993), del Harvard Institute for International Development quien denomina así a la relación funcional existente entre el crecimiento económico y un conjunto de indicadores ambientales. Citado por Gitli, E. y Hernández, G., 2002. Ver también los resultados obtenidos por Oscar Carpintero (2002) para el Estado español en el período 1955-1995.

pra ha elevado tanto la insostenibilidad ambiental cuanto la ingobernabilidad social.

Del mismo modo, pueden realizarse objeciones similares si consideramos la naturaleza y el uso intensivo de los recursos necesarios para garantizar no sólo los estándares de bienestar de los actuales países más industrializados sino su extensión al resto de los países que hoy pueblan el planeta y las generaciones futuras. El crecimiento exponencial de los requerimientos totales de materiales y la capacidad de carga apropiada están reduciendo de forma acelerada el «acervo» de recursos y energía libre de la Tierra (Georgescu-Roegen, N., 1983; 1989; Naredo, J.M.; Valero, A., 1999a; Rees, W.; Wackernagel, M., 1996; Martínez Alier, J.; Roca Jusmet, J.; 2001). La riqueza monetaria o los indicadores económicos, basados en valoraciones monetarias, no valoran suficientemente el uso intensivo de recursos (tanto renovables como no renovables) y servicios naturales y, en consecuencia, ofrecen una imagen distorsionada de lo que se ha dado en llamar «crisis ambiental». En este sentido, en el tratamiento económico de los recursos puestos a disposición del proceso de producción funciona lo que Jose Manuel Naredo y Antonio Valero (1999b) denominan «Regla del Notario», que expresa la relación de asimetría existente entre la valoración monetaria y el coste físico de los procesos económicos<sup>17</sup>.

Es conveniente observar, a este respecto, que los países menos industrializados son los que peor parado salen de este tipo de contabilidad puesto que las tasas de crecimiento monetario requeridas son necesariamente mayores al centrarse básicamente la generación de valor de estos territorios en actividades extractivas directamente vinculadas a la explotación de los recursos naturales, cuyo destino final es, además y básicamente, la satisfacción de los mercados externos.

Esta crisis de legitimidad del modelo de desarrollo económico posbélico y la crisis ambiental por él originada, favoreció, desde los inicios de los años ochenta, la puesta en marcha de un conjunto de iniciativas institucionales tendentes a reestablecer el *statu quo*, tratando, al mismo tiempo, de dar satisfacción a las demandas procedentes del mundo ecologista.

Tal vez por ello, el vocablo sostenibilidad o sustentabilidad (término procedente de la biología que, como otras tantas nociones propias de las ciencias naturales, ha sido incorporado a los análisis socioeconómicos abusando, en ocasiones, de su uso sin una justificación suficiente<sup>18</sup>) ha ido adquiriendo en los últimos años un creciente protagonismo.

La propia ambigüedad del término sostenibilidad favorece lo anterior, la consideración de las justas demandas del mundo ecologista y el mantenimiento de la lógica del crecimiento cuantitativo. Es, de

17 Para ilustrar lo que Naredo y Valero denominan «Regla del Notario» utilizan el siguiente ejemplo: El proceso de construcción de un edificio comienza con procesos de gran coste físico y escasa valoración monetaria (la excavación de los cimientos, la fabricación del cemento, de los ladrillo, hierros...), a medida que la construcción avanza y se va rematando el edificio le suceden otros procesos de menor coste físico y mayor valoración monetaria (pintura, fontanería, electricidad, carpintería...), hasta que al fin se acaba la construcción y se cierra la venta en la mesa del notario en la que éste y el promotor obtienen por su labor sendos «valores añadidos» con el leve coste físico del papel utilizado, elevar el brazo y estampar su firma.

18 A este respecto resulta sugerente el trabajo de Alan Sokal y Jean Bricmot (1999), sobre el uso abusivo de términos y conceptos procedentes de las ciencias experimentales por parte de las ciencias sociales.



otro lado, esta ambigüedad la que ha obligado a que las diferentes posiciones, desde las que ha sido utilizado este término, se vean obligadas al uso de una sucesión de calificativos que persiguen dotarlo de contenido y conceptualarlo. Así, se suele distinguir entre sostenibilidad ecológica, económica y social, con la finalidad de incorporar explícitamente estos tres aspectos en los análisis, aún a riesgo de caer en alguna redundancia. Por su parte Kerry Turner, profesor de Ciencias Ambientales en la Universidad de *East Anglia* (Norwich-Inglaterra) y director de *Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE)*, distingue entre<sup>19</sup>:

- n **Sostenibilidad muy débil**, que asume la no existencia de cambios en el stock de capital agregado, aunque sí la existencia de una gama infinita de sustituciones entre recursos naturales y sistemas protectores medioambientales y sustitutos artificiales, ingenio humano y adaptabilidad.
- n **Sostenibilidad débil**, considera que algunos sistemas de soporte vital, hábitats y elementos antrópicos (capital natural 'crítico') son importantes para la supervivencia y el bienestar y, en consecuencia, deben preservarse.
- n **Sostenibilidad fuerte**, asigna un peso mayor a la protección y refuerzo del recurso natural crítico y adopta el enfoque de 'carga crítica' para determinar niveles contaminantes tolerables.
- n **Sostenibilidad muy fuerte**, sigue un punto de vista de ecología profunda a través del cual el valor intrínseco de los recursos naturales adquiere cada vez más importancia del mismo modo que el reconocimiento de la incapacidad de los seres humanos para gestionar los recursos del Planeta.

Para Bryan G. Norton el término sostenibilidad ha derivado en dos tipos de nociones diferentes que derivan de dos paradigmas distintos: la «sostenibilidad débil», está formulada desde la racionalidad de la economía estándar; y la «sostenibilidad fuerte», basada en la racionalidad de la termodinámica (economía de la física) y de la ecología (economía de la naturaleza)<sup>20</sup>.

José M. Naredo (1996b), por su parte, distingue entre «sostenibilidad global», cuando el ámbito de referencia es la totalidad del planeta; «sostenibilidad local», cuando se hace referencia a procesos o sistemas más limitados en el espacio y en el tiempo; y, por último, «sostenibilidad parcial» cuando aludimos a un aspecto, subsistema o elemento determinado.

De una u otra forma, las diferentes categorizaciones del término sostenibilidad ponen de relieve las distintas maneras de afrontar la

19 Tomado de O'Riordan, T.; Jordan, A. (1995). El Instituto Wuppertal alemán se hace eco, en ¿Qué es el Capital Natural? (1995), de esta tipología y distingue entre: «sustentabilidad muy débil», que define como sustentabilidad de Solow; «sustentabilidad débil», es la sustentabilidad de Solow modificada; «sustentabilidad fuerte», que sitúan en la perspectiva de la economía ecológica; y, en fin, «sustentabilidad muy fuerte», descrita como sustentabilidad estabilizada.

20 Citado por José M. Naredo (1999a).

problemática derivada del impacto de la actividad humana sobre la ecosfera. Estas posiciones pueden resumirse, a riesgo de incurrir en una simplificación importante, en dos. Aquellas que no se apartan de los postulados de la economía estándar y circunscriben los análisis al universo de los valores monetarios. Y aquellas otras, que aún considerando la importancia de los fenómenos socioeconómicos se posicionan del lado de la corriente de la «economía ecológica».

La primera de las formas de aproximarse a esta problemática se apoya en la consideración de un conjunto de medidas encaminadas a «internalizar» las «deseconomías externas» o «externalidades», terminología adoptada generalmente por los economistas cuando hacen referencia a los efectos indeseados de la actividad económica si se ven afectados otros agentes económicos sin que medie transacción alguna en el mercado. Desde la perspectiva de la «economía medioambiental» para alcanzar una situación de equilibrio es necesario establecer los mecanismos adecuados de forma que se pueda corregir el comportamiento, las prácticas y los hábitos de los agentes generadores del problema, obligándoles a contabilizar y hacer frente a las «externalidades negativas» en las que incurrir en el transcurso de su actividad económica.

Arthur Cecil Pigou, a principios del siglo XIX, propone la que se ha denominado «solución clásica». Ésta consiste en hacer que el agente económico causante del daño pague una tasa coincidente con el daño causado<sup>21</sup>. Ronald H. Coase (1994) propone, a principios de los años sesenta, la aplicación de su Teorema del Coste Social (Teorema de Coase), que le valió el Nobel en 1991. Coase cambia el concepto de «coste social» de Pigou al postular que cuando los «derechos de propiedad» (*Property Rights*) están claramente definidos y los «costos de transacción» suficientemente bajos no es precisa la intervención Pública. Los *property rights* van más allá que los propios derechos de propiedad. Por ejemplo, si una empresa vierte agentes contaminantes a la atmósfera, no se está concediendo un derecho de propiedad sobre ésta pero sí un derecho de apropiación. John Dales (1968), por su parte, propone la creación de «sistemas de derechos de propiedad intercambiables» sobre los recursos naturales que junto a los derechos de propiedad permitirán hacer frente a las consecuencias negativas sobre el entorno físico derivadas de la práctica económica.

La «economía del medio ambiente y los recursos naturales», por tanto, proponen un conjunto de técnicas y herramientas conceptuales para gestionar, analizar, evaluar y regular, a través de tasas, cuotas, licencias, permisos, derechos de propiedad, mercados de propiedad..., las «externalidades negativas» que tienen lugar en el curso de actuación de los agentes económicos.

21 Citado por Faucheux, S.; Noël, J.F. (1992).

Estos tipos de medidas si bien pueden resultar de utilidad, en algunos casos, para cuestiones relacionadas con ámbitos locales, lo son en menor medida cuando se trata de considerar los impactos ambientales globales o en áreas territoriales cuyas demarcaciones superan el escenario local. En cualquier caso, la mayor limitación que presenta este tipo de enfoque es la dificultad para delimitar y evaluar monetariamente los daños ocasionados. Es difícil, generalmente, identificar el causante del daño y mucho más difícil aún al destinatario o los destinatarios de éste, que generalmente no suele ser una persona concreta sino un colectivo más o menos amplio, incluso territorios enteros y más de una generación (fugas radioactivas, deterioro de la capa de ozono, residuos radioactivos o muy peligrosos...) La valoración monetaria es otra de las importantes limitaciones de este planteamiento, puesto que al recurrir a precios para los que no existe un mercado normalizado a la postre se convierte en «precios ficticios» o arbitrarios generados por «mercados ficticios» diseñados *ad hoc*. Debido a ello, las propuestas provenientes del campo de la economía ambiental, generalmente, se muestran tremendamente ineficaces como mecanismo de asignación en el supuesto de daños globales.

Estas importantes limitaciones se ponen de manifiesto en aspectos tales como que los precios no reflejan ni la magnitud del «acervo» de bienes y servicios biológicamente importantes, ni los «niveles críticos» por debajo de los cuales se agota su capacidad de recuperación a largo plazo. Además, muchos de estos bienes y servicios no tienen una traducción monetaria ni están sometidos a la racionalidad del mercado (Rees, W., 1996). Es más, el análisis monetario no sólo ignora las estructuras y funciones ecológicas sino que, debido a la falta de información y conocimiento de los fenómenos naturales que tienen lugar en el curso de la vida, hacen inútiles los esfuerzos por integrar las «externalidades negativas» en el aparato conceptual de la economía estándar o la búsqueda de «precios justos» o «precios sombra adecuados» como propusiera Solow (Naredo, J.M., 1996c).

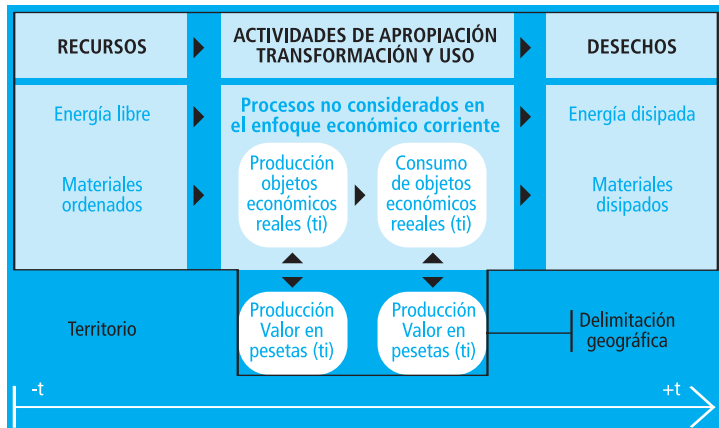
Las aproximaciones de la economía ambiental no consiguen captar adecuadamente los requerimientos de una «sostenibilidad fuerte» porque no reflejan de manera apropiada la escasez biofísica, la necesaria continuidad ecológica entre los distintos ecosistemas y sus componentes, así como sus discontinuidades espacio-temporales, la inconmensurabilidad de las estructuras y funciones ecológicas, y el comportamiento de sistemas complejos. De hecho, la valoración monetaria es ajena a las funciones ecológicas y los servicios prestados por la naturaleza porque no son productibles, apropiables e

intercambiables; esto es, no tienen la consideración de bienes económicos y, en consecuencia, no figuran en el ámbito de la economía monetaria. Sin embargo, son imprescindibles no sólo para la vida sino, también, para la propia práctica económica.

La «economía ecológica», por su parte, se distancia del universo de los valores monetarios. Cuestiona el instrumental del que se vale la economía estándar y centra su atención en el análisis de los ecosistemas humanos y en el uso que éstos hacen de los recursos y servicios que aquellos proporcionan. Generalmente, los instrumentos empleados en los análisis vienen expresados en términos físicos. «Es una ecología humana, un tipo de estudio diferente al de la ecología de las plantas y de los animales, puesto que la humanidad tiene una característica especial: la posibilidad de enormes diferencias en el uso (y degradación) de energía y materiales entre personas y entre territorios poblados por éstas» (Martínez Alier, J.; Schlüpmann, K., 1992). De este modo, se establece una alianza entre ecología y economía. Así, a la tarea propia de la ecología ocupada en el estudio del flujo de energía y los ciclos de materiales en los ecosistemas se une la aportación de la economía centrada en el estudio de la asignación de recursos escasos susceptibles de ser usados con fines alternativos.

**Objeto de estudio del enfoque ecointegrador y su relación con el enfoque económico corriente**

Fuente: Naredo, J.M. «La economía en evolución». 1996



Esta visión de la economía ecológica se aproxima a lo que José Manuel Naredo (1996a) denomina «enfoque ecointegrador»; esto es, «aquél que trate de reconciliar en una misma raíz eco la utilidad propugnada por aquellos [enfoques económicos] con la estabilidad perseguida por éstos [enfoques ecológicos], precisando con claridad el contenido y el alcance de las contradicciones que puedan plantearse entre ambos niveles». El «enfoque ecointegrador», que asumimos, tiene una vocación transdisciplinaria, huyendo, en cualquier caso, de

la traslación mecánica de conceptos propios de otras disciplinas sin la fundamentación apropiada y adaptados a las características del propio objeto de estudio. En relación con esto último, este enfoque requiere hacer explícito su objeto de estudio «que comprende los materiales y la energía relacionados con el territorio de referencia y los procesos vitales que en él se desenvuelven».

Son, pues, formas distintas de concebir la sostenibilidad. Unas, más acordes con el espíritu que impregnaba la letra del Informe Brundtland, al que se ha hecho referencia anteriormente, consideran que la dicotomía crecimiento-sostenibilidad es infundada. De hecho, suscriben totalmente las propuestas de la Comisión Brundtland relativas a que la satisfacción de las necesidades esenciales exigen «una nueva era de crecimiento económico» para los países en los que la mayoría de la población vive en la pobreza. En este sentido, el citado informe considera que «dadas las actuales tasas de crecimiento de la población, ese objetivo [eliminación de pobreza absoluta] requeriría un crecimiento general de la renta nacional [PIB] de alrededor del 5 por ciento anual en las economías en desarrollo de Asia, del 5,5 por ciento en las de América Latina y del 6 por ciento en las de África y Asia Occidental».

Dos años más tarde de la presentación del informe, en 1989, el Secretario General de la Comisión Brundtland volvió a hacer hincapié en la necesidad de crecimiento económico: «se necesitará un crecimiento de cinco a diez veces en la actividad económica durante los próximos 50 años», con el propósito de alcanzar la sostenibilidad<sup>22</sup>.

Otras aproximaciones, aquellas que postulan una sostenibilidad fuerte, consideran que sostenibilidad y crecimiento son términos condenados a no entenderse. «Pretender la equidad global a través del crecimiento y la eficiencia económica es vulnerar los más elementales principios de la física. Como apuntan Daly y Cobb: hasta el barco más robusto termina por hundirse si la carga es excesiva. ¡De muy poco consuelo serviría, en el momento en que se está hundiendo, el hecho de saber que la carga se haya colocado de manera óptima y se haya distribuido con equidad!»<sup>23</sup>.

Así pues, puede concluirse que el vocablo sostenibilidad o la expresión desarrollo sostenible es el resultado de la confluencia de, al menos, tres acontecimientos: a) el agotamiento del modelo de acumulación posbélico; b) la creciente sensibilidad ambiental de sectores importantes de la población; y, c) como consecuencia de lo anterior, de la búsqueda de un nuevo consenso sobre el desarrollo, sin renunciar al crecimiento cuantitativo, en el que los aspectos ambientales serán explícitamente considerados.

22 Citado por Goodland, R. (1997). Op. cit.

23 Citado por Haavelmo, T. Y Hansen, S., 1997. Daly y Cobb hacen referencia al equilibrio de Pareto, criterio actual de salud macroeconómica, que asegura, siguiendo la metáfora formulada por ellos, solamente que la carga está distribuida de tal manera que el barco se hundirá optimamente.

### 1.3. Urbanización y sostenibilidad: ¿son las dinámicas urbanas actuales sostenibles?



no de los ámbitos donde más se ha extendido el uso del término sostenible es en el ámbito urbano. En efecto, en 1991 poco después de que Naciones Unidas popularizara el término «desarrollo sostenible» se crea, mediante Resolución de Consejo de Ministros, el Grupo de Expertos de Medio Ambiente Urbano con el propósito de poner en marcha las ideas contenidas en el Libro Verde del Medio Ambiente Urbano (1990). Los debates sobre sostenibilidad local encuentran un primer referente en Curitiba, coincidiendo con la Cumbre de Río en 1992, aunque fue la Primera Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles (Aalborg, 1994) –bajo el patrocinio de la Comisión Europea y la propia ciudad de Aalborg y organizada por el Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI)– donde se da concreción institucional a la «sostenibilidad urbana». En ella se aprueba el documento conocido como Carta de Aalborg que tratará de impulsar, en el ámbito europeo, las Agendas 21 Locales confirmando la inclinación institucional hacia la consideración local de la sostenibilidad.

La idea de sostenibilidad aparece, además, en las áreas centrales, en un momento en el que tiene lugar la «reurbanización» tras los procesos de reestructuración industrial vividos en la década de los ochenta. Es por ello que algunos autores consideran que la idea de sostenibilidad urbana está asociada a reorientaciones políticas en virtud de las cuales un conjunto de agentes implicados en la «producción de espacio urbano» procuran dar legitimidad a sus actuaciones (Ramírez Suárez, R., 2002).

Se produce, pues, una «ambientalización» en los debates sobre políticas urbanas que es fruto de la mayor sensibilidad de sectores importantes de la población ante el creciente deterioro ecológico, pero también de la necesidad de legitimar los procesos de reestructuración económica de importantes consecuencias para algunos enclaves urbanos. Así pues, la preocupación por la sostenibilidad de las estructuras urbanas que podría haber retomado el testigo de autores que se habían acercado al urbanismo desde bases ecológicas como Howard, Geddes o su discípulo Mumford, y que fueron ignorados por el funcionalismo de la Escuela de Chicago, está muchas veces más en los discursos que en las propias actuaciones.

De hecho, el fenómeno de la insostenibilidad de las conurbaciones actuales no es más que la expresión de un modelo de sociedad que se sigue rigiendo, principalmente, por el criterio de la racionalidad económica. Y en este sentido el debate sobre la sostenibilidad se inserta en una discusión más amplia, cuyo elemento central es

comprender los límites de la civilización occidental. Y es que como formulase Lewis Mumford «la confección del plan de la ciudad implica la tarea más vasta de reconstruir nuestra civilización» (Mumford, L., 1957).

La configuración de los asentamientos humanos, conviene insistir en ello, ha sido y sigue siendo un reflejo de la propia configuración de la sociedad. Por esta razón, los planteamientos tecno-científicos, próximos a visiones parcelarias y enormemente simplificadas de los fenómenos sociales, se muestran completamente ineficientes para abordar los problemas asociados a la sostenibilidad. La configuración de las aglomeraciones urbanas actuales, y la mayor parte de sus problemas, ha sido el fruto combinado del despliegue sin precedentes de una racionalidad científica parcelaria, impregnada del «paradigma de simplicidad»<sup>24</sup>, y de la extensión de un patrón de vida muy consuntivo, antropocéntrico y extraordinariamente insolidario.

De hecho, la crisis<sup>25</sup> de sostenibilidad presenta diversas aristas. En efecto, a las crisis ecológicas y sociales hay que añadir las crisis epistemológicas, políticas y psicológicas (Wackernagel, M., 1994). Cuestiones, todas ellas, de «menor evidencia» (Morin, E.; Kern, A.B., 1993), tal vez, pero de enorme importancia desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Muchos de los problemas fundamentales, sociales, económicos y medioambientales cristalizan en las ciudades (Comisión Europea, 1996). Es por esta razón que el ámbito urbano constituye un elemento fundamental desde el punto de vista de la sostenibilidad. Sin embargo, el desarrollo de la sociedad urbano-industrial y los procesos de urbanización en curso han dado origen a una problemática cuya comprensión se ve extraordinariamente limitada bajo el prisma conceptual e instrumental de la economía convencional o estándar.

De ahí, que los desajustes derivados de la dinámica urbano-industrial tengan que ser abordados desde consideraciones distintas y haciendo uso de herramientas que ayuden a captarlos en toda su complejidad. En este apartado pretendemos poner de relieve la estrecha relación existente entre los desajustes ambientales derivados de la actividad humana y el desarrollo de la sociedad urbano-industrial y la expansión de los modos de vida a ella asociados.

Este modelo de sociedad ha dado lugar a dos fenómenos vinculados a la dinámica de las poblaciones humanas. De una parte, ha favorecido un crecimiento exponencial de la población que ha pasado, en el transcurso de doscientos cincuenta años, de 800 millones de habitantes a más de 6 mil millones. De otra, este crecimiento ha ido acompañado de una progresiva concentración de la población en áreas cada vez más reducidas del territorio. Tanto uno

24 Edgar Morin (1998) utiliza el concepto de «paradigma de simplicidad» en contraposición al «paradigma de complejidad». Según este autor «el principio de simplicidad o bien separa lo que está ligado, o bien unifica lo que es diverso», y, es por ello, que concibe la posibilidad de poder diseccionar los fenómenos y realizar un tratamiento parcelado de cada uno de sus componentes dejando inalterado el resto. Es más, con el afán de poner orden y desvelar la simplicidad que se esconde tras la aparente multiplicidad y desorden de los fenómenos se olvida de la propia naturaleza del fenómeno estudiado.

25 Puede entenderse por crisis, el aumento del desorden y la incertidumbre de un sistema (Morin, E., 1974).

como otra han generado problemas entre los seres humanos y el entorno físico sin precedentes.

El fuerte crecimiento demográfico registrado en los últimos cien años<sup>26</sup> se ha visto acompañado por una creciente concentración de la población en las áreas urbanas. A comienzos del siglo XIX apenas el 3 por ciento de la población mundial estaba urbanizada, cuando el siglo XX toca su fin el 46,1 por ciento de los habitantes del planeta vive en ciudades, siendo la proyección para el año 2015 del 54,4 por ciento con un crecimiento más acusado en los países pobres (FNUAP, 1999).

Según el Fondo de Población de Naciones Unidas (1999) en 1997 el 46,1 por ciento de la población mundial se hallaba concentrado en áreas urbanas. De los 6.000 millones de personas que habitan el planeta Tierra las 4/5 partes se encuentran en los denominados «países en desarrollo» o «países menos adelantados», donde tiene lugar el 95 por ciento del crecimiento global de la población. En 1998 existían 17 megaciudades de más de 10 millones de habitantes, la mayor parte de las cuales (13 de las 17), se encontraban en estos países. En 1960 había sólo dos, y en el 2015 probablemente 26, de las que 22 estarán en los países pobres. De este modo, mientras que en las regiones más industrializadas se espera un crecimiento del orden del 0,7 por ciento, en los países más pobres el crecimiento estimado de la urbanización es del 5,2 por ciento.

En el caso del Estado español se ha vivido también un proceso de urbanización creciente. Según el Padrón de Habitantes de 1996, elaborado por el INE, las aglomeraciones urbanas españolas (ciudades de más de 50.000 habitantes), han pasado de 18,7 millones de habitantes a 24,7 millones en los últimos veinte años, representando el 62,6 por ciento de la población. Siendo el porcentaje de población urbana en 1997 del 76,9 por ciento y su proyección para el año 2015 del 81,3 por ciento. En Europa Occidental, en el mismo año, más de un 74 por ciento de la población habitaba en ciudades y su tasa de crecimiento en el mismo horizonte se estima en un 0,5 por ciento. En España la tasa de crecimiento es del 0,4 por ciento.

Por su parte, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, la población localizada en ciudades de más de 10.000 habitantes en 1900 suponía el 8 por ciento del total, a mediados de los años noventa del pasado siglo alcanzaba el 36,5 por ciento. Las áreas de litoral andaluz junto a las aglomeraciones urbanas en torno a las capitales de provincia son las que polarizan el crecimiento de la población y la actividad productiva. Excluyendo las grandes aglomeraciones urbanas del litoral, los asentamientos humanos ubicados junto al mar han

26 Se estima que hace 10.000 años, aproximadamente cuando dio comienzo la revolución del Neolítico con la introducción de la agricultura, el tamaño de la población mundial era de entre 5 y 10 millones de habitantes. Durante los 8.000 años siguientes el crecimiento de la población se calcula en unos 300 millones. Desde el período romano hasta el comienzo de la Revolución Industrial (año 1750 aproximadamente) el tamaño de la población mundial creció hasta los 800 millones. Desde entonces, el tamaño y la tasa de crecimiento de la población crecieron rápidamente. En 1900 la población era de 1.600 millones y en 1994 de 5.656 millones (Soutullo, D., 1994), en la actualidad, ha alcanzado la cifra de 6.000 millones de habitantes.



multiplicado su población por dos en los últimos 100 años, sumando aproximadamente 700.000 habitantes (casi un 10 por ciento de la población total) a ello hay que añadir la importante población flotante generada por la actividad turística.

Esta creciente concentración de la población en grandes aglomeraciones metropolitanas se traduce en una creciente dependencia externa de los flujos económicos y vitales básicos para la supervivencia y en una incapacidad material para gobernar la complejidad de sus estructuras y relaciones sociales (Fernández Durán, R., 1993). Es por ello que, las ciudades, sobre todo las grandes, están destinadas a representar un papel importante en el debate de la sostenibilidad.

Las ciudades son, efectivamente, las mayores contribuyentes al producto global, pero, al mismo tiempo, son las mayores consumidoras de recursos y las principales generadoras de desechos a escala planetaria. La forma de vida urbana ha desarrollado hábitos de consumo cuya generalización y sostenimiento en el tiempo, además de poco probable, son en gran medida insostenibles. Unos comportamientos muy extendidos en los países más industrializados, pero que, debido al «efecto demostración», como una gran mancha de aceite, va progresivamente impregnando a las distintas culturas y a los distintos territorios del Planeta.

En relación con la capacidad de sostén de las necesidades demandadas por las aglomeraciones urbanas Mathis Wackernagel nos indica que los «estudios sobre huellas ecológicas demuestran que los humanos, con nivel de vida elevado, en este siglo consumen entre 100 y 200 veces más energía y materia que sus antepasados. Las regiones urbanas no pueden satisfacer su demanda a través de los recursos próximos y se han convertido en auténticos ‘agujeros negros’ que absorben los recursos de las zonas distantes» (Rees, W.; Wackernagel, M., 1996). En las últimas décadas el consumo de energía y materiales *per cápita* ha estado creciendo a una tasa superior a la registrada por el crecimiento de la población humana (el producto mundial ha estado creciendo a una tasa media del 4 por ciento, duplicándose, por tanto, cada 17 años y medio). Ciertamente, la primera barrera que se ha de superar es el reconocimiento de que la crisis medioambiental no es tanto un problema técnico o medioambiental sino, más bien, de carácter social y político. Por ello, únicamente podrá resolverse si se aplican las medidas políticas y sociales adecuadas y si se alteran las pautas del comportamiento humano.

Las ciudades pueden ser concebidas como ecosistemas abiertos y dependientes, que, a su vez, forman parte de un ecosistema superior, la biosfera, en el cual están insertos. Un ecosistema di-

sipativo<sup>27</sup> y subsidiado fruto de su singular estructura y metabolismo<sup>28</sup>. La ciudad, como todo ecosistema, necesita para pervivir de una continua aportación de recursos materiales y energéticos. Esta importante cantidad de recursos no son asimilados en su totalidad por la ciudad y, por tanto, sus desechos son enviados, de nuevo, hacia el exterior de ésta, los devuelve al medio natural de donde los obtuvo en condiciones, generalmente, no asimilables por éste y originando, en consecuencia, el fenómeno de los residuos. En este sentido, puede afirmarse que frente al «metabolismo circular», que tiene lugar en el resto de los ecosistemas o estructuras vivientes, las ciudades desarrollan un «metabolismo lineal». Es conveniente observar, no obstante, que esta ruptura con las dinámicas observadas por otras estructuras vivientes deviene, principalmente, con el advenimiento de la sociedad urbano-industrial. Así lo refiere Enric Tello (2001) afirmando que «en los últimos dos siglos, la tecnosfera industrial se ha desarrollado explotando a gran escala «residuos naturales», como los combustibles fósiles, menospreciando el enorme potencial de la radiación solar, y empleando una lógica lineal más propia de una concepción minera o «carbonífera» -tal como observó Lewis Mumford hace muchos años- que de un metabolismo circular eficiente». En otras palabras, los ecosistemas urbanos no cierran los ciclos de materiales y dan lugar a dos fenómenos inexistentes en otros ecosistemas naturales: la agotabilidad de los recursos y la contaminación ambiental. En otras palabras, al problema de la escasez de los recursos y al fenómeno de la acumulación creciente de desechos.

En este sentido, puede afirmarse que la gran ciudad rompe los ciclos de materiales y nos distancia de una relación más armónica y eficiente con la naturaleza. Esta desconexión, fruto de un cierto «apartheid mental», hace que los seres humanos no se sientan parte de la naturaleza y desconsideren su fuerte dependencia hacia ella (Wackernagel, M., 1996). Las ciudades, pues, una de las más espectaculares realizaciones de la humanidad, en su desarrollo no han considerado, especialmente en la era industrial, suficientemente el hecho de que no son entes aislados, con una capacidad de autoabastecimiento cada vez más limitada y que, por tanto, para su sostén necesitan una porción de tierra y agua ecológicamente productiva progresivamente mayor, que, generalmente, se situará más allá de sus límites territoriales.

Los sistemas abiertos dependen, además, de la información que le suministra el entorno. En la medida en que sean capaces de asimilar esta información tenderán hacia la complejidad y la generación de neguentropía. Es por ello que precisamos manejar herramientas ade-

27 Los ecosistemas son sistemas alejados del equilibrio, que se auto-organizan a costa de generar desorden y entropía en el entorno físico, de ahí que sean denominados «estructuras disipativas».

28 Wolman define por primera vez, en 1965, en su artículo *The metabolism of cities*, el metabolismo urbano. Según este autor son innumerables los flujos que entran y salen de una ciudad, con tres inputs y tres outputs comunes: agua, alimentos y combustibles, de un lado, y aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes atmosféricos, de otro (Citado por Bettini, V., 1998).

cuadas que sean capaces de captar las señales que proceden del resto de los ecosistemas, tanto fruto de su propio funcionamiento interno cuanto de las respuestas que envíen ante actuaciones humanas.

Las grandes aglomeraciones urbanas, por lo tanto, además de constituir un observatorio privilegiado para el análisis de las desigualdades y la fuerte fragmentación social existente, se erigen en escenarios privilegiados para el análisis del impacto de las actuaciones humanas sobre el medio físico que le sirve de sustento. Durante la década de los cincuenta y los primeros sesenta la ciudad aparecía de forma más significativa en la crítica social. El *Communitas* de Paul y Percival Goodman, escrito en 1947, y *Muerte y vida de las grandes ciudades*, escrito en 1960, de Janes Jacobs levantaron apasionadas discusiones. En la actualidad las preocupaciones, en la mayoría de las ocasiones, no escapan a la lógica que imprime la racionalidad económica, acentuando los problemas existentes.

Es por ello, por lo que se hace necesario reivindicar esa crítica ya prácticamente olvidada y demandar la participación de esa ciudadanía que está siendo progresivamente conducida hacia esas «anticiedades», esas «no ciudades», o artilugios arquitectónicos no concebidos para la práctica de la vida sino «organizados para servir adecuadamente al vehículo privado y al individuo solitario» (Walzer, M., 1995).

Animada por la dinámica de crecimiento económico, la progresiva urbanización (esencia de los procesos económicos en curso) ha favorecido la fragmentación y desarticulación del territorio y de la propia ciudad, la especialización territorial y del propio espacio urbano, así como la creciente movilidad. Junto a lo anterior, la dinámica urbana ha modificado su estructura y el funcionamiento, generando enormes problemas sociales y graves impactos ambientales. De hecho, el «metabolismo» de las ciudades y su tendencia al crecimiento desafía no sólo los «límites al crecimiento» del uso de los recursos naturales sino los propios «límites al crecimiento metropolitano» (Berry, B., 1976).

En el dinamismo urbano occidental, generalmente, se dan junto a elementos de estabilidad y continuidad elementos de transformación. Sin embargo, el crecimiento acelerado que han vivido algunas ciudades, la acentuación de la estructuración en áreas funcionales y la fuerte diferenciación de los espacios residenciales (con el resto de las actividades y entre sí en función del distinto estatus social) han dado lugar a que en muchas de las grandes ciudades hayan prevalecido más los elementos de transformación que los de estabilidad o continuidad. Las intervenciones en los centros históricos, el desplazamiento de la población hacia la periferia, con áreas residencia-

les de calidad junto a otras caracterizadas por la oferta de suelo barato, y el importante deterioro de barrios obreros tradicionales representan algunos de estos factores de cambio.

De la zona funcional característica de las ciudades tradicionales se ha pasado a una fragmentación de la ciudad fruto de la especialización zonal. Dicho de otro modo se ha pasado de la zona funcional a la zonificación de funciones. La zonificación o la segregación en función de una distinta especialización de las distintas zonas de la ciudad en su desarrollo está impulsada desde ámbitos y procedencias bien distintas: el funcionalismo de Le Corbusier se da la mano, en este sentido, con las tesis biologists que persiguen, con la búsqueda de zonas homogéneas, la reducción de los conflictos, y con los postulados de la Escuela de Chicago que, al comparar la ciudad con un organismo viviente, sostenían que cuando la ciudad se desarrolla internamente se van diferenciando las funciones de los distintos barrios y de las diversas zonas de la misma forma que en los seres humanos se diferencian los tejidos. El criterio de diferenciación de las funciones urbanas es el precio del terreno, su renta, es decir, la competencia por el espacio urbano más favorable (Bettini, V., 1998).

La fuerte extensión del espacio urbano ignora el sentido del límite, algo característico de la civilización industrial que estimula de manera permanente la expansión cuantitativa. De hecho, las grandes ciudades españolas han consumido más territorio en los treinta últimos años que durante toda su historia pasada. La ciudad crece más en extensión de lo que lo hace su población, lo que implica un aumento de la ocupación del territorio por habitante.

Esta expansión de las ciudades ha dado lugar no sólo a cambios cuantitativos (mayor ocupación del territorio), sino, también, de naturaleza cualitativa que se manifiesta en un desplazamiento de la población hacia las coronas metropolitanas provocando una dispersión suburbana, un crecimiento descontrolado de la ciudad (*urban sprawl*), el emplazamiento de los servicios y una creciente demanda de redes de abastecimientos y vertidos (Naredo, J.M., 1991), favorecidos por una creciente movilidad horizontal apoyada, principalmente, en el vehículo privado. Apoyada en un estilo de vida que está causando daños irreparables en el medio ambiente, en el tejido urbano y en la propia salud psíquica de las personas, y que parece anunciar un adiós al sueño suburbano. Y es que como afirma Lewis Mumford (1957) a medida que el pavimento se extiende la naturaleza retrocede.

La manera de ocupación del territorio propio de las megalópolis (Gottman, J., 1961) se caracteriza, además, por un sistema cuyo funcionamiento requiere un enorme trasiego de agua, materiales y ener-

gía fruto de una movilidad creciente que, paradójicamente, se traduce en una menor accesibilidad<sup>29</sup>. Se trata de un modelo tremendamente derrochador y excluyente que se aparta de la lógica del nómade, que viaja llevando únicamente lo indispensable y acampa empleando no más que los materiales imprescindibles.

El territorio es ocupado de forma que anula el tiempo (donde se constituyen los valores) y el espacio (lugar de los intercambios) y que se muestra partidario de una movilidad creciente que busca exclusivamente la minimización del tiempo de desplazamiento y se olvida de algo tan elemental como es la reducción de la necesidad de desplazarse. Un tipo de urbanización que anula identidades. «La separación entre la distancia espacial y la distancia temporal, la multipertenencia territorial de un número cada vez mayor de individuos, la diferencia creciente entre las referencias espaciales y temporales de las personas y los grupos sociales son movimientos, todos ellos, que dibujan una geografía compleja y paradójica» (Veltz, P., 1999).

Las grandes aglomeraciones metropolitanas actuales muestran una estructura y funcionamiento adaptado a las necesidades del modelo de acumulación capitalista, al tiempo que contribuye a modelar e impulsar su crecimiento. La expansión sobre el territorio, la fragmentación y especialización funcional interna y la creciente movilidad no son más que el reflejo de una civilización que concibe a la ciudad como un valioso instrumento para ordenar a las personas y someter a la naturaleza. Esto no debe extrañarnos si se considera que la gran ciudad es producto y símbolo a la vez que agente activo de la civilización industrial.

Se ha comentado anteriormente que la gran ciudad moderna es el fruto del creciente proceso de urbanización animado por la civilización industrial. La práctica urbanística asociada a este proceso ha alterado de forma notable tanto la estructura como el funcionamiento de las ciudades. Estos cambios van a tener una incidencia muy importante en el medio natural. La ciudad se asienta en el territorio y se sirve de él. No es posible concebirlos, por tanto, como entes separados. La dicotomía urbano-rural adquiere un sentido singular desde esta perspectiva. Es más «la ciudad no tiene una ecología separada del campo que la circunda», quedando en pura teoría la gestión de la ciudad si no se rompe la dicotomía urbano/rural (Bettini, V., 1998). Es por ello, por lo que no puede establecerse una separación entre el territorio y la ciudad ya que el territorio sea ciudad, pueblo, o ecosistema natural son entes interrelacionados, que interactúan a través de múltiples formas de contacto y de utilización mutua.

En consecuencia, desde el punto de vista de la sostenibilidad no se puede abordar la problemática de un área sin analizar qué rela-

29 Movilidad y accesibilidad no son vocablos equivalentes, es más en el caso que nos ocupa son contradictorios. La movilidad, es un parámetro o variable cuantitativa que mide la cantidad de desplazamientos que las personas o las mercancías efectúan en un determinado sistema o ámbito socioeconómico (viajes o km/persona). La accesibilidad, por el contrario, es una variable cualitativa que indica la facilidad con la que los miembros de una comunidad pueden salvar la distancia que les separa de los lugares en los que pueden hallar los medios de satisfacer sus necesidades y deseos. En el enfoque convencional accesibilidad es equivalente a facilidad de desplazamiento. Mientras que en el enfoque ecológico accesibilidad se equipara a proximidad. (Esteban, A.; Sanz, A., 1996).

ciones mantiene con otras en cuanto a utilización de recursos, aunque no haya ninguna relación que suponga uso directo de ocupación. Sin embargo, la ciudad está siendo tratada principalmente mediante intervenciones sectoriales ajenas al medio en el que se asientan y desconsiderando la naturaleza multidimensional e interdependiente de la problemática urbana. Y es que como nos dice Edgar Morin (1998) «vivimos bajo el imperio de los principios de disyunción, reducción y abstracción, cuyo conjunto constituye (...) el paradigma de simplificación (...) incapaz de reconocer y de aprehender la complejidad de lo real».

Los seres humanos ocupan sólo una pequeña parte del territorio, en torno al 50 por ciento de la población vive en un 3,6 por ciento del territorio. Sin embargo, no conviene perder de vista que como consecuencia de la alta densidad que presenta la población, el rápido crecimiento del consumo de materiales y energía *per cápita* y la creciente dependencia del comercio internacional (animado por los procesos de globalización de la actividad económica y facilitado por las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones), «las localizaciones ecológicas de los asentamientos humanos ya no coinciden con su localización geográfica» (Rees, W., 1996). Situación que, además, se ve agravada por las ansias de acumulación de una parte minoritaria de la población urbana mundial que amenaza seriamente un derecho esencial básico, el derecho a un «sistema seguro de soporte vital» (Odum, H.T., 1980).

La ruptura con el medio natural, la pérdida de diversidad estructural y de individualidad y la propia complejidad ha hecho a las ciudades más heterónomas y menos capaces de adaptarse a las modificaciones ambientales. A diferencia de los ecosistemas naturales, cuyos residuos y desechos son el producto de su actividad vital, los ecosistemas urbanos hacen uso, transforman y asimilan materiales ajenos a la vida que tiene lugar en su interior. Los desechos generados han de ser tratados y en su mayor parte trasladados fuera del espacio urbano que los generaron, originando procesos altamente contaminantes ya que la transformación de los materiales en una ciudad, además de los residuos, influyen negativamente en la atmósfera, biosfera e hidrosfera (Bettini, V., 1998).

Por consiguiente, el conocimiento del metabolismo urbano, de la naturaleza de los flujos de agua, materiales y energía, es esencial para comprender las múltiples y sutiles interrelaciones que se producen dentro de la ciudad entre los diversos componentes. Esto es fundamental desde el punto de vista de la sostenibilidad dado que las ciudades constituyen un sistema altamente disipativo, entrópico<sup>30</sup>.

30 En su trabajo *Entropía* Jeremy Rifkin plantea la hipótesis de análisis de la ciudad como fenómeno entrópico (Rifkin, J.; Howard, T., 1990). La segunda ley de la termodinámica, la ley de la entropía, establece que la materia y la energía sólo pueden cambiar en un sentido, esto es, de utilizable a no utilizable, de disponible a no disponible, de ordenado a desordenado.

Entradas		Salidas	
1988	2002	1988	2002
Energía solar	Energía solar	Ferrocarril (m)	Ferrocarril (m)
1.184	1.184	1,5	0,4
Lluvia	Lluvia	Carretera (m)	Carretera (m)
4.730	4.730	4,1	20,9
Electricidad	Electricidad	Aguas Residuales	Aguas Residuales
1	2,0 (6,0)		432
Ferrocarril (m)	Ferrocarril (m)	RSU	RSU
2,3	1,8	4,4	8,7
Carretera (m)	Carretera (m)		
17	30,4		
Extracción y cosecha	Extracción y cosecha		
9,2	28,2		
Agua	Agua		
695	695		
Oleoducto	Oleoducto + gas		
2,9	3,6 + 1,7 = 5,3		
Contaminación	Contaminación		
4	7,3		
Biomasa humana	Biomasa humana		
0,24	0,26		

## Flujos de agua, materiales y energía en la Comunidad de Madrid (millones de toneladas)

Fuente: Elaboración propia, a partir de Naredo, J.M. y Frías, J. (1988) y Naredo, J.M. (2002)

En el cuadro anterior recogemos un estudio realizado por Naredo y Frías en 1987, y la posterior actualización por Naredo en el año 2002, para la conurbación<sup>31</sup> de Madrid, esa «isla de calor y contaminación» que alberga a más de 4 millones de habitantes, los re-

querimientos para su funcionamiento, abastecimientos y vertidos se estiman en: un consumo de 250 litros por persona y día originando unos vertidos de lodos de depuradoras de 1/4 kilo por persona y día; el consumo de materiales de construcción es del orden de 7,5 kilos por persona y día, dando lugar a una cifra similar de residuos inertes; el consumo de alimentos es de 2,2 kilos, el de combustibles fósiles de 1,8 kilos y el de electricidad 0,6 kilos equivalentes de petróleo por persona y día respectivamente; por debajo de un kilo por persona y día se añadiría el consumo de hierro y acero, de papel y cartón, madera, ... Junto a los vertidos hídricos y atmosféricos, estos abastecimientos originan residuos sólidos urbanos industriales que se acercarían a los 2 kilos por persona y día, excluyendo los residuos inertes de la construcción y las actividades extractivas (Naredo, J.M., 1990).

Como puede apreciarse en dicho cuadro, lejos de ir en el camino de la sostenibilidad la conurbación de Madrid se torna cada vez más exigente en recursos y más generadora de desechos. De hecho, el consumo de electricidad se ha duplicado. Mientras se ha producido una reducción importante del transporte por ferrocarril el transporte por carretera se incrementa de forma considerable. Las extracciones y cosechas se han multiplicado por tres. Y la contaminación casi se ha duplicado. De otra parte, las entradas siguen siendo muy superiores a las salidas, acentuando el grado de dependencia del exterior. En relación con estas últimas es importante reseñar el considerable incremento de las mercancías transportadas por carretera y el incremento de los residuos sólidos generados que prácticamente duplica a los generados catorce años antes.

<sup>31</sup> Patrick Geddes utiliza el término conurbación para designar las grandes aglomeraciones urbanas subrayando su marcada diferencia con lo que antes se entendía por ciudades (Geddes, P., 1960).

La gran ciudad, por tanto, vive gracias al gran efluvo de materiales y energía procedentes del exterior. Los requerimientos totales de materiales suponen, en la actualidad, la principal expresión del funcionamiento urbano. Suponen, además, un importante factor limitante para la sostenibilidad del propio modelo de ciudad. El otro pilar básico de la fisiología urbana es la energía. Sin el importante aporte energético, que es casi en su totalidad de origen fósil, las conurbaciones actuales no podrían sostener los estándares de movilidad existentes. Huyendo de cualquier «dogma energético» (Georgescu-Roegen, N., 1975), el análisis energético de las ciudades sigue llamado a ocupar un lugar destacado en los análisis de sostenibilidad (Odum, H.T., 1980).

La sociedad industrial cambia el criterio en virtud del cual la energía exosomática era considerada un medio para cubrir las necesidades básicas. Desde la segunda guerra mundial, además, ésta se consagra como una mercancía singular. El control de las fuentes energéticas proporciona enormes beneficios monetarios (Corominas, J., 1996) y poder.

Hoy el creciente consumo de energía de las grandes ciudades es uno de los principales responsables de la contaminación atmosférica y así se ha denunciado, reiteradamente, en distintas cumbres: Villach, Ginebra, Río, Kyoto, etc. Como se sabe, el origen de estas emisiones procede, fundamentalmente, de la industria, el tráfico y la calefacción doméstica, estando estos dos últimos muy concentrados en el medio urbano.

Los principales contaminantes atmosféricos son, junto a los aerosoles de origen antrópico en las zonas urbanas y las dioxinas procedentes de la incineración de residuos, el CO<sub>2</sub> (principal causante del efecto invernadero), SO<sub>2</sub>, las partículas nocivas que componen el *smog* negro, ozono, el plomo y otros metales pesados. Una investigación llevada a cabo en 1975, por la Agencia Europea de Medio Ambiente, permitió establecer que en un porcentaje que oscilaba entre un 70 y un 80 por ciento de las grandes ciudades europeas (de más de 500.000 habitantes) los umbrales de aceptabilidad de contaminación del aire por uno o varios contaminantes eran superados al menos una vez al año (según las normas de la OMS). La concentración máxima tolerada de *smog* de invierno (SO<sub>2</sub> y partículas en suspensión) afecta a unos 71 millones de personas los días en que las condiciones son malas. La contaminación estival, por su parte, se debe sobre todo a las elevadas concentraciones de ozono; aproximadamente el 80 por ciento de los ciudadanos están expuesto a este riesgo al menos una vez al año (Comisión de los Asentamientos Humanos, 1996).



Además, Herbert Inhaber y Harry Sanders han formulado una teoría en virtud de la cual la introducción de tecnología energética de alta eficiencia estimularía un aumento del consumo energético superior al ahorro producido por la mejora introducida, resultando, al final, inútil. Tal y como señala Michellini el aumento de la eficiencia energética ha sido el principal causante de la mayor utilización del coche en las ciudades. De hecho, los fabricantes de coches han sabido vender la mayor eficiencia energética como un modelo de eco-compatibilidad, que olvida, no obstante, que el fin perseguido es el aumento de los vehículos que circularán por las zonas urbanas contrarrestando los efectos positivos alcanzados con tal eficiencia. Dos grandes mitos la gasolina «verde» y los catalizadores y los vehículos de gasoil. Tanto el catalizador como las gasolinas «verdes» han permitido ciertamente reducir el monóxido de carbono, uno de los gases del efecto invernadero, pero, al mismo tiempo, se ha verificado que su uso contribuye al aumento del ozono troposférico<sup>32</sup>. En relación con el uso del gasoil como combustible, se ha constatado que el efecto de los motores diesel en la contaminación fotoquímica<sup>33</sup> es similar al de los motores de gasolina. En efecto, las emisiones diesel son más ricas en compuestos oxigenados y en compuestos orgánicos volátiles más pesados, y, por tanto, más reactivos, respecto a los compuestos análogos emitidos por un motor de gasolina con catalizador (Bettini, V., 1998).

De cualquier modo, y al margen de que se avance en alcanzar mejoras en la eficiencia energética, absolutamente imprescindibles, no conviene ignorar que éstas tienen unos límites termodinámicos, por esta razón resulta ineludible reducir los consumos de las actuales, especialmente de las fuentes energéticas procedentes de los combustibles fósiles y desarrollar recursos energéticos alternativos como la energía solar, la procedente de la biomasa, la eólica,... Pero es que, además, al ser el consumo de energía en el medio urbano más concentrado que en el rural, la dispersión y asimilación de contaminantes se ve dificultada; así, una hectárea de distrito urbano consume 1.000 veces más energía que un área equivalente de tipo rural (Bettini, V., 1998). Por otra parte, en los asentamientos urbanos actuales, sobre todo en los grandes, el tipo de construcción y diseño urbanístico de que están dotados dificultan la instalación y el consumo de recursos energéticos renovables o de bajo coste: sol, viento, leña, agua,...

Por último, hay un aspecto que no conviene pasar por alto: el papel que el transporte, en general, y el vehículo privado, en particular, juega en el diseño de las ciudades actuales. De forma paradójica la era de la información y las telecomunicaciones no ha mejorado

32 Si bien el ozono es beneficioso para la salud humana en la estratosfera, ya que nos protege de los rayos ultravioletas procedentes del sol, cuando se encuentra a nivel del suelo (troposfera) es tremendamente tóxico e insalubre. La Directiva 92/72/CEE referente a la contaminación del aire por ozono fija los siguientes umbrales para las concentraciones de ozono en el aire:

- Umbral para la protección de la salud 100 mg/m<sup>3</sup> para el valor medio de 8 horas.
- Umbrales para la información a la población: 180 mg/m<sup>3</sup> para el valor medio en 1 hora.
- Umbral de alerta a la población: 360 mg/m<sup>3</sup> para el valor medio de 1 hora.

33 Generalmente se distingue entre contaminación atmosférica (típica de Londres) a la que suele denominarse smog (smoke: humo; fog: niebla), que desde el punto de vista químico presenta características reductoras permitiendo que las sustancias químicas presentes en la atmósfera tiendan a permanecer en una forma correspondiente a un contenido de oxígeno más bajo; y contaminación fotoquímica (característica de Los Ángeles) denominada smog fotoquímico, que desde un punto de vista químico tiene características oxidantes favoreciendo la generación de ozono troposférico. Asociado a estos dos tipos de contaminación tiene lugar lo que se conoce como «paradoja urbana del ozono». El ozono urbano se forma como consecuencia de la acción de los rayos solares sobre algunos contaminantes presentes en las ciudades, en especial los óxidos de nitrógeno y algunos compuestos orgánicos volátiles [O<sub>3</sub> + NO = O<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub>]. El tráfico libera a la atmósfera grandes cantidades de óxidos de nitrógeno, en los que predomina el óxido nítrico (NO), tan sólo un 10 por ciento es dióxido (NO<sub>2</sub>). Esto podría significar que en las grandes ciudades, donde el tráfico es más intenso, el monóxido de nitrógeno producido sería capaz de destruir casi completamente el ozono formado durante el día. Paradójicamente, en zonas con menos tráfico la concentración de ozono podría permanecer alta también durante las horas nocturnas (Bettini, V., 1998). Esto t

es importante porque desvela no sólo la dificultad que entraña la medición de los elementos contaminantes sino también el carácter ambivalente de estas sustancias lo que nos lleva a enjuiciar críticamente y a mantener un grado de escepticismo importante sobre las acciones quirúrgicas que se proponen sobre el medio. Desde el punto de vista de la salud de las personas, las emisiones de anhídrido sulfuroso (favorecen los síndromes asmáticos), el monóxido de carbono (producen trastornos cerebrales y cardíacos), y el bióxido de carbono (tiene efectos inmunodepresores).

34 El espacio útil dedicado a usos del viario y aparcamiento es, en Los Ángeles, del 60 por ciento de la superficie urbana (Estaban, A.; Sanz, A., 1996).

35 En 1992 tan sólo un 39,34 por ciento de la población contaba con permiso de conducir, en su mayoría varones (Estaban, A.; Sanz, A., 1996).

36 El índice de motorización está creciendo vertiginosamente en España, habiendo pasado de 202 a 350 vehículos por cada 1.000 habitantes entre 1980 y 1994 (424 en ciudades mayores de un millón de habitantes y 373 en núcleos de menos de 50.000). El tráfico ocupa en las ciudades aproximadamente un 80 por ciento del espacio viario y éste supone de orden de un 20 a 30 por ciento del suelo de la ciudad, aunque sólo un 20 por ciento aproximadamente de la población se mueve en coche. Según el Informe Ciudades Europeas Sostenibles, la movilidad motorizada aumenta constantemente, previéndose un incremento entre el 300 y el 500 a principios de este nuevo milenio. Los viajes son más largos en distancia y tiempo y las velocidades medias de circulación disminuyen constantemente. Por ejemplo, la velocidad media del tráfico en Madrid a finales de 1981 era de 24,92 km/h., ocho años más tarde esta velocidad media se redujo a 14,52 km/h. (Álvarez del Manzano, J.M<sup>a</sup>. y Ortiz, P., 1989).

los problemas de transporte en las grandes ciudades, por el contrario éstos han empeorado. El «refugio en el hogar», la «telecompra», el «teletrabajo», etcétera puede que suponga el fin definitivo de la ciudad, concebida como el lugar que ofrece las mayores posibilidades de conversaciones significativas (Mumford, L., 1957) en donde los individuos interactúan unos con otros, esos «espacios de vida» en la que la gente forja su identidad. Sin embargo, esto no significa el fin de la movilidad. El desplazamiento hacia los lugares de trabajo, las áreas comerciales, los lugares de ocio, las zonas escolares, los barrios dormitorio o los complejos médicos distantes entre sí han favorecido la creciente motorización «ya que la gente circula entre ellos con un patrón cada vez más móvil» (Castells, M., 1997).

Pero esta dinámica de creciente movilidad, que se apoya, principalmente, en el desarrollo y la implantación generalizada del vehículo privado como elemento casi único de transporte en las ciudades, ha favorecido que el automóvil haya ido progresivamente «devorando» el espacio urbano. Las calles, avenidas, rondas, etcétera se han ido diseñando de manera que garanticen la movilidad. La actividad comercial trasladada, en una parte importante, a la periferia de las ciudades acentúa la dependencia del automóvil y aumenta la movilidad motorizada.

Podría afirmarse que el diseño de las ciudades se subordina a las exigencias de un estilo de vida que ha hecho del vehículo privado un elemento imprescindible de movilidad. De este modo, las ciudades han ido convirtiendo buena parte de los espacios públicos disponibles en circuitos reservados para los coches<sup>34</sup>. Un medio de transporte altamente contaminante (Estaban, A.; Sanz, A., 1996) y profundamente excluyente (Illich, I., 1974). Por ejemplo, el coche consume 8 veces más espacio que el autobús, si se tiene en cuenta la superficie de parada, el número medio de pasajeros y la velocidad de desplazamiento. Es una importante causa de mortandad y morbilidad. No alivia sino que provoca congestión en la circulación. Alrededor de un tercio de los hogares de las áreas metropolitanas españolas no disponen de vehículo privado<sup>35</sup>. Es el principal responsable (80 por ciento del total) en las emisiones de dióxido de carbono. El 80 por ciento de la contaminación acústica procede de los vehículos en circulación. Sin embargo, las ventas no decrecen y se sigue fomentando el uso del vehículo privado<sup>36</sup> como la principal forma de desplazamiento en las ciudades (Bourboulon, I., 1997).

En la misma línea, la Unión Internacional de Transportes Públicos (UITP) en su Informe de 2003, recogía entre otras cifras las siguientes. En Estados Unidos de América, que hace uso preferentemente del vehículo privado para los desplazamientos, los viajes

urbanos consumen tres veces más energía que en Europa y cuatro veces más que en Japón. Es espacio urbano, como se comentaba anteriormente, está cada vez más limitado por la presencia del coche. El medio de transportes que ocupa más espacio es el automóvil, que el 90 por ciento del tiempo, esto es de 20 a 22 horas al día, permanece estacionado. Un viaje diario medio del hogar al trabajo ocupa 90 veces más espacio que el mismo viaje efectuado en metro, y 20 veces menos que en autobús o tranvía. Son, de otro lado, las ciudades menos contaminadas aquellas que realizan un uso moderado del automóvil. Según un estudio de la UITP, sobre cien ciudades en todo el mundo, las ciudades suizas, la danesa Copenhague, la holandesa Amsterdam y la alemana Hamburgo figuran entre las ciudades europeas menos contaminadas. Por el contrario, el nivel de contaminación más elevado se situaba, con más de 15.000 kilogramos/hectárea en Atenas. De otro lado, el impacto del ruido producido por el transporte podría reducirse con una mejor integración del transporte público en el entorno urbano con un mantenimiento y renovación adecuada de los medios empleados. Obsérvese, a este respecto, que el tren ligero, por ejemplo, genera 46 veces menos ruido que los coches, y los autobuses 11 veces menos ruido.

Así pues, la creciente movilidad motorizada (especialmente el uso del vehículo privado) se ha erigido en una de las principales preocupaciones desde el punto de vista de la sostenibilidad urbana y pone, al mismo tiempo, en evidencia la tendencia hacia sociedad que se desmaterializa. Por ejemplo, la suma de movimientos de transportes empleados para satisfacer las necesidades de movilidad básicas (transporte para ir al trabajo y volver; para hacer compras; para el ocio y el descanso; para ir a los centros de enseñanza y formación; para ir de vacaciones;...) se han mantenido constantes (aproximadamente 1.000 movimientos por persona y año) a lo largo del siglo XX, tanto antes como después de la automovilización de la sociedad. Lo que sí aumentó, de manera considerable, son los kilómetros requeridos para realizar este millar de movimientos. Movimiento que, además, no se realizan ahora de manera más eficiente. En la actualidad, el tiempo transcurrido, como promedio, para recorrer una distancia determinada en los núcleos urbanos es similar al que se empleaba en la Edad Media, aunque con efectos sociales y ambientales mucho más perjudiciales.

En consecuencia, aunque podría afirmarse que los problemas de la incidencia de la ciudad sobre su entorno y sobre las propias condiciones de vida de sus habitantes son tan viejos como la ciudad misma, la enorme expansión de éstas y las mutaciones observadas en

su comportamiento, sobre todo en este último siglo, han dado lugar a problemas sin precedentes en dimensión y características. La creciente urbanización, casi las dos terceras partes de la población andaluza habita en ciudades, hace que las condiciones de vida en las ciudades dependan cada vez más de un diagnóstico adecuado de los efectos de la actividad humana sobre el medio y de la capacidad para conocer y controlar la relación de éstas con su entorno físico.

El funcionamiento de las modernas conurbaciones se ha caracterizado por una creciente exigencia *per cápita* de agua, energía y materiales (y emisión de contaminantes). La elevada dependencia de energía exosomática del modelo de conurbación actual impide su sostenibilidad a largo plazo y su generalización a escala planetaria.

Frente a las proclamas catastrofistas, que se han ido sucediendo prácticamente de forma ininterrumpida desde finales de los años sesenta, y frente al ingenuo optimismo que confía en la técnica, el conocimiento o la capacidad de regeneración de la biosfera se impone el principio de precaución o de prudencia (Martínez Alier, J., 2001). Las actuaciones encaminadas a afrontar un futuro menos insostenible no se libra exclusivamente en el ámbito científico-técnico. La sostenibilidad es un asunto eminentemente social. Son las pautas de producción y consumo característicos de la civilización actual los mayores responsables de crisis ecológica y social del planeta.

El avance en la utilización más extensiva del territorio y en la separación en el mismo de funciones y usos específicos que antes se solapaban, se apoya sobre el eficaz uso de un entramado cada vez más complejo de redes que facilitan el transporte horizontal de energía, materiales, personas e información, tanto en el seno de las propias conurbaciones, como entre éstas y el resto del territorio (Naredo, J.M., 1996c).

De ahí, la necesidad de identificar los flujos de energía y materiales que se originan en la dinámica de funcionamiento de las grandes ciudades actuales, expresados en términos físicos. Una visión de conjunto y no parcelaria de esta información, que en el mejor de los casos se encuentra dispersa, posibilitaría una mayor comprensión de las ciudades y favorecería una concepción de éstas que se aleje de lo que ya evidenciara Mumford (1957): «Ningún ojo humano puede abarcar ya esa masa metropolitana en un vistazo... Ninguna mente humana comprende más que de forma fragmentaria las actividades complejas y especializadas de sus ciudadanos».



CAPÍTULO II.  
LA MEDIDA DE LA SOSTENIBILIDAD:  
LA HUELLA ECOLÓGICA







reinta años han transcurrido desde los primeros eventos en los que se reclamó la atención de los diferentes organismos públicos y la población en general sobre la incapacidad de la biosfera para proporcionar de manera indefinida las demandas de recursos y servicios reclamadas por una población que no ha de-

jado de crecer. Desde entonces este tipo de acontecimientos se ha ido reproduciendo año tras año y de lugar en lugar. En todos ellos se ha puesto de manifiesto también las limitaciones que presentan las valoraciones monetarias para traducir los cambios operados en el patrimonio natural, su deterioro y su progresiva disminución.

La preocupación ambiental más orientada, en los últimos años, a la gestión y planificación medioambiental ha dirigido su atención a la búsqueda de herramientas que sean útiles no sólo desde el punto de vista de un mejor conocimiento sino, también, para poder ser utilizadas en actuaciones concretas. Así, junto al creciente interés por los aspectos ecológicos y ambientales se observa «un desplazamiento de su centro de gravedad desde un conservacionismo originariamente apoyado en consideraciones éticas y estéticas hacia posiciones más pragmáticas y vinculadas con la gestión económica» (Naredo, J. M., 1999b).

Muchos de estos esfuerzos pasan por definir una batería de indicadores ambientales que permitan avanzar en este propósito, tratando de cubrir las insuficiencias de las cuentas y estadísticas al uso.

Existen distintas definiciones del término **indicador**, así como enunciados particulares para indicadores específicos. Según el Diccionario Enciclopédico: Planeta Economía, se entiende por *indicador*: «todo instrumento que contribuye a la comprensión de un fenómeno por medio de indicios o señales, por lo general una magnitud cuantificada».

El **indicador económico**, puede definirse como: «índice en cifras que indica la evolución de cierta magnitud económica o financiera importante tanto para la conducción o dirección de la política económica en general como para el análisis de sus resultados» (Diccionario Económico y Financiero. Bernard & J.C. Colli. D. Lewandowski. 2ª Edición española, 1980).

Desde el punto de vista que interesa aquí, los **indicadores medioambientales** «son indicadores sociales que deben su origen a la creciente conciencia de que los indicadores económicos, expresados en términos monetarios, son inadecuados y no miden, ni son capaces de expresar de forma adecuada, lo que ocurre en la esfera económica y social al ignorar e incluso ocultar las importantes conse-

## 2.1. A modo de introducción

cuencias negativas del proceso económico, es decir, omiten los costes sociales reflejados en el deterioro del medio ambiente humano en el sentido físico y social del término» (Kapp, K.W., 1995).

Por último, un **indicador urbano** «es una variable o estimación urbana que provee una información agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de representación propia. Es decir, se le dota exógenamente de un significado añadido» (Rueda, S., 1999).

Así pues, los indicadores no sólo limitan su funcionalidad a la aportación de información sino que tienen una vocación altamente propositiva. En otras palabras, su finalidad es además de proporcionar información relevante, inducir a una actuación concreta y servir de base y/o justificación en la toma de decisiones. La definición de Kapp de indicador ambiental recoge las limitaciones de los indicadores usados en los análisis socioeconómicos convencionales integrados en el *corpus* epistemológico de la economía estándar, resaltando la necesidad de indicadores físicos para desvelar las consecuencias negativas del proceso económico sobre el medio ambiente humano.

El Informe del Medio Ambiente en Andalucía para 1996 reconoce que «los sistemas de Contabilidad Nacionales no reflejan suficientemente las implicaciones ecológicas de los procesos productivos; los agregados macroeconómicos convencionales (PIB, Renta Nacional) sólo reflejan determinados flujos económicos, obviando las alteraciones del patrimonio o fondo natural de los territorios y la disminución de recursos renovables o no renovables (o su agotamiento). Los recursos naturales sólo aparecen en la contabilidad cuando pueden ser valorados monetariamente» (Consejería de Medio Ambiente, 1996a). O expresado en otros términos, «puede afirmarse que la planificación regional del desarrollo se ha venido dirigiendo, fundamentalmente, al ámbito de la esfera productiva, olvidando casi de forma absoluta los aspectos relacionados con el medio físico y la interdependencia inevitable entre éste y aquella» (Delgado Cabeza, M.; Morillas Raya, A., 1991).

## 2.2. Indicadores sintéticos de sostenibilidad. La necesidad de considerar los flujos físicos en el análisis económico



La principal limitación, por tanto, que presenta la economía convencional o estándar está asociada a la propia idea de crecimiento (o desarrollo) económico con la que hoy trabajan los economistas, que «se encuentra desvinculada del mundo físico y no tiene ya otro significado concreto y susceptible de medirse que el referido al aumento de los agregados de Renta o Producto Nacional». El hecho de que el análisis económico estándar, por ejemplo, valore los



*stocks* de recursos naturales por el coste, expresado en términos monetarios, de su extracción y manejo y no por el coste de reposición, en términos físicos, ha favorecido que se haya «primado sistemáticamente la extracción frente a la recuperación y el reciclaje» (Naredo, J. M., 1999a). Agravándose, por tanto, los problemas tanto de escasez de recursos como de generación de desechos. En efecto, «el dinero y los precios no son más que abstracciones alejadas de la riqueza material a la que, se supone, quieren representar» (Rees, W., 1996).

El estudio del volumen de flujos, tanto en términos económicos como físicos, de materiales y energía resulta, por lo tanto, imprescindible para una mayor comprensión de los límites del actual modelo de crecimiento y la imposibilidad de su generalización<sup>1</sup>. Sin embargo, dada la relativa novedad y lo poco desarrollados que se encuentran los estudios de esta naturaleza, una de las dificultades a las que hay que enfrentarse es a la escasa información disponible, que en algunos casos deberá ser elaborada a partir de datos primarios dispersos. Aspecto éste que se ve reforzado, al menos hasta el momento presente, por la inexistencia de un planteamiento global estructurado o estrategia de cara a la sostenibilidad de las aglomeraciones urbanas y que exigirá conectar planeamiento (territorial), planificación (económica) y medio ambiente (físico) (Naredo, J.M., 1990).

Otra dificultad, es la persistente visión parcelaria presente en la mayoría de las disciplinas científicas, de las que la economía no es una excepción. Una aproximación a una realidad tan compleja como la actual reclama un punto de vista más abierto y transdisciplinar en el que la conjunción de la economía y las ciencias de la naturaleza pueden abrir nuevos horizontes en la comprensión de los fenómenos económicos.

Sin embargo, estas barreras se muestran, en la actualidad, infranqueables. Y no es que no haya conciencia, a nuestro criterio, de las limitaciones de los análisis monetarios sino que los propios análisis están presos de una concepción de lo económico que no puede escapar de lo monetario.

### Limitaciones de los análisis monetarios

¿Cuáles son las limitaciones que presenta el análisis convencional, expresado solamente en valores monetarios y que justifican la necesidad de un análisis que incorpore valoraciones físicas desde el punto de vista del capital natural? A continuación, se indican algunas de ellas (Rees, W., 1996):

- n Puede impedir conocer la disminución de las existencias de «capital» natural en términos físicos.

<sup>1</sup> Decía Soddy (1995) que «es una maravilla cómo alguna gente que no se enfrenta a la realidad en toda su vida, viviendo toda su existencia de forma artificial en alguna ciudad divorciada de cualquier contacto con la naturaleza primitiva, se acostumbra a suponer que las convenciones sociales que regulan sus negocios y sus medios de vida pueden aplicarse en general a la economía del mundo».

- n La escasez biofísica está muy deficientemente reflejada en el mercado. Los precios no nos dicen nada acerca del tamaño de las existencias de «capital natural» existente en un momento dado, o de si hay una cantidad mínima crítica cuya recuperación es imposible. Los precios tampoco nos dicen nada acerca del tamaño o la fragilidad del ecosistema, ya que los cambios o transformaciones que se producen en los sistemas naturales, puesto que responden a mecanismos distintos, difícilmente pueden ser detectados por el mercado.
- n Los análisis monetarios se aproximan a las existencias futuras en términos de actualización o capitalización de cantidades monetarias (que teóricamente serían representativas del stock de capital actual o futuro). Estas aproximaciones son enormemente deficientes. Por ejemplo, el precio, si es que pudiera establecerse, de la capa de ozono de la estratosfera pasó de cero a infinito en tan sólo unos años.
- n Los indicadores expresados en términos monetarios se ven afectados por las fluctuaciones del mercado, aspecto éste que afecta a los precios pero no al valor ecológico o la integridad del «capital natural».
- n Al estar expresados en valores monetarios los bienes tienden a homogeneizarse. La equivalencia monetaria iguala lo esencial a lo trivial.
- n El potencial de crecimiento monetario es teóricamente ilimitado, lo cual oculta la posibilidad de que puedan existir límites biofísicos al crecimiento económico.
- n La objeción más importante quizá sea que realmente no es posible trasladar al mercado muchos de los servicios que presta la ecosfera y que son, en cambio, vitales para nuestra supervivencia (deterioro de la capa de ozono, cambio climático, erosión, desertización,...)

En definitiva, las aproximaciones monetarias no consiguen captar los requerimientos de una sostenibilidad fuerte porque no reflejan adecuadamente la escasez biofísica, los deterioros sociales, la continuidad ecológica, la inconmensurabilidad de la estructura y las funciones ecológicas, la discontinuidad temporal y el comportamiento de los sistemas complejos.

Una de las razones de esta gran diferencia de percepción, es que muchas de estas preguntas suscitadas por consideraciones ecológicas y termodinámicas, son invisibles para el análisis económico, que se basa en un flujo circular de valores monetarios, no en los flujos físicos ni en sus transformaciones. Así, mientras que la segunda ley

de la termodinámica es posiblemente la que gobierna la actividad económica, los modelos económicos habituales no reconocen el flujo unidireccional y termodinámicamente irreversible de materia y energía disponibles del que depende la economía. «Los estudios convencionales de la conservación y la sustentabilidad, están enfocados principalmente a los valores monetarios de los recursos naturales comerciales (p.e., la madera) y son insensibles a las funciones ecológicas no comerciales del capital natural, intangibles pero finalmente de más valor» (Rees, W., 1996). De este modo, la despreocupación de los economistas por la capacidad de soporte de nuestro planeta, parecería derivarse, en gran parte, de las debilidades conceptuales de sus modelos analíticos.

William Rees (1996) apunta una serie de aspectos que, a su criterio, debilitan a la ciencia económica estándar para aproximarse a la problemática de la sostenibilidad con ciertas garantías de éxito.

En la medida en que la economía convencional aborda el estudio del *stock* de «capital natural» a través, exclusivamente, de los análisis monetarios, utiliza magnitudes abstractas (principalmente el dinero y los precios) que se alejan de la realidad biofísica que pretenden representar. Por ejemplo: los precios no reflejan la magnitud del *stock* de «capital natural» correspondiente a los bienes y servicios ecológicos para los que existen mercados. Tampoco informan si hay niveles críticos mínimos por debajo de los cuales un *stock* no puede recuperarse a la larga por sí mismo (la medida real de la escasez biofísica), ni tampoco la funcionalidad de estos *stocks* en los ecosistemas. Además, muchos bienes ecológicos y la mayoría de las funciones de soporte vitales, no tienen precio y no están sujetas a las leyes del mercado (la capa de ozono es uno de estos casos).

La falta de datos, el desconocimiento de los valores naturales o los problemas de naturaleza teórica hacen, generalmente, inútiles los intentos de cuantificar muchos bienes y servicios ecológicos críticos, mucho más aún asignarles un precio.

En resumen, los análisis crematísticos habituales ignoran las estructuras y funciones ecológicas y son, por lo tanto, incapaces de indicar ni la escasez ecológicamente significativa, ni la incipiente desestabilización de los ecosistemas. Además, la elevación del precio de un bien natural escaso puede acelerar su desaparición, si se aplican exclusivamente criterios de estricta rentabilidad económica.

La gestión de un desarrollo sostenible exige, por tanto, la utilización de instrumentos no sólo monetarios y la elaboración y aplicación de una serie de indicadores que intenten superar las limitaciones antes apuntadas.

### Indicadores ambientales para este propósito

La significación que la evocación a la sostenibilidad ha adquirido en los veinte últimos años, no está exenta de ambigüedad y oportunismo político (Naredo, J.M., 1996). La idea de sostenibilidad, como ya comentábamos en el capítulo I, puede servir a intereses distintos a los explicitados, puede constituir una forma de dar legitimidad a prácticas que de no presentarse con una cara diferente tendrían una más difícil aceptación. Se ha producido, por tanto, lo que podría denominarse una «ambientalización» en los debates del desarrollo.

De cualquier modo, lo que sí puede afirmarse, y esto es una buena noticia, es que la sensibilidad de distintas instituciones, ya sea a escala global o local, ha aumentado y entre sus planes van apareciendo, con una presencia cada vez mayor, medidas encaminadas, al menos formalmente, a cubrir algunas de las lagunas existentes. En este sentido, en el Informe de 1996 del Programa para el Medio Ambiente de Naciones Unidas (*PNUMA*) se afirma que «la necesidad de un desarrollo sostenible ha llevado a que los países, las instituciones internacionales y regionales, los organismos no gubernamentales, los planificadores y decisores, reexaminen los medios y herramientas de los que se disponen para evaluar y vigilar la evolución y tendencias en el estado del medio ambiente, el uso de los recursos naturales y los procesos de desarrollo».

En una línea de preocupación similar, el Instituto de Estadística de Andalucía, en su Plan Estadístico de Andalucía 1997-2000 formulaba la necesidad de «establecer un sistema de cuentas económicas que permita el seguimiento riguroso y actualizado de la evolución económica, además de profundizar en el conocimiento del mercado de trabajo, el bienestar social de la población, la ordenación y el desarrollo territorial y el medio ambiente». Recogiendo entre sus objetivos el impulso de las estadísticas sociales y los indicadores de conocimiento del bienestar social y la calidad de vida, así como, el desarrollo de estadísticas medioambientales que permitan el conocimiento de los recursos naturales y la evolución del medio ambiente. La misma pretensión persiguió La Tabla *Input-Output* Medioambiental de Andalucía de 1990 (primera edición y única de estas tablas), cuyo objetivo último era «establecer un modelo estructural de la economía andaluza desagregado sectorialmente, a través del cual se (pudiese) evaluar conjuntamente las estrategias económicas y medioambientales» (Consejería de Medio Ambiente, 1996b).

Distintos aspectos han estado asociados al concepto de sostenibilidad (desde que apareciera en escena a través de la publicación del informe Brundtland): aquellos encaminados a combatir la pérdida de base material del desarrollo (sostenibilidad como reimpul-

sor del desarrollo sostenido); los que propugnan un límite cuantitativo del crecimiento económico (informe Meadows); y aquellos otros que persiguen la articulación de los principios de justicia, ecología y ética, en referencia a la apropiación, por la especie humana, de los recursos materiales del planeta reduciendo de forma dramática la diversidad y poniendo en grave riesgo la continuidad de la vida en el planeta (Acsehrad, H., 1999).

Pero, de cualquier modo, para poder afirmar que una determinada práctica es o no sostenible habrá necesidad de cuantificar, de buscar algún o algunos indicadores que nos permitan poder comparar situaciones distintas en momentos distintos, partiendo, naturalmente, de unos criterios consensuados que reconozcan qué deben considerarse prácticas deseables o sostenibles y cuáles los umbrales máximos que no han de ser superados.

Sin embargo, la sostenibilidad no es una situación objetiva, no es un problema principalmente técnico. Es un principio de conducta, tiene que ver con nuestra posición en y ante la naturaleza, con el hecho de que la especie humana es absolutamente dependiente de la biosfera cuyos servicios comparte con multitud de otras especies, sin las cuales la vida en la Tierra sería imposible.

Como puede deducirse de lo anterior, la premisa básica de la que se parte es que la sociedad humana es un subsistema de la ecosfera. Esto aparentemente tan simple es, generalmente, ignorado o descartado por obvio y, por esta razón, escasamente relevante. Sin embargo, la ecosfera es donde vivimos. La humanidad depende de la naturaleza y no al contrario. La sostenibilidad, por ello, requiere poner el énfasis en la existencia de esta dependencia y no sólo en la manera en que deben ser gestionados los recursos. En este sentido, el modelo sistema-entorno (Rees, W.; Wackernagel, M., 1996) se ajusta mejor al análisis de la sostenibilidad que el análisis estándar que considera el sistema económico como un sistema cerrado, independiente de la biosfera.

En la actualidad, el marco de análisis más extendido es el proporcionado por el enfoque Presión-Estado-Respuesta (P-E-R). Este enfoque fue propuesto en sus orígenes, a finales de los años setenta, por Environment Canada y la OCDE y es el marco de referencia utilizado para la construcción de indicadores medio ambientales, generalmente auspiciados por Naciones Unidas. El esquema PER, se basa en la lógica de causalidad, presupone relaciones lineales de acción y respuesta entre la actividad económica y el medio ambiente y se construye sobre planteamientos simples: ¿qué está afectando al medio ambiente?; ¿cuál es el estado actual del medio ambiente?; y ¿qué se hace para resolver o mitigar los problemas ambientales? La

rápida asunción y extensión de este enfoque es debido a que «se adapta a los pasos de un modelo decisorio cualquiera y que, por otra parte, es común a la forma de pensar de quienes deciden y de la comunidad científica. La simplicidad del mismo sugiere relaciones lineales entre partes, oscureciendo relaciones complejas dentro de los ecosistemas y relaciones también complejas entre éstas y otros sistemas, como el social o el económico» (Rueda, S., 1999)

Una de las principales limitaciones que presentan muchos de los indicadores que han pretendido medir la sostenibilidad es la de que se han centrado más en evaluar el estado del medio ambiente y menos en la relación existente entre la sociedad y los ecosistemas. El profesor Dr. F. Schmidt-Bleek (1997), Presidente del Instituto Factor 10 y Presidente Fundador del Club Factor 10<sup>2</sup>, considera que «para definir y sustentar políticas ecológicas estables de gran alcance es necesario contestar la siguiente pregunta: ¿cuál es la conexión básica determinante entre nuestra creación de riqueza material y nuestro rechazo de los equilibrios ecológicos de la estructura dentro de la cual se hizo biológicamente posible la existencia humana?».

El desarrollo de indicadores de atención ambiental se inició en 1988, cuando el Grupo de los Siete solicitó a la OCDE identificar indicadores ambientales para apoyar la toma de decisiones, tomando en consideración para ello tanto factores ambientales como económicos.

Esta búsqueda de nuevos instrumentos para tratar de cubrir las insuficiencias que muestra el instrumental económico al uso no implica la adopción de éstos de forma ingenua pensando que está al margen de simplificaciones y ambigüedades. Tampoco libre de controversias. Las polémicas suscitadas indican los límites de aquellos, pero, al mismo tiempo, reflejan distintas maneras de aproximación a la idea de sostenibilidad y cómo afrontarla.

La discusión sobre si son más convenientes los indicadores sintéticos o, por el contrario, la valoración integrada desde el punto de vista del análisis multicriterios, sigue abierta. Pero si se considera que la sostenibilidad no es un problema principalmente técnico sino social, y que las herramientas que se construyan se encaminen a la acción, el instrumental más apropiado será aquél que mejor se ajuste a estos fines, el más operativo. No hay que olvidar, es importante insistir en este punto, que las tendencias observadas en las investigaciones y discusiones sobre asuntos ambientales han cambiado su rumbo desde aquellas que centraban su atención en los efectos ambientales (patología medio ambiental) a aquellas otras cuyo acento lo ponen en la planificación estratégica del metabolismo social (profilaxis social) (Azar, Ch.; Holmberg, J.; Lindaren, K., 1996). Desde es-

2 El Club Factor 10 es un grupo internacional de líderes gubernamentales, no gubernamentales, industriales y académicos destacados. Ellos consideran que en la actualidad, con la tecnología existente y con los oportunos cambios políticos e institucionales, es posible que los países puedan, como promedio, aumentar diez veces la eficiencia con la cual es utilizada la energía, los recursos y otros materiales.

te punto de vista, los indicadores sintéticos se muestran más comprensibles, con una mayor potencialidad persuasiva, de generar conciencia social, y de más fácil manejo que una batería de indicadores cuyo sentido puede perderse en una multitud de cifras poco manejables.

En la actualidad existen más de dos mil indicadores medioambientales que resultan, en la práctica, poco operativos. Quizá una virtud de los indicadores económicos convencionales, como el PIB por ejemplo, con todas las limitaciones que estos tienen, es la de haber conseguido sintetizar una importante cantidad de datos en unos pocas cifras indicativas. Además, de manera similar al efecto que las «metáforas curvilíneas» han tenido para divulgar aquellos aspectos más complejos de la ciencia económica, estos indicadores convencionales han logrado transmitir a sectores amplios de la población una imagen que es funcional a los propósitos buscados.

En el caso de los indicadores medioambientales ocurre todo lo contrario, lo que los define es más bien la dispersión. Esto es debido fundamentalmente a que aún no está suficientemente definido no sólo hacia dónde hay que dirigirse sino tampoco cuáles son las raíces profundas de los problemas a los que hay que hacer frente. Es obvio que no se ha resuelto satisfactoriamente algo que es tan básico como «saber qué hay que hacer» y para qué hacerlo.

Para avanzar en este sentido se precisa una reconsideración de la lógica en la cual se ha venido moviendo la economía más convencional o estándar y ésta no es otra que aquella que concibe los problemas de manera lineal y que, por tanto, proporciona soluciones simples a problemas complejos. La disección de estructuras complejas en otras más simples, propia de la química primigenia, y la asociación de una solución a cada problema por separado han mostrado importantes limitaciones. El todo es algo más que la suma de las partes. Esta obviedad es quizá una de las conclusiones más fructíferas de la ciencia actual. La huida de una visión parcelaria de la realidad ha forzado a buscar otros instrumentos más capacitados para intervenir en la complejidad, estado natural de la vida y la actividad humana.

Cualquier consideración, en consecuencia, sobre indicadores ambientales que reflejen el estado de la actividad económica, ha de reconocer la complejidad de la realidad que pretende representar y tener presente que la economía no es más que la manifestación física de la ecología humana. De este modo, el consumo de energía, de materiales y agua *per cápita*, así como el nivel de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, por ejemplo, son medidas que registran la interacción humana con la calidad biofísica y que ayudan a conocer las ten-

dencias y pueden favorecer la aplicación de los mecanismos de actuación precisos.

Con la finalidad de hacer frente a los retos que exigía un desarrollo sostenible y en la búsqueda de instrumentos que permitieran lograrlo, se desarrollaron diferentes métodos, en distintos países, que bien pudieran ser utilizados para la construcción de indicadores de impactos de la actividad humana sobre la naturaleza y como guías para una planificación y gestión medio ambientales que se encaminen a la sostenibilidad. Se citan a continuación algunos de los más significativos.

La idea de «mochila»<sup>3</sup> de deterioro ecológico (*ecological rucksack*) aparece básicamente vinculada a Friedrich Schmidt-Bleek, director del Departamento de Flujos de Materiales y Cambio Estructural del Instituto Wuppertal de Alemania.

Por su parte, el Instituto de Medio Ambiente en Estocolmo, propone el Polstar que analiza los impactos derivados del consumo.

En los Países Bajos, Opschoor, H., Buitenkamp, M. y otros desarrollan el concepto, también utilizado por los Amigos de la Tierra y el Instituto Wuppertal, de espacio ambiental (*environment space*), para referirse al espacio que los seres humanos (con un determinado nivel de vida) pueden utilizar del medio natural sin ocasionar el deterioro progresivo de éste, añadiendo la exigencia de diversidad y estabilidad ecológica a la idea más restringida de «capacidad de carga» (*carrying capacity*) de un territorio.

Las siglas alemanas AMOEBA representan «un método general para la valoración y descripción del ecosistema». Ha sido desarrollado para un programa de gestión de aguas en Alemania y ha llegado a convertirse, además, en un instrumento práctico para la toma de decisiones en política medio ambiental. Desde un punto de vista metodológico, esta aproximación puede ser criticada por la agregación de procesos, simple suma de indicadores y su referencia a situaciones históricas (Rennings, K.; Wiggering, H., 1997).

Los niveles y cargas críticas, concepto desarrollado por la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa –UNECE, se consideran una concepción operativa de la sustentabilidad fuerte haciendo uso, para su desarrollo, del criterio de sistemas complejos de calidad medioambiental (Rennings, K.; Wiggering, H., 1997).

Ecolcal, en Inglaterra, es un indicador basado en el concepto de huella ecológica, que proporciona un análisis en el ámbito de los hogares de impacto familiar o personal de acuerdo al estilo de vida de cada cual (Callejas, A.; Wackernagel, M., 1998).

El Instituto Millenium de los Estados Unidos de América ha desarrollado el Thershold 21, método cuantitativo para analizar los po-

3 Desde este Instituto se propone comparar la intensidad del impacto ambiental de todos los bienes en términos de Intensidad Material por Unidad de Servicios (o función) –MIPS. La intensidad de material es la cantidad de materiales y energía (en unidades de masa como kilos o toneladas) procesadas por unidad de servicio, calculada desde la cuna hasta la tumba, tanto par los insumos de material/energía (manufactura, utilización, reciclaje, eliminación, etc.), como para el número total de unidades de servicio extraídas. El cálculo del MI es directo. Todos los insumos de recursos naturales necesarios para fabricar, utilizar y eliminar un producto —o una máquina prestadora de servicios— son sumados en kilos. Los autores eligieron 5 «mochilas ecológicas»: materiales bióticos (incluyendo todos los portadores de energía), materiales bióticos, suelo, agua y aire. Por ejemplo, ellos estimaron con este método, que un PC, que pesa 22 kilos, acumula una «mochila» abiótica de 14.000 kilos hasta que está listo para la venta, y cerca de 7.000 kilos durante su uso normal. Otra medida desarrollada por el propio Instituto es el Costo por Unidad de Servicio (COPS).



sibles impactos humanos en los ecosistemas (Callejas, A.; Wackernagel, M., 1998).

Junto a estos índices existen otros de alcance más limitado pero de uso muy extendido. Por ejemplo, el Índice de Bienestar Económico Sostenido (*Index of Sustainable Economic Welfare-ISEW*), desarrollado por Herman Daly, John Cobb y Clifford Cob. Este índice persigue tanto mostrar las limitaciones del PIB como indicador de bienestar cuanto realizar un estudio de la evolución a lo largo del tiempo de los cambios del bienestar económico sostenible, desde un punto de vista empírico. Pretende, además, recoger aquellos aspectos que han sido desatendidos por el SNA. Surgen en los años setenta y tiene una orientación exclusivamente económica; por ejemplo, este índice no pretende medir o describir los daños originados por la polución en sí mismos, sino los aspectos económicos asociados a ellos. La crítica más importante a este indicador, según Stockhammer, E. et al. (1997), es que un fenómeno multidimensional como el bienestar no puede ser reducido a una dimensión y que expresar las diferentes áreas del bienestar a través de lo monetario ignora sus aspectos cualitativos.

Por último, para poder reorientar el comportamiento de las actuales conurbaciones hacia bases más sostenibles, y conscientes de que cualquier intento pasa por una modelización de su funcionamiento para su replanteamiento, un primer esfuerzo consiste en definir un marco de información generalmente aceptado que nos indique si una ciudad camina o no hacia una sostenibilidad local y global o en qué aspectos una ciudad es más sostenible que otra (Naredo, J.M., 1996). Es decir, el establecimiento de una batería de indicadores que faciliten su comparación y seguimiento. Indicadores que van a poner de manifiesto el uso (o más bien el abuso) de unos recursos energéticos, generalmente no renovables.

Además, el análisis del efecto del medio urbano sobre el consumo de energía no debe circunscribirse al consumo de energía en la ciudad, sino también los consumos que se derivan en el exterior, ya que de no contabilizar estos consumos energéticos, se llegaría a la paradoja de que un mayor aumento de consumo de bienes y servicios en la ciudad se contabilizará como un aumento de consumo energético fuera de la ciudad con el consiguiente descenso de la sostenibilidad de las áreas no urbanas. Por lo tanto, el consumo de energía que se produce como consecuencia de la vida en las ciudades debe contemplar tanto el consumo directo de energía en los medios urbanos como la energía contenida en los bienes y servicios que utiliza la ciudad (Naredo, J.M., 1996).

Existen distintos indicadores cuyo conocimiento y valoración pue-

den ser de utilidad para determinar el grado de sostenibilidad (o insostenibilidad) de las conurbaciones actuales. Indicadores tales como: a) consumo de energía final en el municipio (el total, por tipo de energía, por tipo de aplicación, por zona territorial, por época del año, por hora), así como el consumo de energía primaria necesaria para poder utilizar la energía final; b) las emisiones debidas tanto al consumo de energía final como primaria (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, Pb, hidrocarburos volátiles, partículas sólidas, dioxinas, calor, ruido, campos electromagnéticos, radiaciones ionizantes, partículas radioactivas); c) otros contaminantes derivados de los anteriores (O<sub>3</sub>), efectos, a medio plazo y/o a largo plazo de las emisiones localmente localizadas en zonas próximas, o en zonas alejadas inmediatas, sobre la salud humana, de animales y plantas, corrosión de metales y materiales de construcción (piedra, hormigón), sobre los costes de reparación de los efectos negativos, sobre los costes de mantenimiento; d) el potencial energético renovable disponible en el término municipal: hidráulico, solar, eólico, biomasa (fracción fermentable de los RSU, lodos de depuradoras de aguas, poda de árboles y arbustos), inercia térmica de masas de agua (residuales, subterráneas, de ríos y mares) y del aire; e) energía que puede ahorrarse; f) el coste de la reposición de la energía primaria consumida (Corominas, J., 1996).

Los indicadores sintéticos de sostenibilidad, a pesar de las limitaciones que presentan, suponen un avance respecto a la diáspora de indicadores ambientales actualmente existentes, a los que ya se ha hecho referencia. Es dudoso, en este sentido, que los más de dos mil indicadores ambientales, que se manejan hoy día, resulten útiles para hacernos una idea del impacto global de la actividad humana sobre la ecosfera.

Las disecciones que, en ocasiones, se realizan de los fenómenos que están presentes en los análisis de impacto ambiental presentan el inconveniente de desconsiderar las interrelaciones existentes entre ellos. En la mayoría de las situaciones que analizamos es imposible separar las diferentes funciones ecológicas, que continuamente tienen lugar, y los efectos que su desempeño tiene sobre las propias funciones ecológicas. Por ejemplo, la pérdida de biodiversidad, de capacidad bioproductiva, la escasez de agua para uso humano, la lluvia ácida, la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, el cambio climático –resultado de la intensa actividad humana–, interactúan unos sobre otros.

Así, el cultivo bajo plástico proporciona rendimientos muy superiores a los obtenidos en cultivos al aire libre. Sin embargo, estos rendimientos se obtienen gracias al importante aporte de insumos

industriales y de combustibles de origen fósil<sup>4</sup>. Además, este tipo de práctica puede, y de hecho así ocurre, activar la generación de otros efectos negativos sobre el medio. En este sentido, la presión a la que son continuamente sometidas las áreas donde tienen lugar estas prácticas agrava los problemas de erosión o de pérdida de capacidad bioproductiva existentes<sup>5</sup>.

La necesidad de indicadores sintéticos de sostenibilidad, como el de la huella ecológica que aquí vamos a desarrollar, se apoya en un razonamiento previo, ya anteriormente motivo de reflexión en el saber científico y académico. Menos atado, tal vez, a la deriva monetaria por la que posteriormente ha transitado el pensamiento y la teoría económica estándar. Se inscribe, de otro lado, en el contexto de la sostenibilidad fuerte. Es concebido, además, como indicador territorial de sostenibilidad.

Volviendo a lo anterior, desde Petty, y su preocupación por la medida, Quesnay y la corriente fisiocrática del último tercio del siglo XVIII, más interesados en el «orden natural» que en el monetario<sup>6</sup>, a las preocupaciones de Jevons en *La cuestión del carbón*, o los intentos de Soddy, Geddes, Leontieff, Daly de incorporar los flujos físicos a la contabilidad económica, los esfuerzos de economistas como Nicolás Georgescu Roegen de reconstruir una economía no divorciada de la Naturaleza, ajustada a los principios de la termodinámica, o René Passet cuya preocupación gira en torno a la necesidad de estrechar lazos entre las distintas disciplinas científicas –especialmente entre la economía y las ciencias de la naturaleza– e impulsar el intercambio transdisciplinar<sup>7</sup>.

En la literatura española, esta preocupación se ha puesto de manifiesto, por ejemplo, en los trabajos de José Manuel Naredo, Joan Martínez Alier, Aguilera Klint, Roberto Bermejo y otros autores, que enfatizan la necesidad de desarrollar una economía de los recursos naturales.

Unos y otros han querido poner de manifiesto, de una u otra forma, que la actividad económica no es ajena al entorno en que ésta tiene lugar, que la economía hay que concebirla como un sistema abierto que intercambia flujos de información y energía con el exterior y que guarda una estrecha dependencia con la naturaleza.

Como respuesta a la necesidad de disponer de indicadores sintéticos capaces de medir el impacto de la actividad humana sobre la biosfera, Wackernagel y Rees propusieron a mediados de los años noventa una herramienta, denominada por ellos Capacidad de Carga Apropiada o Huella Ecológica, cuya utilidad radica en que proporciona un indicador de sustentabilidad capaz de sintetizar diferentes aspectos asociados a ésta y cuya virtud es la de resolver de

4 Mientras el rendimiento de la producción bajo plástico es del orden de tres veces superior, la energía específica incorporada –que nos indica la energía necesaria para que los distintos bienes estén en condiciones de ser consumidos por el consumidor final– en cada producto es del orden de 20 veces superior a la requerida por el mismo producto si la práctica de cultivo es al aire libre. Aquí, asumimos, al igual que en numerosos trabajos sobre estimación de Huella Ecológica, que la energía utilizada procede de los combustibles fósiles. Las estimaciones consideradas se toman principalmente del estudio de CO<sub>2</sub> de Patrick Hofstetter (1992), que han sido mejoradas por la información disponible (Mathis Wackernagel, Lillemor Lewan y Carina Borgström Hansson, 2001).

5 El uso de insecticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas, herbicidas, fitoreguladores, molusquicidas y otros se incrementaron en Andalucía un 45 por ciento en tan sólo seis años, en el período comprendido entre 1993 y 1999. Al mismo tiempo, los nitrogenados, fosfatados, potásicos y complejos empleados en el año 2000 supusieron 2.014.490 toneladas, una parte importante de la producción final agraria obtenida de los productos a los que fueron aplicados. Al tiempo, es conveniente indicar que Andalucía padece un riego alto de desertización y de erosión. En 1996, por ejemplo, el riesgo de erosión alto, muy alto o extremo afectaba al 42,8 por ciento del territorio andaluz.

6 En su libro *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico* José Manuel Naredo llama la atención sobre el hecho de que los términos ‘economía de la naturaleza’ o ‘balance de la naturaleza’, usados por Digby y Derham respectivamente con anterioridad al movimiento fisiocrático para hacer referencia al ‘orden natural’ y los equilibrios que en él tienen lugar, bien podrían haber dado lugar a una economía de los recursos naturales, si el contexto ideológico hubiese sido otro (Naredo, J.M., 1996).

7 René Passet, profesor emérito de ciencias económicas de la

<sup>t</sup> Universidad de París, participa desde un primer momento en el denominado «grupo de los diez», un grupo de intercambios y discusiones, constituido al principio principalmente por biólogos y cibernéticos, impulsado por Jacques Robin a finales de los años sesenta, al que pertenecen en entre otros Jacques Sauvan, Henri Laborit y al que se uniría, a petición del propio Jacques Robin, Edgar Morin, cuya finalidad era promover un encuentro de vocación transdisciplinar y vanguardia en el pensamiento complejo.

manera satisfactoria su presentación ante el conjunto de agentes implicados en la sostenibilidad.

La ventaja adicional sobre la diáspora de indicadores reseñados anteriormente es, además, que nos proporciona una «medida agregada del impacto total en la naturaleza, añadiendo los impactos individuales de una manera consistente con las leyes de la termodinámica y los principios básicos de la ecología» (Callejas, A.; Wackernagel, M.; et al, 1998).

El modelo de la huella ecológica es, como todo modelo, una simplificación de la realidad y por esta razón hay aspectos de ella que quedan fuera del análisis. Persigue, fundamentalmente, dotarnos de un instrumento que permita avanzar en la gestión y planificación de una actividad humana, en general, y económica, en particular, que provea líneas o guías que favorezcan una mejor «gestión de los seres humanos mismos» de una manera más responsable tanto ecológica como socialmente.

Sin embargo, el análisis de la huella ecológica no pretende pronosticar cómo serán las cosas en un futuro más o menos mediato, sino, más bien, mostrar como están sucediendo las cosas en el momento presente conforme al estado del conocimiento actual. En pocas palabras, plantea hasta qué punto las actuales tasas de crecimiento económico y de población, así como la pretensión de una generalización de los patrones de comportamiento de los países ricos al conjunto del planeta, que es, en cierto modo, lo que proclama la teoría convencional del crecimiento, son incompatibles con la limitada capacidad de carga de la Tierra, con su limitada capacidad para proporcionar servicios y recursos indefinidamente.

La huella ecológica, se apoya en el concepto de «sostenibilidad fuerte» que reconoce tanto los servicios ecológicos inmateriales como las funciones vitales que suministra el capital natural, así como el considerable riesgo que comporta la irreversible pérdida de éste. Requiere que el stock de «capital natural», a diferencia de la «sostenibilidad débil», se mantenga constante independientemente de las evoluciones del capital monetario o físico generado por la actividad humana.

El análisis económico estándar, generalmente, ignora la evaluación en términos físicos del «capital natural», los ingresos derivados de éste, así como, las transformaciones de energía y materiales que tienen lugar en el curso de la actividad económica. Por el contrario, circunscribe el análisis en el flujo circular de los valores de cambio, expresado en términos monetarios.

Además, la mayor parte de los modelos de crecimiento y sostenibilidad carecen de cualquier representación de lo que podría de-

nominarsen: 'infraestructura' biofísica. No existe referencia alguna –y esto es más importante aún– a las modernas interpretaciones de la segunda ley de la termodinámica, a partir de la cual se puede concebir la economía como una compleja «estructura disipativa» inserta en la ecosfera.

La ampliación del segundo principio de la termodinámica nos dice que la entropía de un sistema aislado siempre aumenta. Además, sugiere que todos los sistemas altamente ordenados se desarrollan y crecen (incrementan su orden interno) a expensas de un desorden creciente en los niveles más altos de la jerarquía de los sistemas. Es decir, los sistemas dinámicos complejos permanecen en estado de no-equilibrio a través de una continua disipación de la energía disponible y de materia extraída de los ambientes que los hospedan. Estos sistemas requieren de un constante *input* de energía y materia para mantener su orden interno, frente a la desintegración entrópica espontánea.

Esto tiene unas implicaciones muy importantes para el análisis de la sostenibilidad. Los sistemas aislados (el cuerpo humano, la economía o una gran ciudad, por ejemplo) necesitan importar constantemente energía y materiales del exterior y exportar energía y materiales degradados para mantener su orden interno.

Lo anterior resalta la relación conflictiva, interactiva, de dependencia entre economía y naturaleza. Desde una perspectiva termodinámica, las tasas de crecimiento de la economía pueden sostenerse sólo a expensas del aumento del desorden (entropía) de la ecosfera. El comportamiento de sistemas complejos y el papel de la economía dentro de la jerarquía termodinámica global, debería parecerarnos, por tanto, fundamental para la sostenibilidad, pero ambos conceptos, generalmente, suelen ser ignorados tanto en los análisis convencionales como por las instituciones económicas y políticas del mundo actual.

La huella ecológica, es una herramienta para el desarrollo de cálculos ecológicos (es decir, físicos) directamente vinculados a la actividad económica. Esto puede servir a países, regiones o ciudades para computar sus cargas ecológicas reales sobre la ecosfera y para controlar sus balances ecológicos/termodinámicos derivados de su actividad económica. Estos cálculos también resultan de utilidad a la comunidad mundial para garantizar que los flujos agregados globales no exceden el ingreso natural sostenible (capacidad de carga global).

Aunque estos cálculos sean de naturaleza biofísica el análisis de la huella no adopta una posición alejada de la perspectiva social, económica o institucional. Pretende incorporar los distintos componen-

tes presentes en la dinámica social y económica, y, al mismo tiempo, persigue la puesta a disposición de los distintos agentes que se ven involucrados en la sostenibilidad de instrumentos y criterios de racionalidad adecuados. El hecho de que sea el consumo la variable de referencia es expresivo de ello.

Mathis Wackernagel y William Rees (1996), diseñadores originales de esta herramienta, formulan que si se consideran los diferentes componentes de consumo y los diferentes *inputs* (materiales y energía) contenidos en ellos y estimamos la superficie de tierra requeridas para generarlos se estará muy cerca de obtener una medida de la huella ecológica originada por una comunidad determinada. El que esta cantidad sea superior o inferior al suelo ecológicamente productivo de que dispone dicha comunidad determinará el superávit o déficit ecológico.

Según *Living Planet Report 2000*, publicado por World Wildlife Fund (2001), mientras la tercera parte de los ecosistemas terrestres se han perdido en los 30 últimos años, la presión ecológica que los seres humanos ejercen sobre la Tierra ha aumentado en un 50 por ciento en el mismo período, superando la tasa de regeneración de la biosfera. Por ejemplo, mientras la disponibilidad ecológica de la tierra en el planeta era en 1996 de 2,18 hectáreas (de 1,5 a 2,14, según fuentes) per cápita, la huella ecológica por persona en los países de la OCDE se situaba en las 7,22 hectáreas. Esto es, más de tres veces lo que le correspondería a cada uno de sus habitantes, de acuerdo con la capacidad ecológica existente.

En el período comprendido entre los años 1961 y 1997 se ha pasado de tener superávit ecológico a un déficit creciente, especialmente en los países ricos del planeta. Si bien, en 1961 se utilizaba el 83 por ciento de la capacidad disponible de tierra ecológicamente productiva, en 1997 esta cifra representaba el 126 por ciento (Wackernagel, 2000). Esto es, se está excediendo en un 26 por ciento la productividad disponible en nuestro planeta. Expresado en otros términos, los seres humanos estamos consumiendo por encima de la capacidad de regeneración de los recursos productivos terrestres y generamos desechos inasimilables en su totalidad. Esto indica que se está reduciendo aceleradamente el «capital natural» acumulado durante millones de años así como su capacidad de regeneración. Pero, al mismo tiempo, los servicios de soporte vital, que permiten esta regeneración y garantizan otras funciones vitales, están seriamente amenazados (tales como, la pérdida de corteza vegetal, la contaminación de aguas continentales y marinas, la contaminación del aire, el deterioro de la capa de ozono y otros).

Lo paradójico es, pues, que mientras la disponibilidad ecológi-

ca de la tierra en el planeta ha estado disminuyendo durante este siglo, la cantidad de tierra apropiada (que representa la cantidad de energía y materiales requeridos) por persona en los países ricos ha aumentado, en un contexto histórico en el que se anuncia que, gracias al importante desarrollo que han experimentado las tecnologías de la información y las comunicaciones, la actividad humana se encamina por la senda de la «desmaterialización». Sobre este aspecto insistiremos a lo largo del texto.

Los déficits ecológicos, así alcanzados, son una medida de la carga entrópica y del resultante desorden impuesto en la ecosfera por los llamados países 'avanzados', como un coste no contabilizado monetariamente del mantenimiento y expansión de sus economías consuntivas. Este desequilibrio entrópico masivo nos conduce a lo que puede llamarse el primer axioma del análisis de la *huella ecológica*: en un planeta finito, no todas las regiones o países pueden ser importadores netos de capacidad de carga (Rees, W., 1996).

Así pues, el análisis de la huella ecológica nos ofrece información relativa al déficit ecológico de los países y de la brecha en sustentabilidad global. Es decir, proporciona los criterios suficientes que permitan comprender hasta qué punto la economía humana puede sostenerse si la capacidad de carga de los distintos territorios está siendo superada continuamente.

En los últimos años han ido adquiriendo un protagonismo creciente las medidas encaminadas a «desmaterializar»<sup>8</sup> la actividad económica, apoyadas en el concepto de «eco-eficiencia». De este modo, se propone reducir en un «factor 10»<sup>9</sup> la intensidad material y energía por unidad de servicio económico, como ya sugirieron las investigaciones del Instituto Wuppertal en Alemania, o en un «factor 4» propuesto en el Informe al Club de Roma<sup>10</sup> (Wuppertal Institute, 1993<sup>11</sup>; Ulrich von Weizsäcker, E., Lovins, A y Lovins, H., 1997).

Es probable que el avance tecnológico permita ganancias en eficiencia relativa que lleven a ajustar el consumo a la capacidad disponible o que permitan aumentarla. Además, existe un amplio consenso en cuanto a la necesidad de mejorar la eficiencia en los procesos de extracción, transformación de recursos y de consumo de los productos elaborados, así como de reducir en la medida de lo posible las exigencias de materiales y energía para satisfacer las necesidades de consumo humano.

Sin embargo, varios debates se entremezclan en la actualidad. La eficiencia de los procesos, en armonía con las restricciones biofísicas; la necesaria reducción de las exigencias energéticas y de recursos; la urgente mejora de las condiciones de vida de la mayor parte de la población mundial, privada, cuando no excluida, de los

8 El uso del término de «eco-eficiencia», que se emplea por primera vez en la Cumbre de Río (1992), parece haber trasladado la preocupación por los efectos derivados de la actividad humana, en consonancia con una «visión rectal» de la economía \_como la denominó Schmidt-Bleek (1991) del Instituto Wuppertal\_, hacia las causas que los originan; esto es, hacia el inicio del proceso tratando de reducir la energía y los materiales por unidad producida. Ésta es, además, la idea que va llenando de contenido el concepto de «desmaterialización» de la economía en la actualidad (Hukkinen, J., 2001).

9 El factor 10, al que ya hemos hecho referencia, surge junto a los conceptos «materiales por unidad de producto o de servicios» (MIPS) y «mochila ecológica» del Instituto Wuppertal, en Alemania. En 1994 se funda, en Carnoules, Provence, el club internacional del factor 10, con la participación de 12 países entre los que se encuentran India, Canadá, Japón, EE.UU. y la mayoría de los países de la Unión Europea. Posteriormente, en 1998, se funda, en el mismo lugar, la red internacional de la innovación factor 10. Detrás de ellos descansa la idea de que la actividad industrial hace un uso desproporcionado de materiales y energía y que la garantía de sostenibilidad futura de aquella pasa por reducir a medio y largo plazo en un factor 10 el consumo de éstos.

10 Este nuevo Informe al Club de Roma, elaborado por Ernst Ulrich von Weizsäcker, del Instituto Wuppertal de Alemania y Amory B Lovins y L. Hunter Lovins, del Rocky Mountain Institute de Colorado, se presenta bajo el título Factor 4: doblar la riqueza disminuyendo el uso de los recursos a la mitad. La propuesta principal del informe es que es, en la actualidad, técnicamente posible duplicar el crecimiento económico, a corto plazo, empleando la mitad de los recursos materiales y energéticos.

11 <http://www.factor10-institute.org/Factor10.htm>

estándares de vida de las poblaciones de los países ricos. Unos y otros forman parte de una cartera de asuntos e interrogantes abiertos, presentes de manera recurrente en los debates sobre sostenibilidad, que no han encontrado, al menos hasta el momento, el tratamiento adecuado.

Una cuestión previa a la hora de hacer frente a problemas tan complejos como los enunciados es aceptar que, a diferencia de lo que se pensaba en el siglo XIX, no todo lo deseable es a la larga realizable, ni todo óptimo es posible. Los «teoremas de imposibilidad» nos han permitido entender *no cómo son las cosas sino cómo no pueden ser*. Las leyes de la termodinámica, enunciadas por lord Kelvin y Rudolf Clausius a mediados del siglo XIX, nos enuncian que la eficiencia ilimitada es inalcanzable. En consecuencia, algo que no podemos ignorar es el hecho de que cierto tipo de eficiencias deseables son inalcanzables (Mosterin, J., 2001).

Pero, al mismo tiempo, hay que asumir que la eficiencia es un término polisémico que puede prestarse a múltiples usos. No existe una única idea sobre la eficiencia aunque la acompañemos del prefijo «eco», que puede que incluso ayude más a ensombrecer que a aclarar su verdadero sentido en el contexto de la sostenibilidad.

De los diferentes significados de «eco-eficiencia» el más utilizado es aquel que pretende conjugar crecimiento económico y sostenibilidad. Esto es, incrementar la producción de bienes y servicios con el menor impacto sobre el entorno y con una menor cantidad de recursos y energía por unidad producida. Esta es la idea de la que se parte en la Cumbre de Río en 1992 –la de producir reduciendo los niveles de contaminantes– que posteriormente se ha ido complementando con la aportación de la eco-tecno-eficiencia adaptada a los procesos, en las que el Factor X constituye un importante catalizador del concepto.

European Eco-Efficiency Initiative (EEEI)<sup>12</sup> concibe la «eco-eficiencia» como un «camino a seguir en la estrategia empresarial y las acciones gubernamentales». Esto es, la «eco-eficiencia», para EEEI, combina el medio ambiente con el ejercicio económico monetario en aras a crear más valor con menos impacto ambiental. El propio World Business Council for Sustainable Development, uno de los socios de esta iniciativa, define la «eco-eficiencia» como «comercialización de productos y servicios competitivos en precio que satisfagan las necesidades sociales y ofrezcan calidad de vida a la vez que reduzcan de forma progresiva su impacto ecológico y la intensidad de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, hasta unos mínimos coincidentes con la capacidad estimada de nuestro planeta para asumirlos (WBSCD, 1999)»<sup>13</sup> (ver Anexos).

12 European Eco-Efficiency Initiative surge de la alianza de World Business Council for Sustainability (WBSCD), European Partners for the Environment (EPR) y European Commission for Enterprises (D. G. III de la Unión Europea) en 1998, a ella se une el Instituto Wuppertal, como socio alemán, en octubre de 1999. Nace como plataforma para la discusión e información a las empresas, autoridades políticas y sociedad de las iniciativas eco-eficientes alemanas y resto del mundo. La iniciativa Eco-Eficiencia Europea se propone dos objetivos: (i) desarrollar la eco-eficiencia como un concepto de excelencia empresarial en toda Europea; y (ii) integrarla en el tejido industrial y en las políticas económicas de la Unión Europea.

13 [www.prevencionintegral.com/WinEmpresa/WE-21/21P33-38.pdf](http://www.prevencionintegral.com/WinEmpresa/WE-21/21P33-38.pdf)



Más explícitamente, detrás de las iniciativas de «eco-eficiencia» lo que se persigue es una adaptación del crecimiento sostenido, reclamado desde distintas instancias políticas e institucionales internacionales, a un nuevo contexto en el que tanto la conciencia como la sensibilidad, de amplios sectores de la población, hacia medidas que palien el deterioro ambiental ocasionado por la actividad humana ha ido aumentando.

Así pues, en aras a seguir manteniendo en movimiento la máquina del crecimiento se le da la vuelta al argumento<sup>14</sup>. De este modo, los efectos indeseables, percibidos por sectores cada vez más amplios de la población, del crecimiento económico se convierten, gracias a una manera singular de entender los asuntos económicos, en una oportunidad. Textualmente se dice «el concepto de eco-eficiencia nos está conduciendo hacia una «nueva dimensión» [sic]: convertir el reto de la sostenibilidad en una oportunidad de negocios<sup>15</sup>».

Vivimos en un mundo que ha reducido gradual pero persistentemente su capacidad para suministrar servicios de soporte vital y por esta razón los seres humanos hemos de aprender a alcanzar unos estándares de calidad de vida, deseablemente generalizables al conjunto de la población mundial, con menos recursos de los actualmente utilizados y sin olvidar que la nuestra es una especie más entre los millones de especies existentes en la Tierra. Lo que está en discusión no es este hecho incuestionable sino los medios de que nos dotamos los seres humanos para afrontarlo.

Empíricamente ha podido demostrarse que las ganancias en eficiencia relativa, en muchas ocasiones, han sido absorbidas por los incrementos en el consumo que estas mismas han inducido (Saunders, H., 1992; Inhaber, H. y Saunders, H., 1994; Jackson, G., 1997; Herrring, H., 1998; Hukkinen, J., 2001). Los avances alcanzados por la ciencia y la técnica no son en absoluto desdeñables, es más lo deseable sería que siguieran produciéndose. El problema estriba, de una parte, en la «tecnolatría» y, de otra, en el «etnocentrismo». Ambas tendencias, fuertemente acusadas en el mundo occidental. El papel tan preponderante de la técnica para resolver problemas sociales –generalmente, al margen de los sujetos implicados– es, además, de poco eficaz, altamente excluyente.

Verdaderamente, lo que queremos poner de relieve no es tanto la capacidad de los seres humanos para superar las barreras físicas impuestas por la naturaleza sino la existencia de éstas.

Es por ello que, una estimación de la capacidad de carga adquirida o la *huella ecológica*, que analiza los flujos derivados del funcionamiento del actual modelo de crecimiento y acumulación y los expresa en una unidad de medida tangible al alcance de cualquier

14 La idea que subyace tras el concepto de eco-eficiencia, tal y como es usado mayoritariamente en la actualidad, puede ejemplificarse de manera gráfica a través de la denominación de una de las iniciativas de eco-eficiencia impulsada por diversas universidades y centros de investigación europeos: la iniciativa Miscanthus Network. Este consorcio que nace en 1990 se dedica fundamentalmente a profundizar en el estudio de nuevas especies vegetales para su uso industrial. Su denominación Miscanthus hace referencia a una hierba de origen japonés cuyas características son su rápido crecimiento y sus bajas necesidades.

15 Informe elaborado por el Servicio de Ingeniería de Winterthur a partir de las publicaciones de EEEI y de la Fundación Entorno (EEEI en el Estado español) en diciembre de 1999, titulado European Eco-Efficiency Initiative. Un camino a seguir en la estrategia empresarial y las acciones gubernamentales.

público, pueda ser útil como herramienta que muestre los diferentes efectos poco perceptibles, por lentos y dispersos, de una manera más comprensible.

### 2.3. Concepto de huella ecológica



La **huella ecológica** (*ecological footprint*), contabiliza, en términos físicos, los requerimientos de energía y materiales indispensables para satisfacer las necesidades de consumo de una economía concreta, a los distintos niveles estatales, regionales, locales e incluso individuales, y de los desechos generados, traducidos a la correspondiente superficie de tierra y de agua, ecológicamente productiva, necesaria para suministrar los recursos y servicios demandados, de acuerdo a la tecnología existente en el momento del análisis (Rees, W.; Wackernagel, M, 1996).

En otras palabras, la huella ecológica analiza el impacto de la actividad humana sobre la naturaleza, que traduce a una unidad de medida perceptible: hectáreas. Esto presenta diferentes ventajas. En primer lugar, reconoce la relación entre economía y naturaleza y la necesidad de pensar en términos de gestión de recursos y de desechos. En segundo lugar, ofrece una medida del impacto global de la actividad humana sobre la biosfera. En tercer lugar, al elegir como unidad de medida la superficie se hace explícito el hecho de que una parte muy importante de los servicios de soporte vital proceden de la corteza vegetal de la tierra, y el hecho de que ésta se encuentra en claro retroceso. En cuarto lugar, y último, la superficie es una unidad de medida tangible, comprensible y con una capacidad de representación importante. Es importante insistir, en este sentido, en que la sostenibilidad es asunto principalmente social y político.

El concepto de huella ecológica parte de la definición de **capacidad de carga**, que desde un punto de vista ecológico viene definida como la máxima población de una especie dada que puede ser sustentada indefinidamente en un hábitat específico sin perjuicio para el mantenimiento de la productividad de ese hábitat.

Sin embargo, dada la aparente capacidad de la especie humana para aumentar la capacidad de carga a través de la expansión y apropiación de otros espacios, eliminando, incluso, a otras especies que compiten por ellos, y la adquisición e importación de recursos a través de la tecnología y el comercio, el concepto de capacidad de carga es conveniente redefinirlo. William Catton<sup>16</sup> propone una definición que parece ajustarse mejor a las características de la especie humana. Según este autor la capacidad de carga es «la 'máxima car-

<sup>16</sup> Citado por Wackernagel y Rees en «Our Ecological Footprint...». Op., cit.

ga' que, de manera segura y persistente, puede someter el hombre a la ecosfera».

En otras palabras, lo que propone es dar la vuelta a la relación que expresa la capacidad de carga, definida por la ecología, (habitantes/unidad de superficie) sustituyéndola por su inversa. Se trataría de dar respuesta a la pregunta ¿cuál es la superficie de suelo productivo necesaria para mantener una población determinada, independientemente de donde se encuentre este suelo?<sup>17</sup>

En definitiva, se trataría de estimar el área de suelo/agua necesaria para producir, de forma duradera, los recursos o suministrar los servicios ecológicos requeridos por una población definida y absorber los desechos generados por ésta, considerando la tecnología existente en el momento del análisis. Esto es, mide cuánta naturaleza utilizan los seres humanos para sostener sus actuales exigencias. Esta redefinición de la capacidad de carga es a la que Rees y Wackernagel denominan **huella ecológica** o **capacidad de carga apropiada** (*appropriated carrying capacity*).

Los cálculos de la huella ecológica se basan, pues, en dos simples postulados: primero, que puede estimarse con una razonable precisión los recursos que consumimos y los desechos que generamos; segundo, que es posible traducir las estimaciones alcanzadas a hectáreas de tierra biológicamente productiva o ecológicamente productiva (*ecologically productive land*).

La estimación de la huella ecológica puede realizarse de dos formas distintas. La primera de ellas consiste en un análisis global partiendo de datos agregados a escala estatal. Los resultados obtenidos se traducen a hectáreas de tierra ecológicamente productivas por persona y posteriormente se multiplica por la población de los territorios sub-estatales analizados. La segunda estudia los distintos componentes de consumo y posteriormente por agregación de los resultados alcanzados se obtiene la huella global. Por ejemplo, si queremos estudiar el impacto de los viajes realizados en automóviles en Andalucía se considerará el consumo de combustible de un automóvil, la energía usada en su fabricación y mantenimiento, la superficie de tierra necesaria para circular y la distancia recorrida, a partir de aquí se alcanza una estimación de la media de materiales, energía consumida, las infraestructuras utilizadas y ello nos permitirá obtener una estimación media de la huella que vendrá expresada en hectáreas pasajero/km/año o cualquier medida que se considere apropiada.

El primer método, el más usado, tiene como principal ventaja la disponibilidad de información que es más abundante cuanto mayor sea tanto el nivel de agregación como el ámbito de estudio. Además,

17 Howard T. Odum (1980) realiza una aproximación a este concepto cuando afirma «La capacidad de sustento de un hombre es la superficie mínima en la que se puede concentrar el trabajo que se realiza para sustentarlo».

es más fácil eludir la posibilidad de incurrir en la doble contabilización de las mediciones, por la alta agregación de los componentes de consumo. Tiene como principal inconveniente que considera a las poblaciones como homogéneas.

El segundo método, presenta como ventaja la posibilidad de estudiar distintos componentes de consumo a un nivel más detallado y, si se dispone de información, con mayor exactitud. Los mayores inconvenientes son: a) la dificultad de conocer con detalle el ciclo de vida de los productos, conocer todo el proceso 'desde la cuna hasta la tumba'; b) mayor facilidad de incurrir en doble contabilización, habida cuenta que muchos productos comparten unos mismos recursos o medios y es difícil la imputación de la parte que corresponde a cada uno de ellos; c) la falta de datos es mayor cuanto mayor es el nivel de desagregación, y menor el ámbito espacial de estudio.

Nosotros nos hemos inclinado por el primer criterio. No obstante, se estudian de manera más detallada algunos componentes de consumo de los que se dispone de información y resultan significativos en el análisis de la huella. La imputación, por otra parte, a ámbitos inferiores al estatal no se hace partiendo de los datos estimados para este nivel. En nuestro caso, se ha estimado la huella para Andalucía directamente a través de los datos existentes. Para ámbitos inferiores, la ciudad de Sevilla y su Área Metropolitana, se utiliza una mezcla de datos directos, cuando éstos están disponibles, y estimaciones a través de métodos indirectos cuando no es posible hacerlo con información directa.

De cualquier modo, nuestro criterio es avanzar hasta donde sea posible en nivel de desagregación y exactitud, de acuerdo con los objetivos propuestos.

**2.4.**  
**Su utilidad:**  
**a) importante instrumento de comunicación;**  
**b) herramienta para la planificación y gestión de la sostenibilidad**



Una de las grandes ventajas de la huella ecológica es su relativa facilidad de cálculo y su flexibilidad para poder aplicarse tanto en el ámbito individual, como a escala local, regional o global. La Huella Ecológica se ha usado para estudiar la sostenibilidad de aplicaciones para la planificación individual (Langford, 1998), el impacto de las conductas individuales (Lewis, 1998; Paulson 1998), el comercio internacional (IIED, 1995), así como, el "entorno" ecológico de ciudades y grandes regiones (Simmons and Chambers 1998, Simmons 1998, Wackernagel 1998, Girardet 1997)<sup>18</sup>.

El análisis de la huella ecológica constituye un poderoso instrumento de comunicación, al expresar en unidades tangibles la presión a que la actividad humana somete a la biosfera. Y es por ello, que tiene un efecto real sobre los políticos y el público en general. La gente, en general, reconoce mejor nuestro impacto sobre la naturaleza si éste viene expresado en hectáreas de tierra que, por ejemplo, en términos de toneladas equivalentes de dióxido de carbono<sup>19</sup>. Está concebido, pues, para generar conciencia social, y, al mismo tiempo, como una herramienta para la gestión y la planificación de la sostenibilidad.

Permite comparar, al utilizar una unidad de medida homogénea, pautas de producción y de consumo entre diferentes ámbitos espaciales, ya sean a escala estatal, regional, local e incluso individual. Es útil, además, en la medida en que proporciona un conjunto de criterios para los planificadores locales, ámbito este último muy relevante en la actualidad, ya que las actuaciones públicas exigen una comprensión conjunta de las dinámicas globales y locales.

La huella ecológica no pretende describir, insistimos, cómo de mal están las cosas, sino cómo y qué puede hacerse respecto a ellas. Nos indica en qué posición se encuentra la humanidad, hacia dónde no se desea ir y cómo evitar encaminarnos en esa dirección. Elabora una contabilidad en términos físicos, pero sin descuidar los aspectos monetarios. Su cálculo es relativamente sencillo y sus mayores dificultades radican en la escasez de fuentes disponibles para estos propósitos. En este sentido, adquiere una extraordinaria importancia el desarrollo de la contabilidad física en las Estadísticas Públicas. Algunos pasos se han dado en este sentido pero son insuficientes. Es imprescindible que junto a los agregados monetarios puedan conocerse las cantidades físicas involucradas en los procesos que dieron lugar a esos resultados monetarios. Es conveniente que diseñemos un universo de valores no sólo monetarios en el que tengan lugar los procesos físicos con las unidades de medida correspondientes de forma que podamos percibir de una manera más realista los límites de los recursos y servicios que requerimos de la naturaleza para satisfacer nuestras necesidades de consumo.

El punto de partida, por consiguiente, es el consumo. Está suficientemente comprobado que los estándares de vida y las pautas de consumo, sobre todo la de los países ricos, tienen un fuerte impacto sobre la biosfera. Podría afirmarse que, en un planeta finito como es la Tierra, a cada persona, en teoría, se le asignaría una parcela de tierra para sostener sus vidas. Al inicio del siglo XXI, la cuota correspondiente a cada humano es de aproximadamente 1,5 hectáreas (unos 9 millones de hectáreas de tierra ecológicamente productiva dividi-

18 Centro de Estudios para la Sustentabilidad (1999). Universidad de Anáhuac. Xalapa. México.

19 Por ejemplo, Simmons and Chambers (1998) calcularon la superficie necesaria para sostener las pautas de consumo de una familia acomodada media. El resultado fue de 5 hectáreas, que es la superficie media ocupada por 500 vecinos (<http://www.bestfootward.com>).

da por los 6.000 millones de personas que habitan la Tierra). No obstante, la huella ecológica per cápita supera, ya, en más de un 20 por ciento la tierra ecológicamente productiva disponible (Wackernagel et al., 1997). Solamente mediante una reducción de la huella ecológica –ya que las ganancias de bioproductividad son limitadas– será posible garantizar que las generaciones futuras puedan seguir disponiendo de los recursos y servicios necesarios para su supervivencia.

El análisis de la huella ecológica nos permite, pues, de una parte, conocer el grado de dependencia de las poblaciones humanas de los servicios prestados por la naturaleza y, de otra, la capacidad de carga y suministro futuro del planeta Tierra en relación con esas poblaciones. De este modo, las estimaciones obtenidas, de acuerdo al consumo de recursos y de desechos generados, pueden compararse, por tanto, con las capacidades ecológicas disponibles en cada una de las escalas sometidas a estudio (global, nacional, local, sectorial, individual,...), y a partir de aquí determinar los déficits o superávits ecológicos.

Una ventaja adicional de las estimaciones obtenidas, en el cálculo de la huella ecológica, es que muestran en un solo dato la intensidad del impacto que un territorio provoca fuera de sus límites administrativos, tanto por el lado del consumo de recursos como por el de la generación de desechos. Desde este punto de vista, es un indicador que incorpora una variable importante, poco considerada en el análisis económico estándar, aunque de significación creciente en la literatura económica, la componente territorial. Resulta cada vez más evidente que la desigual capacidad de compra establece una jerarquización de los distintos territorios en los que algunos de ellos, los que concentran la mayor capacidad de compra, se convierten en importadores netos de sostenibilidad, apropiándose de una cuota muy superior de capacidad de carga de la que lo hacen los territorios claramente exportadores de sostenibilidad. Expresar los saldos del comercio exterior no tanto en términos monetarios sino en términos de capacidad de carga apropiada nos ofrece una imagen más clara de la idea de sostenibilidad.

Por último, cabe señalar que el análisis de la huella ecológica reconoce, de forma directa o indirecta, una gran variedad de impactos (consumo de energías no renovables, sobreexplotación de recursos naturales, y otros) permitiendo obtener, al mismo tiempo, importante información sobre ellos. De este modo, a pesar de la simplificación de los procesos biofísicos que tienen lugar como consecuencia de la actividad económica, el modelo de la huella es un modelo abierto que permite profundizar cuanto sea posible en los distintos aspectos asociados a la sostenibilidad.

La incidencia que la actividad humana tiene sobre la biosfera no sería, en principio, problemática si los recursos y servicios demandados y los desechos generados se ajustaran a su capacidad ecológica para suministrar esos recursos y servicios y absorber los desechos. Pero unos y otros están continuamente siendo superados.

En este orden de cosas, la necesidad de reconocer los límites ecológicos y sus implicaciones sociales no es una cuestión abstracta de carácter moral, sino que tiene importantes implicaciones prácticas desde el punto de vista de la gestión de la sostenibilidad. Reconocer, por tanto, que los seres humanos en su legítimo deseo de mejorar los estándares de vida no pueden transgredir las restricciones ecológicas ni ignorar las leyes de la termodinámica, supone dotarse de instrumentos capaces de suministrar información relevante sobre los flujos ecológicos derivados de la actividad humana.

Es por ello que, el análisis de la huella ecológica pone de relieve ciertos aspectos que resultan de utilidad:

- n Permite a los distintos agentes interesados en la gestión de la sostenibilidad mejorar su capacidad para controlar el déficit ecológico.
- n Proporciona criterios para la adecuación de algunas actividades productivas, que con el ánimo de reducir el riesgo futuro, se plantean prácticas más sostenibles.
- n Favorece una mejor gestión de los recursos y servicios que brinda la naturaleza, que se han ido materializando a lo largo de millones de años, en términos de «capital natural», sobre la base de su valoración sistemática más allá de la que le otorgan los análisis económicos estándar, que llegan a ser cero en algunos casos.
- n Alerta sobre la puesta en marcha de mecanismos de defensa al poner de relieve y hacer visible el fenómeno de la escasez de determinados recursos, básicos para la vida, y sus tendencias globales.
- n Facilita criterios e instrumentos que permiten analizar el efecto conjunto de numerosas variables ecológicas interrelacionadas, tales como: cambio climático, reducción de las pesquerías, disminución de la corteza vegetal, de los bosques, de la bioproductividad, expansión urbana y otros.
- n Anima a recurrir a fuentes de energía alternativas, poco nocivas para el medio, poco exigentes en recursos y satisfactorias desde el punto de vista de la salud humana. Así como, a la evaluación de los impactos en la puesta en funcionamiento de aquellas y su naturaleza limitada, aunque renovable.

De acuerdo con esto último, es conveniente precisar la problemática relación mecánica que, en ocasiones, se establece entre la capa-

cidad de renovación de un recurso y su uso ilimitado. La capacidad de regeneración de los recursos renovables constituye un factor limitante para el mantenimiento a largo plazo de la vida de los seres humanos en la Tierra. El hecho, incluso, de que se denominen recursos renovables puede inducir al error de considerar que es posible un uso ilimitado de estos recursos o que su capacidad regenerativa está libre de los efectos directos o indirectos que sobre ellos tiene la actividad humana. O que estos se encuentran fuera de los límites de la termodinámica.

Estas consideraciones equivocadas, sobre la renovabilidad ilimitada de los recursos y servicios de la biosfera, pueden inducir a prácticas que se den de bruces con la sostenibilidad perseguida justamente a partir de estos recursos. En este sentido, es conveniente subrayar no sólo el carácter limitado de estos recursos y su sometimiento a las leyes de la termodinámica sino, y esto tal vez sea lo más importante, que su deterioro continuo puede hacerlos inutilizables no sólo para las generaciones venideras sino para los seres humanos actuales. Constituyendo, por ello, unos de los factores limitantes más importantes para el sostenimiento a largo plazo de la vida, al menos tal y como la conocemos hoy, sobre la Tierra.

Combatir los síntomas o comprender la enfermedad. Ésta es la cuestión. A pesar de que en las últimas décadas parece haber adquirido un interés renovado la atención que se presta a la utilización de materiales y energía y a la gestión de los desechos generados, y, en este sentido, un desplazamiento desde una «visión rectal» de los procesos hacia un interés mayor por los recursos naturales, existe una cierta tendencia a superar los límites físicos que les son intrínsecos. Bien por el lado de una confianza excesiva en la capacidad de la tecnología para hacer frente a los problemas de escasez de recursos, bien por el lado de otorgar una capacidad ilimitada a los recursos renovables.

## 2.5. Limitaciones metodológicas y de los resultados obtenidos



**E**n el capítulo de los puntos débiles de este indicador quizá el que más objeciones ha recibido es el de pretender ofrecer una información de un fenómeno complejo a través de un único índice, justamente uno de sus principales puntos fuertes. Un asunto bastante debatido en el campo de la sostenibilidad, como ya se apuntara más arriba, sin una respuesta definitiva.

La valoración de la demanda total de recursos naturales requeridos para el funcionamiento de una malla de flujos de energía y ma-



teriales estrechamente interrelacionados y los requerimientos de 'espacio' asociados a la demanda de los recursos anteriores es claramente insuficiente.

No considera otros impactos, más difíciles de medir, aunque no menos importantes, tales como: desechos y emisiones (sólo se contempla, aunque está justificada esta opción, el CO<sub>2</sub> en los cálculos); mantenimiento de los ciclos hídricos; reducción de la capa de ozono; contaminación de suelo, aguas; los efectos negativos sobre el medio de algunas prácticas agrarias y pecuarias; prácticas de producción y consumo, y otros.

Es más, e incidiendo en lo anterior, los impactos que provoquen cualquier alteración de la biosfera son en gran medida impredecibles, por desconocidos. Ni están claras las relaciones causa-efecto, ni toda la geografía tiene el mismo comportamiento ante los distintos agentes contaminantes, ni son conocidos los posibles efectos desencadenantes que pueden provocar éstos sobre los distintos sistemas<sup>20</sup> (estratosfera, atmósfera, troposfera, litosfera e hidrosfera) que envuelven al globo terráqueo. Los interrogantes aún abiertos sobre el impacto sobre la salud de los seres humanos, por ejemplo, de los contaminantes –ya sean éstos en forma de gases o de partículas–, la paradoja urbana del ozono, la contaminación fotoquímica, la incertidumbre científica en torno al aumento y evolución del ozono troposférico, y otros fenómenos insuficientemente comprendidos muestran las importantes limitaciones del conocimiento científico actual.

El análisis de la huella y la presentación de los resultados obtenidos, puede inducir a interpretar que los asentamientos dispersos en el espacio son más sostenibles que los más concentrados (éste es un tema importante en los debates sobre la sostenibilidad urbana, en concreto la discusión entre si es más sostenible la ciudad compacta o la difusa). De cualquier modo, aquí se plantean problemas de distinta naturaleza. De una parte, las cuestiones relativas a la capacidad o la dispersión urbana. De otra, la disposición de los asentamientos en el espacio y su capacidad de autosuficiencia.

En este sentido, existen poblaciones muy derrochadoras de recursos pero que no presentan déficits ecológicos por estar localizadas en Estados cuyas superficies son muy extensas. Por ejemplo la huella estimada para Nueva Zelanda en 1997 era de 10,3 hectáreas, muy por encima de la media mundial (2,1 hectáreas); sin embargo, su capacidad bioproductiva se situaba en 16,1 hectáreas que se traducía en un superávit de 5,8 hectáreas.

Además, subestima el impacto de la actividad humana sobre el entorno más inmediato. Trata insuficientemente aspectos cualita-

20 Entendiendo sistema, en este caso, como conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a un determinado objeto (DRAE).

tivos tales como la calidad de los flujos de energía y materiales derivados de la actividad humana y no discrimina en razón del uso que las distintas comunidades puedan hacer de los recursos en función de que éstos sean o no renovables. Del mismo modo, no penaliza el uso abusivo de fertilizantes, pesticidas, etcétera encaminados a incrementar la productividad agraria o la fuerte presión a la que se ve sometida el suelo agrario por las prácticas intensivas de cultivos.

Una limitación que es también frecuentemente objetada es la aceptación del 12 por ciento como porcentaje de preservación de la biosfera. Sobre esto existe una cierta controversia en la literatura (Odum, H.T. considera como necesario para satisfacer esta función un porcentaje muy superior, por encima del 30 por ciento). Se asume, en este caso, la propuesta formulada en el Informe Brundtland, que es generalmente la más aceptada.

Y por último, una limitación importante no achacable a la propia herramienta es la insuficiencia de fuentes estadísticas para poder cumplimentar las estimaciones por ella sugeridas. Esto es particularmente significativo en el estudio de realidades a escala más reducidas como es el caso de las ciudades. Más aún, por el papel que éstas están jugando y están destinadas a jugar en la batalla por la sostenibilidad.

## 2.6. La Huella Ecológica: una medida del déficit ecológico global



lo largo de los últimos 40 ó 50 años se han producido importantes transformaciones que han acelerado los procesos de deterioro del medio natural que nos sustenta. Para intentar comprender estos cambios, que han derivado en un aumento en la apropiación y extracción de recursos naturales y en la generación de desechos, en buena media extraños al medio, y con dificultad para ser absorbidos e incorporados de nuevo a los ciclos de materiales y energía naturales, en este apartado se va analizar:

- n La evolución de la huella ecológica mundial en el período comprendido entre los años 1961 y 1997.
- n El estudio de la evolución de algunos de sus componentes.
- n La distinta aportación de los países a la huella ecológica global, a través del estudio realizado por Wackernagel et al. (1997) y denominado *La Huella Ecológica de las Naciones*, referido a 52 países, que representan al 80 por ciento de la población mundial.

## **Evolución de la huella ecológica mundial en el período 1961 y 1997**

La civilización industrial ha modificado de forma sustancial la posición de la especie humana en la naturaleza. El descubrimiento de los combustibles fósiles y posteriormente de un conjunto de materiales raros nos ha permitido disponer de unas fuentes de energía con una extraordinaria capacidad para generar trabajo y desarrollar al límite nuestras ilusiones de infinitud. El desarrollo tecnológico que, como consecuencia de estos descubrimientos ha tenido lugar, ha gestado una mentalidad, una forma de pensamiento, ajena al sentido del límite. Es más, ha permitido que se extienda la idea de que los seres humanos podemos existir fuera de los dictados de la naturaleza.

En los últimos doscientos años las personas hemos desatado toda una serie de acontecimientos que han alterado de forma sustancial los impactos de la actividad humana sobre las distintas formas de vida en la Tierra y sobre el planeta mismo. El importante desarrollo que han experimentado las energías exosomáticas han aumentado la capacidad de apropiación de los recursos y servicios suministrados por la naturaleza y, al mismo tiempo, han potenciado la aparición de un fenómeno prácticamente inexistente en las sociedades premodernas: la generación de elementos extraños, y por ende, no asimilables por la naturaleza. La manipulación de determinados recursos ha dado lugar a la generación de desechos que al no incorporarse en los ciclos de materiales han provocado la ruptura de éstos. Es por ello, que a diferencia de las civilizaciones premodernas, en la civilización industrial es preciso expresarse en términos de recursos y de desechos.

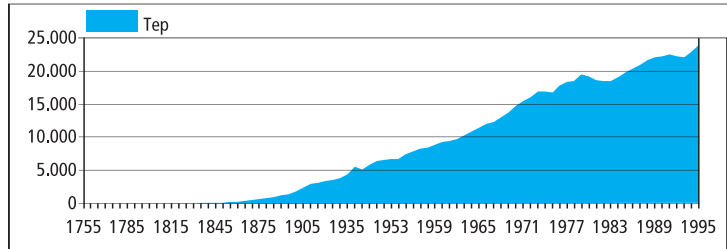
El hecho de que los ciclos de materiales no se cierren tiene implicaciones muy importantes, tanto por el lado de los recursos como por el lado de los desechos. Van reduciendo progresivamente los recursos disponibles y, al mismo tiempo, van incrementándose el número y la cantidad de elementos extraños que van depositándose, sin solución de continuidad, en los distintos sistemas de soporte vital.

Ambos fenómenos se retroalimentan. Así, la generación creciente de residuos, en sus diferentes formas, y la dificultad para ser incorporado a los ciclos naturales reducen la capacidad bioproductiva y la disponibilidad de servicios naturales y, en consecuencia, la disponibilidad de recursos. La cada vez más exigua presencia de servicios de soporte vital o su creciente deterioro resta, a su vez, capacidad de asimilación de los desechos generados. Todo ello se ve, además, acentuado en tanto que la actividad extractiva de recursos es muy superior a su regeneración y los desechos generados se sitúan muy por encima de las posibilidades de asimilación de éstos.

El análisis de la huella ecológica permite identificar estos procesos. El estudio realizado para un largo período de tiempo, durante el cual la población dobló su cifra, el comprendido entre los años 1961 y 1997, muestra la divergencia, cada vez mayor, entre la demanda de recursos y servicios naturales y las disponibilidades realmente existentes.

### Emisión de dióxido de carbono (tep) (millones de toneladas)

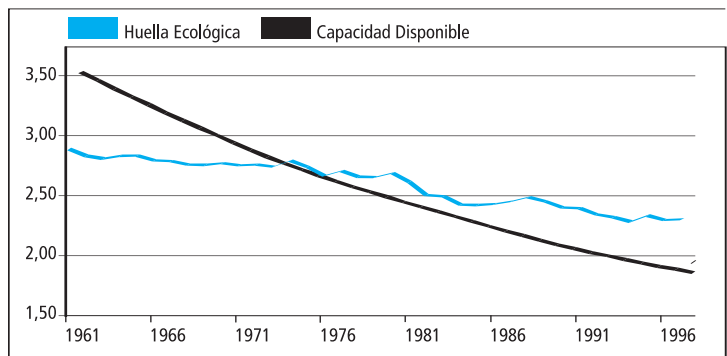
Fuente:  
World Resources Institute.  
1998



Es interesante observar que justamente a partir de 1973, cuando empiezan a percibirse los síntomas de deterioro ambiental derivados del modelo de crecimiento económico, no se produce una reducción de la brecha entre las exigencias de recursos y servicios y las disponibilidades –expresadas en hectáreas totales demandadas y disponibles–, sino, que por el contrario, las distancias se agrandan. Una de las razones que explican esta aparente paradoja es la visión distorsionada que de la realidad muestra el instrumental de análisis al uso. En este sentido, las herramientas utilizadas en el análisis económico estándar y sus índices de referencia –de uso generalizado– se apoyan en un modelo circular de valores monetarios de carácter bidireccional que, basado en un flujo de valores monetarios ilimitado y permanente, ignora y oculta las más elementales leyes de la física y resulta termodinámicamente imposible. Este alejamiento de los fenómenos reales y el grado de autonomía alcanzado por una

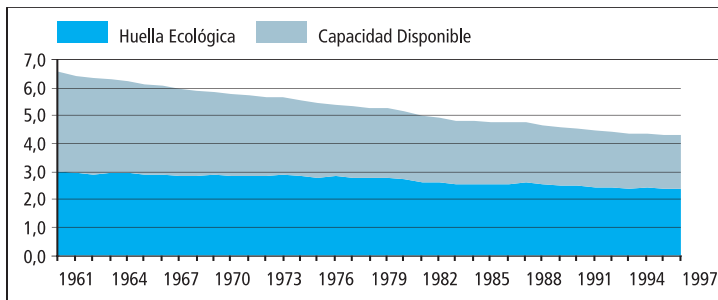
### Evolución de la Huella Ecológica y de la Capacidad Disponible (Ha/hab) (1961 a 1997)

Fuente:  
Elaboración propia, a partir de  
Redefining Progress (2000)



modelización de la realidad circunscrita exclusivamente a un universo de valores monetarios impide apreciar la evolución del impacto de la actividad humana sobre el medio que le sirve de soporte y sustento y, por ende, poder adoptar las medidas necesarias para corregir las tendencias actuales.

Es por esta misma razón, que resulten tan infructuosos los intentos que desde distintos ámbitos persiguen reducir los indeseables efectos ambientales y sociales de los procesos económicos en curso. El empeño de reducir la realidad a un conjunto de agregados susceptibles de ser expresados en valores monetarios permite establecer una singular jerarquía de la riqueza de las poblaciones en el mundo. De este modo, a partir del uso de un indicador capaz de medir sólo una parte muy reducida de las actividades vitales se establecen unas categorías que de manera arbitraria clasifican a los diferentes países en desarrollados, en desarrollo y países menos adelantados. Esta clasificación si bien refleja con cierta exactitud la desigual distribución de la riqueza monetaria en el mundo y, por consiguiente, la capacidad de compra, no permite reconocer qué impactos ambientales generan estos procesos de acumulación monetaria.



### Evolución de la huella ecológica y capacidad disponible (Ha/hab)

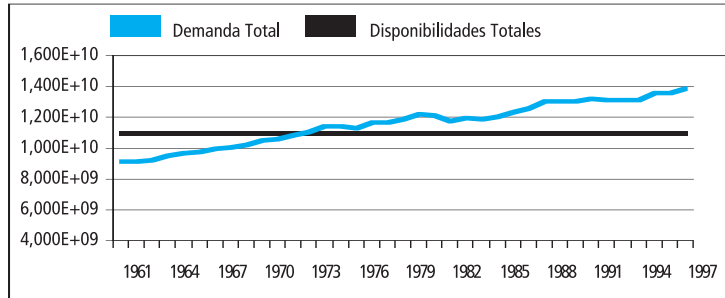
Fuente:  
Elaboración propia, a partir de  
Redefining Progress (2000)

El análisis de la huella ecológica, a pesar del alcance limitado y necesariamente parcial de sus resultados, nos permite establecer una distinta categorización que altera de manera sustancial el orden alcanzado en la anterior. De este modo, es posible comparar volumen de población, riqueza monetaria, huella ecológica y disponibilidades de recursos y servicios. En realidad, lo que se propone es una información complementaria de manera que permita tener una visión más exacta de la situación de las distintas poblaciones y de sus responsabilidades sociales y ambientales.

Puede apreciarse en los gráficos siguientes cómo existe una correlación positiva entre la capacidad de poder de compra y la huella ecológica que van generando las distintas poblaciones. Son los

## Hectáreas

Fuente:  
Redefining Progress,  
2000



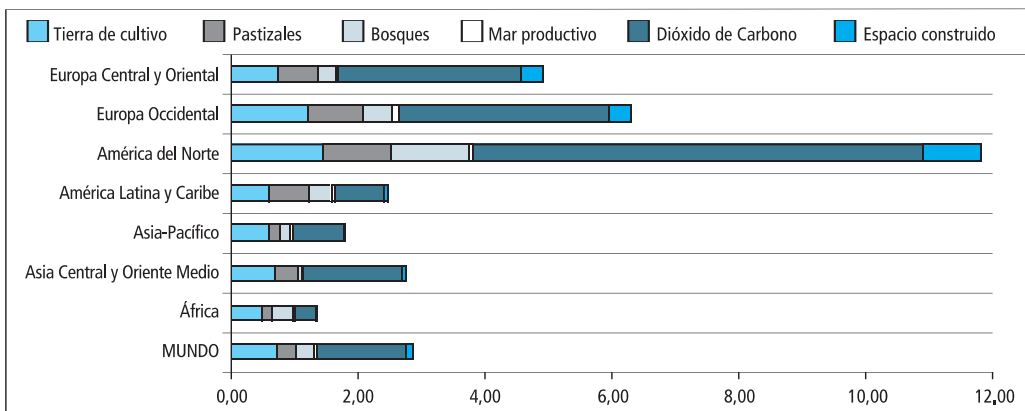
países que tienen la consideración de ‘desarrollados’ los principales responsables del deterioro que sufre el planeta Tierra. El propio informe de Naciones Unidas *El Estado de la Población Mundial 2001* reconoce textualmente que «la huella ecológica de los más ricos es mucho más profunda que la de los pobres, y, en muchos casos, supera la capacidad de regeneración de la Tierra».

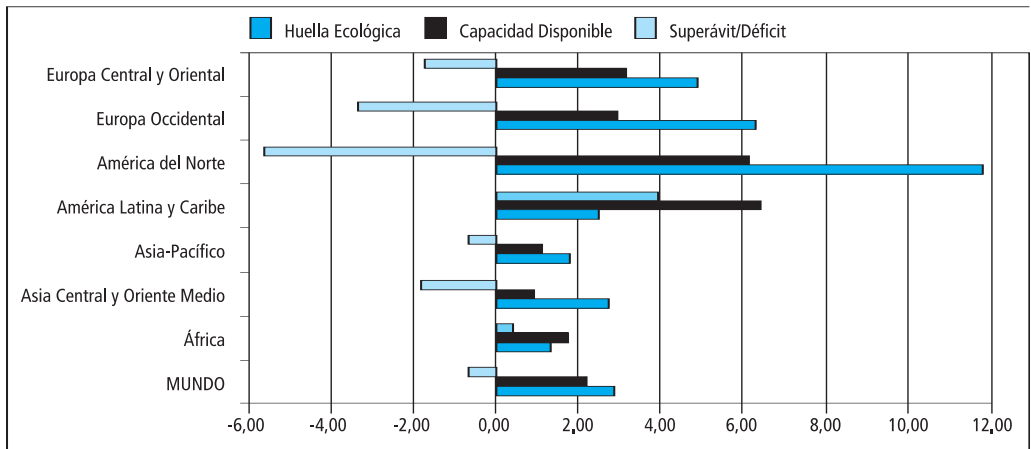
En 1996 la huella ecológica media de los países europeos occidentales era de 6,28 hectáreas por persona. La de los ciudadanos norteamericanos (Canadá y EE.UU.) se situaba en 11,77 hectáreas por persona. La huella correspondiente a la OCDE alcanzaba la cifra de 7,22 hectáreas por persona. La capacidad biológica existente, en ese momento, se cifraba en 2,18 hectáreas por persona. Esto significa, en resumen, que los ciudadanos europeos occidentales, norteamericanos y de los países integrantes de la OCDE superaban 2,88, 5,37 y 3,31 veces la capacidad de la Tierra para satisfacer las necesidades de consumo. En otras palabras, si generalizamos los estándares de consumo de los países ricos al conjunto de los habitantes del planeta necesitaríamos del orden de 3 a 5 planetas adicionales para poder satisfacerlos.

En contraste con lo anterior, África alcanzaba una huella media

## Distribución de la Huella Ecológica por Áreas Geográficas (Hectáreas por habitante)

Fuente:  
World Wildlife Found, 2001





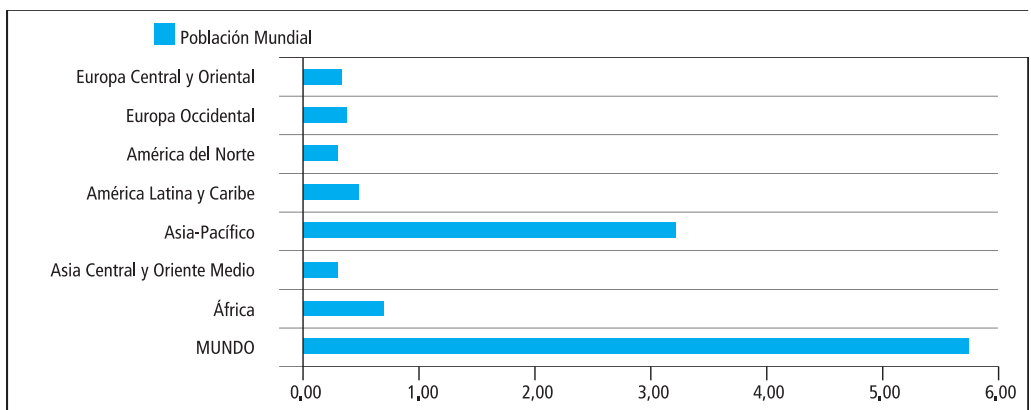
por persona de 1,33 hectáreas y los países no miembros de la OC-DE registraban una media de 1,81 hectáreas per cápita. Unos y otros se sitúan dentro de la capacidad disponible, de 2,18 hectáreas por persona. Aunque esto no implique que tengan las necesidades básicas resueltas. Muchos ciudadanos de estos países carecen de los elementos básicos de soporte vital, están contenidos en los 1.280 millones de personas que carecen de agua potable, viven bastantes de ellos con menos de un dólar diario y la hambruna y las enfermedades son moneda corriente entre ellos. Muchos integran ese 22,7 por ciento de la población mundial que ingresa menos de 300 dólares al año, cuyos ingresos totales representan tan sólo el 0,9 por ciento de los ingresos monetarios totales.

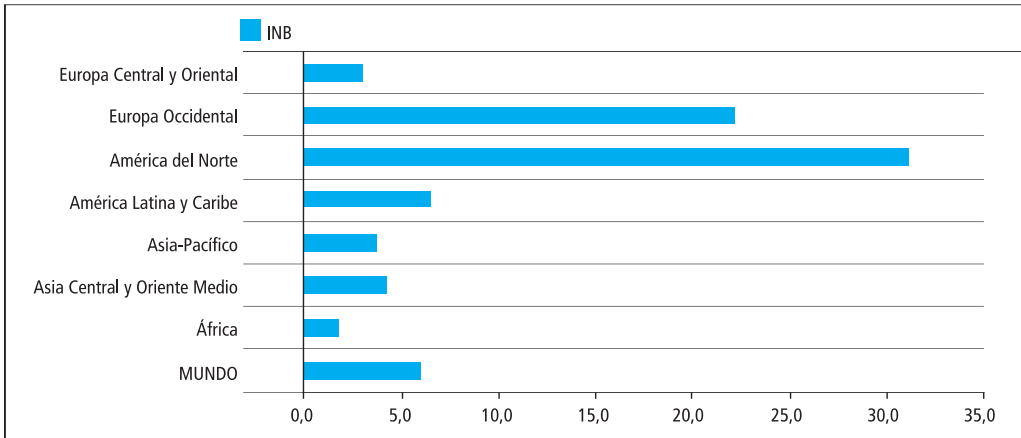
Este hecho refleja la desigualdad existente en el mundo y aproxima el concepto de riqueza monetaria a su verdadera naturaleza. El Fondo de Población de Naciones Unidas, en el mismo informe al que en algunas líneas más arriba se hizo referencia, reconoce que aun-

**Distribución del Superávit o Déficit Ecológico por Áreas Geográficas (Hectáreas por habitante)**

Fuente: World Wildlife Found, 2001

**Distribución de la población de la población mundial por Áreas Geográficas (Miles de millones de habitantes)**





**Distribución del Ingreso Nacional Bruto por Áreas Geográficas (unidades en miles; en Paridad de Poder Adquisitivo, per cápita y año)**

Fuente: Naciones Unidas, 2001

que «es evidente que la mundialización ha conducido al aumento de la riqueza [monetaria] mundial y ha estimulado el crecimiento económico. También ha agravado la desigualdad en el ingreso y la degradación del medio ambiente. Debido a la pobreza, muchas personas están incrementado la presión que ejercen sobre frágiles recursos naturales a fin de poder sobrevivir».

Evidentemente, los ciudadanos de los países ricos pueden mantener sus estándares de consumo en virtud de su capacidad para disponer y apropiarse de los recursos y servicios naturales existentes en perjuicio de los pobladores más pobres. Así, mientras que el 90,9 por ciento de la población mundial vive por debajo de las 7 hectáreas per cápita, con una huella media de 1,83 hectáreas por persona –dentro de los límites de la capacidad disponible–, el 9,1 por ciento restante acumula el 41,9 por ciento de la huella ecológica total y supera con creces las disponibilidades existentes.

Esta importante concentración de la capacidad de compra acentúa y perpetúa las desigualdades sociales, y favorece unas maneras de producir y consumir que atacan seriamente las posibilidades reales de la naturaleza para seguir suministrando los servicios de soporte vital.

**Distribución de la población y los ingresos por Áreas Geográficas (ingresos nacionales brutos en paridad de poder adquisitivo)**

Fuente: World Wildlife Found, 2001

	Población, total (millones)	INB PPA (millones de dólares)	INB PPA (dólares per cápita)
MUNDO	6.783,6	40.763.081,4	6.009,1
África	812,6	1.419.677,4	1.747,1
Asia Central y Oriente Medio	341,7	1.468.248,0	4.296,9
Asia-Pacífico	3.681,0	13.757.611,0	3.737,5
América Latina y Caribe	518,6	3.386.205,0	6.529,5
América del Norte	316,9	9.911.709,0	31.277,1
Europa Occidental	388,1	8.642.257,0	22.268,1
Europa Central y Oriental	724,7	2.177.374,0	3.004,5



	Huella Ecológica	Capacidad Disponible	Disponibile Déficit
MUNDO	2,85	2,18	-0,67
África	1,33	1,73	0,40
Asia Central y Oriente Medio	2,73	0,91	-1,82
Asia-Pacífico	1,78	1,11	-0,67
América Latina y Caribe	2,46	6,39	3,93
América del Norte	11,77	6,13	-5,64
Europa Occidental	6,28	2,93	-3,35
Europa Central y Oriental	4,89	3,14	-1,75

### Distribución del déficit o superávit ecológico por Áreas Geográficas (hectáreas per cápita)

Fuente:  
World Wildlife Found,2001

## Estudio de la evolución de algunos componentes de la Huella Ecológica

La desigual distribución de la población en el planeta, cada vez más concentrada en las áreas urbanas de los países con menos recursos económicos –alrededor de 160.000 personas se desplazan, cada día, desde el campo a las ciudades–, no guarda relación con la diferente distribución de los ingresos monetarios ni con los daños sobre el medio que se deriva de su actividad. No obstante, la creciente urbanización de la población mundial constituye, en la actualidad, uno de los principales motivos de preocupación desde el punto de vista de la gobernabilidad social y la sostenibilidad ambiental y puede agravar la presión sobre una población crecientemente concentrada y depauperada.

Como se pone de manifiesto en el cuadro que sigue a continuación, la mayoría de los grandes conglomerados humanos tienen lugar en los países menos industrializados. Estos concentran, en la «era de las megaciudades»<sup>21</sup> la casi totalidad de las ciudades que superan los 10 millones de habitantes.

Este creciente proceso de urbanización –que va más allá de la mera concentración de la población en las ciudades e implica todo un conjunto de prácticas que afectan a todos los territorios–, ha puesto de manifiesto, en su extensión, una serie de problemas que son insuficientemente comprendidos utilizando exclusivamente el análisis estándar y sus instrumentos de medida. Tanto los que se derivan de unos modos de consumir y producir inducidos por la dinámica de las poblaciones más ricas, cuanto los que proceden de las megaciudades (mal llamadas ciudades) de los países más pobres que se resisten a poder ser interpretadas desde el ángulo ofrecido por la vara de medir del dinero.

En este sentido, los cambios en los modos de producir y consumir<sup>22</sup> que han tenido lugar, sobre todo en los países que mayor riqueza monetaria han concentrado, ejercen una presión sostenida y cada vez mayor sobre el conjunto de los seres vivos y la biosfera. Su mayor realización se ha convertido en su principal proble-

21 A diferencia de lo que acontecía a principios del siglo XX, una única ciudad superaba la cifra de 10 millones de habitantes, Nueva York, (Yue-man Yeung, 1997) las proyecciones indican que para 2015 de las 21 que superarán esta cifra 17 se localizarán en el Sur (FPNU, 2001).

22 Utilizo aquí intencionadamente pautas de comportamiento, modos de producir y consumir, en lugar de estilos de vida, más usual. Considero que es más conveniente hacerlo así, por cuanto la expresión «estilo de vida» suele utilizarse para hacer referencia al comportamiento de la población asociado a una época o civilización determinada, una realidad extraordinariamente diversa y compleja que difícilmente puede quedar descrita de este modo. A este respecto son interesantes las reflexiones de David Chaney (2003) en su libro Estilos de vida, en las que no entramos porque nos desviaría en exceso la discusión propuesta en este texto.

Megaciudad	Población					Crecimiento medio anual	Sobre total país
	1950 miles	1980 miles	1990 miles	2000 miles	2015 miles	(1980-2000) %	2000 %
Tokio	6920	21854	25081	26444	27190	0,96	20,77
Dhaka (Bangladesh)	417	3257	6621	12519	22766	6,96	8,92
Mumbai (Bombay)	2981	8695	12308	16086	22577	3,12	1,57
Sao Paulo	2528	12693	15100	17962	21229	1,75	10,41
Delhi	1391	5559	8207	12441	20884	4,11	1,21
México D.F.	2883	13010	15311	18066	20434	1,66	18,00
New York	12339	15601	16056	16732	17944	0,35	5,85
Jakarta	1452	5985	7650	11018	17268	3,10	5,13
Calcuta	4446	9030	10890	13058	16747	1,86	1,27
Karachi	1028	5048	7147	10032	16197	3,49	6,92
Lagos	288	2572	4765	8665	15966	6,26	7,41
Los Ángeles	4046	9523	11456	13213	14494	1,65	4,62
Shanghai	5333	11739	13342	12887	13598	0,47	1,00
Buenos Aires	5042	9920	11180	12024	13185	0,97	32,07
Metro Manila	1544	5955	7973	9950	12579	2,60	12,90
Beijing	3913	9029	10819	10839	11671	0,92	0,84
Río de Janeiro	2965	8812	9689	10652	11543	0,95	6,17
Cairo	2410	6843	8296	9462	11531	1,63	13,70
Estambul	1077	4397	6544	8953	11362	3,62	13,24
Osaka	4147	9990	11035	11013	11013	0,49	8,65
Tianjin	2374	7268	8785	9156	10319	1,16	0,71

### Evolución y perspectivas de la población mundial

Fuente: NU. Perspectivas de Crecimiento Urbano 1990 (New York, 1991). FPNU. El Estado de la Población Mundial 2001. Huella e hitos: población y cambio del medio ambiente.

ma: las dinámicas urbanas. En los países de mayor poder adquisitivo las ciudades paulatinamente más dependientes y, al mismo tiempo, más exigentes en recursos y servicios naturales, que no poseen. En los países denominados «en desarrollo» o «menos adelantados» los problemas son aún mayores: malas condiciones de vida, infraviviendas y hacinamiento, insalubridad ambiental, escasez de infraestructuras mínimas, contaminación de aguas, aire, residuos urbanos en crecimiento, y otros derivados de unos asentamientos populosos y carentes de recursos para atender las necesidades de sus moradores.

Las exigencias alimentarias, por ejemplo, derivadas de los estándares de vida urbanos han alterado de manera importante el papel de la agricultura y han inducido a una modificación sustancial en las prácticas agrarias –en la actualidad, para producir la misma cantidad se utiliza menos espacio y menos personas por unidad de superficie– que ha derivado en una mayor exigencia de insumos industriales, un mayor uso de agua, una mayor generación de desechos y emanaciones de contaminantes y un menor requerimiento de mano de obra. Todo ello está favoreciendo un creciente abandono de las zonas rurales y obligando, en algunos casos, a las poblaciones que aún no lo han hecho a ocupar zonas muy frágiles del territorio sometidas a un proceso de progresivo deterioro.

Todas estas manifestaciones de unas prácticas insostenibles tanto desde el punto de vista social, económico como ambiental, se pueden ver reflejadas en el uso irresponsable que se hace de unos recursos y servicios naturales cada vez más exigüos.

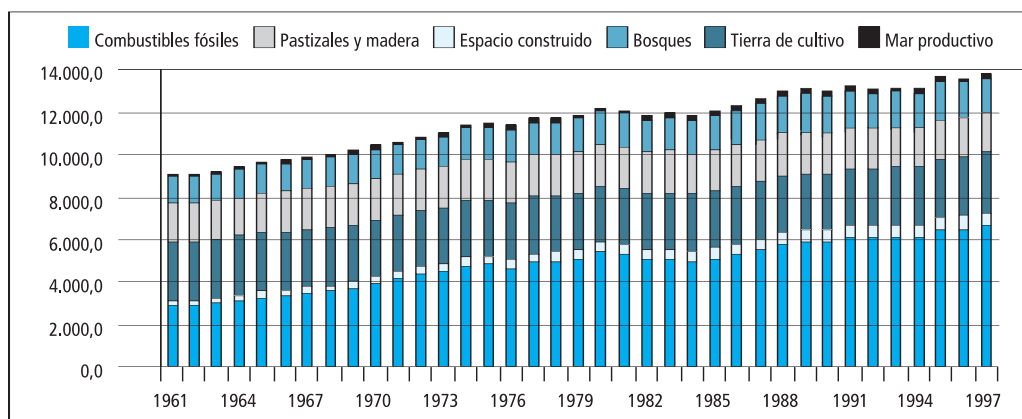
Esto se puede apreciar en la evolución que han seguido los distintos componentes de la huella ecológica y en los de, su contrapartida, la capacidad ecológica existente o la capacidad de regeneración de los recursos y servicios terrestres.

Si consideramos la evolución de los distintos componentes de la huella ecológica y de la capacidad ecológica disponible, tanto en términos relativos como en términos absolutos, puede apreciarse que el incremento que ha sufrido el consumo de combustibles fósiles no se ha visto compensado con un aumento de los servicios necesarios para absorber el excedente atmosférico, sino que, por el contrario, se observa una reducción en la superficie destinada a bosques. Es cierto que en determinados países sobre todo en los denominados ricos se han puesto en marcha iniciativas de conservación del medio, e incluso ha aumentado la superficie destinada a la preservación de la diversidad y las áreas de bosques protegidas. Pero no es menos cierto, que, al mismo tiempo, la tala indiscriminada de bosque tropical, la pérdida de manglares, o la ocupación de zonas fértiles en otras áreas del planeta han aumentado. Ésta es la razón del saldo negativo global, que es un criterio que no puede perderse de vista en el análisis de la sostenibilidad.

En general, puede afirmarse, atendiendo al resto de los componentes considerados, que frente a un aumento continuado del consumo, que casi se ha duplicado en los casi cuarenta años de referencia, la capacidad de la biosfera para suministrar recursos y servicios es cada vez más limitada cuantitativa y cualitativamente. Así

### Evolución de los componentes de la Huella Ecológica (millones de hectáreas)

Fuente: Redefining Progress, 2000



a la pérdida de corteza vegetal de la tierra hay que sumar el deterioro que sufre la superficie ecológicamente productiva disponible, debido a la presión constante a la que se ve continuamente sometida, sobre todo la superficie de mayor capacidad para generar biomasa y aquella con mejor disposición para absorber el sobrante de  $\text{CCO}_2$  que emitimos a la atmósfera. La desaparición progresiva de superficie de bosques tropicales, la agricultura y ganadería intensivas, así como los procesos de desertización y erosión que padecen áreas muy importantes de la Tierra ponen en duda la capacidad de soporte vital futura de nuestro planeta.

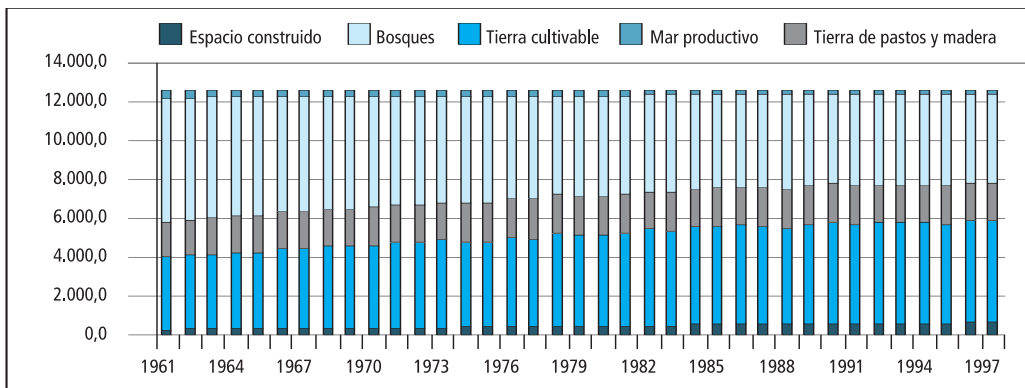
### Distinta aportación de los países a la Huella Ecológica global

Anteriormente se ha analizado la evolución de la huella ecológica mundial en un largo período de tiempo, durante el cual el modelo de acumulación capitalista ha vivido su crecimiento más intenso. En esta evolución podía apreciarse el distinto comportamiento de las distintas áreas geográficas respecto a la incidencia de su actividad económica en el medio. Los distintos países aparecían incorporados a su agregado correspondiente, en orden a siete áreas diferentes. Sin embargo, esta representación aunque importante no refleja la diferencia entre países. Por ejemplo, Japón, con una huella de 5,94 hectáreas por persona y un déficit de algo más de 5 hectáreas, aparece incluida –de acuerdo con la división que establece Naciones Unidas– en el área Asia-Pacífico, cuya huella es de tan sólo 1,78 hectáreas por persona y su déficit de 0,67 hectáreas per cápita, junto a países como Laos con una huella de 0,91 hectáreas por persona y un superávit de 6,39 hectáreas por persona.

Lo anterior exige un análisis más pormenorizado, país a país, para estudiar el impacto real que éstos tienen sobre la naturaleza. El estudio realizado por Wackernagel et al. (1997) y denominado *La Hue-*

### Evolución de la Capacidad Ecológica Disponible (millones de hectáreas)

Fuente: Redefining Progress, 2000



## La Huella Ecológica de las Naciones (1993)

Países	Población [1993]	Huella Ecológica [ha/cap.]	Cap. Disponible [ha/cap.]	Déficit/Superávit [ha/cap.]
Alemania	80.857.000	5,2	1,7	-3,6
Argentina	33.780.000	3,6	4,6	1,0
Australia	17.613.000	10,1	14,3	4,2
Austria	7.986.000	4,5	3,1	-1,4
Bangladesh	112.709.000	0,6	0,3	-0,3
Bélgica	10.463.000	5,2	1,5	-3,8
Brasil	156.486.000	3,2	6,7	3,5
Canadá	28.817.000	7,8	13,1	5,3
Chile	13.822.000	2,4	3,2	0,8
China	1.196.360.000	1,3	0,5	-0,7
Colombia	33.985.000	2,3	4,2	1,9
Costa Rica	3.270.000	2,6	2,2	-0,4
Dinamarca	5.189.000	6,8	5,3	-1,6
Egipto	60.319.000	1,3	0,3	-0,9
España	39.513.000	3,9	2,0	-2,0
Estados Unidos	258.262.000	10,1	6,4	-3,7
Etiopía	50.504.000	0,7	0,6	-0,2
Federación Rusa	147.760.000	6,0	4,4	-1,6
Filipinas	64.800.000	0,9	0,9	-0,1
Finlandia	5.068.000	5,9	9,4	3,5
Francia	57.508.000	5,3	3,9	-1,4
Grecia	10.377.000	2,4	1,9	-0,5
Holanda	15.295.000	5,3	1,3	-4,0
Hong Kong	5.809.000	6,1	0,0	-6,1
Hungría	10.292.000	3,0	2,0	-1,0
India	901.459.000	0,9	0,5	-0,4
Indonesia	191.671.000	1,2	2,3	1,1
Irlanda	3.560.000	5,7	6,1	0,5
Islandia	264.000	7,7	21,8	14,1
Israel	5.273.000	3,6	0,3	-3,3
Italia	57.127.000	4,4	1,4	-3,0
Japón	124.670.000	4,3	0,8	-3,5
Jordania	4.082.000	1,9	0,2	-1,7
Malasia	18.796.000	3,1	4,3	1,2
México	90.027.000	2,7	1,3	-1,3
Nigeria	72.024.000	1,5	0,8	-0,6
Noruega	4.312.000	6,2	6,3	0,0
Nueva Zelanda	3.485.000	7,7	23,9	16,2
Pakistán	132.941.000	0,7	0,4	-0,4
Perú	22.886.000	1,2	7,6	6,5
Portugal	9.838.000	2,2	2,5	0,3
Reino Unido	58.142.000	5,3	1,6	-3,7
Rep. Checa	15.562.000	4,3	2,1	-2,2
Rep. de Corea	44.131.000	3,4	0,5	-3,0
Rep. Polaca	38.460.000	2,6	1,8	-0,8
Singapur	2.793.000	7,0	0,0	-7,0
Sudáfrica	38.778.000	3,5	1,3	-2,2
Suecia	8.706.000	5,9	7,7	1,8
Suiza	7.056.000	5,1	1,8	-3,3
Tailandia	57.585.000	2,5	1,2	-1,3
Turquía	59.597.000	2,0	1,0	-1,0
Venezuela	20.913.000	3,5	2,8	-0,7
Otros países	1.123.630.000	1,2	3,4	2,3
Total Mundial	5.544.612.000	2,3	2,1	-0,1

lla Ecológica de las Naciones, y posteriormente actualizado por Redefining Progress y el Centro de Estudios para la Sustentabilidad, referido a 52 países, que representan más del 80 por ciento de la población mundial nos aproxima a unos resultados que sugieren algunas reflexiones.

Una primera observación que cabe hacer es que la mayoría de los países estudiados están muy por encima de su capacidad ecológica disponible. Estos 52 países disponían, en 1995, de 90.035.685 kilómetros cuadrados de capacidad disponible frente a sus necesidades que suman 122.541.730 de kilómetros cuadrados; esto es, están consumiendo un 36 por ciento por encima de su capacidad.

Pero hay un elemento más, en la medida en que el consumo no está igualmente repartido en el planeta (la capacidad de compra está desigualmente repartida) el mantenimiento de los estándares de vida de un reducido porcentaje de la población mundial se realiza a costa de la gran mayoría de ésta. Por ejemplo, mientras que la huella ecológica de un estadounidense medio es de 10,9 hectáreas, en 1995, la de un ciudadano medio de Bangladesh es de 0,6 para el mismo año. La huella ecológica mundial era de un 2,4 por ciento, mientras que las hectáreas de tierra disponibles *per cápita* representaban tan sólo 2 hectáreas. Esto es, existía un déficit de un 20 por ciento. ¿Quiénes son los principales responsables de esto? Por debajo de la media mundial vive el 73 por ciento de los habitantes del Planeta. El 97,5 por ciento tiene una huella ecológica inferior a 12,7 hectáreas, mientras que el 2,5 restante es responsable del 20 por ciento de la huella ecológica total. Esto significa que el déficit ecológico en el que se incurre es ocasionado por los hábitos de producción y consumo de ese 20 por ciento de la población mundial, obviamente perteneciente a los países más industrializados del Planeta (Redefining Progress, 2002).

Los datos de 1997 revelan que la brecha de insostenibilidad sigue creciendo. A pesar de que se han introducido algunas mejoras en los cálculos los resultados acentúan las tendencias observadas globalmente. Las estimaciones alcanzadas revelan las limitaciones de los análisis al uso, ya que ponen de manifiesto, en algunos países, cómo esa «visión rectal» presente en los algunos estudios de sostenibilidad distorsiona los resultados y en vez de progresar en el camino de la sostenibilidad realmente lo que provocan es un aumento de la huella tanto local como global. De este modo, la «industria medio ambiental» muy concentrada en los países de mayor riqueza monetaria, encaminada a reducir los impactos ambientales provocados por la actividad económica, son, además del reflejo de un modelo ineficiente, un ingrediente más del crecimiento de la insostenibilidad en el planeta.

## La Huella Ecológica de las Naciones (1995)

Países	Población [1995]	Huella Ecológica [ha/cap.]	Cap. Disponible [ha/cap.]	Déficit/Superávit [ha/cap.]
Alemania	81.594.000	4,8	1,9	-2,9
Argentina	34.768.000	3,5	4,9	1,4
Australia	17.862.000	10,0	16,3	6,3
Austria	8.045.000	4,8	4,2	-0,6
Bangladesh	118.229.000	0,6	0,2	-0,3
Bélgica	10.535.000	5,0	1,6	-3,4
Brasil	159.015.000	3,8	9,1	5,3
Canadá	29.402.000	7,4	12,6	5,2
Chile	14.210.000	2,7	3,4	0,7
China	1.220.224.000	1,5	0,6	-0,8
Colombia	35.814.000	2,4	5,0	2,6
Costa Rica	3.424.000	2,8	2,4	-0,4
Dinamarca	5.223.000	5,6	5,4	-0,2
Egipto	62.096.000	1,5	0,4	-1,1
España	39.627.000	4,1	1,5	-2,6
Estados Unidos	267.115.000	10,9	6,7	-4,2
Etiopía	56.404.000	0,7	0,5	-0,2
Federación Rusa	148.460.000	4,7	4,3	-0,5
Filipinas	67.839.000	1,7	0,9	-0,8
Finlandia	5.107.000	6,4	9,8	3,4
Francia	58.104.000	5,4	4,0	-1,4
Grecia	10.454.000	4,8	1,8	-3,0
Holanda	15.482.000	5,9	1,2	-4,7
Hong Kong	6.123.000	6,3	0,0	-6,3
Hungría	10.454.000	3,0	2,6	-0,5
India	929.005.000	1,0	0,5	-0,5
Indonesia	197.460.000	1,4	2,7	1,3
Irlanda	3.546.000	6,7	7,2	0,5
Islandia	269.000	6,6	21,8	15,2
Israel	5.525.000	3,7	0,3	-3,5
Italia	57.204.000	4,4	1,5	-2,9
Japón	125.068.000	4,7	0,8	-3,9
Jordania	4.215.000	1,7	0,3	-1,5
Malasia	20.140.000	3,1	4,4	1,2
México	91.145.000	2,6	1,4	-1,2
Nigeria	111.721.000	1,0	0,6	-0,4
Noruega	4.332.000	6,2	7,4	1,2
Nueva Zelanda	3.561.000	8,2	26,8	18,6
Pakistán	136.257.000	1,0	0,4	-0,6
Perú	23.532.000	1,7	7,6	5,9
Portugal	9.815.000	4,4	2,6	-1,8
Reino Unido	58.301.000	4,9	1,8	-3,1
Rep. Checa	10.263.000	4,1	2,6	-1,5
Rep. de Corea	44.909.000	3,8	0,5	-3,4
Rep. Polaca	38.557.000	4,0	2,1	-2,0
Singapur	3.327.000	6,2	0,0	-6,2
Sudáfrica	41.465.000	3,1	1,3	-1,8
Suecia	8.788.000	6,5	7,9	1,4
Suiza	7.166.000	4,7	1,9	-2,9
Tailandia	58.242.000	2,0	1,3	-0,7
Turquía	60.838.000	2,1	1,3	-0,8
Venezuela	21.844.000	4,3	4,6	0,3
Otros países	1.125.009.000	1,0	2,0	0,9
Total Mundial	5.687.114.000	2,4	2,0	-0,4

Mientras exista tierra ecológicamente productiva disponible en el Planeta, el consumo local que exceda su capacidad productiva será cubierto por la productividad de otros lugares. El asunto es si estos últimos podrán satisfacer, de forma indefinida, las demandas de consumo que los países más industrializados son incapaces de cubrir con medios propios. Además, al margen de si esto es o no posible, hay que plantearse qué tensiones, presentes y futuras, generan el mantenimiento de una situación como la descrita: la importación continuada de sostenibilidad por los países ricos que se sostiene mediante la creciente insostenibilidad generada en los países pobres.

Esto plantea no sólo un problema de insostenibilidad ecológica sino otro, probablemente, tan grave como el anterior, el problema de la ingobernabilidad del planeta, puesto que los estándares de vida de los países más ricos se mantienen gracias a los recursos apropiados a los países más pobres, que son, por otra parte, los que concentran un mayor volumen de población<sup>23</sup>, y se están viendo, por esta razón, progresivamente privados de aquellos, obligando, además, como se comentara anteriormente, al desarrollo de prácticas muy destructivas.

Para el Centro de Estudios para la Sustentabilidad (1999), tres estrategias pueden reducir la huella sin comprometer la calidad de vida: a) incrementar la productividad natural por unidad de tierra, por ejemplo, terrazas en las laderas de las montañas o placas solares en los tejados, b) un mejor uso de los recursos, por ejemplo, tecnología eco-eficiente que provea los mismos servicios utilizando menos recursos, como lámparas de bajo consumo o refrigeradores termo-eficientes, y c) consumir menos, teniendo una población más pequeña y frenando, en la medida de lo posible, el consumo por habitante.

No obstante, es conveniente insistir en que tan sólo un 20 por ciento de la población mundial consume más del 80 por ciento de los recursos generados. Por esta razón, para restablecer el equilibrio en la ecosfera, según el Club del Factor 10, se necesitaría aumentar la productividad de los recursos en las economías occidentales (que son quienes se apropian de ese 80 por ciento de los recursos) en, al menos, un factor de 10. «Una reducción del 50 por ciento en las corrientes de materiales antropogénicos globales sería sin duda un primer paso importante para estabilizar la ecosfera. El Grupo de Discusión Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), recomendó recientemente las siguientes reducciones en las emisiones para «estabilizar la atmósfera»: CO<sub>2</sub>, 60%; CFCs, 80-100%; CH<sub>4</sub>, 20%; NO<sub>x</sub>, 70-80%. En este momento, más de un 80 por ciento de la corriente de materiales globales son desplazados de la Naturaleza para pro-

23 Según los cálculos del Fondo de Población de Naciones Unidas (FNUAP) tan sólo el 20 por ciento de la población acapara más del 80 por ciento de los recursos del planeta. Según este mismo informe más de 1000 millones de personas tienen una edad comprendida entre los 14 y los 25 años, lo que indica una potencialidad de crecimiento de la población importante. También el ritmo de crecimiento es desigual correspondiendo a los países denominados en «vías de desarrollo» y los «menos adelantados» el 95 por ciento de este crecimiento. Esto no hace más que presagiar una ampliación de la brecha entre los países ricos y el resto, agravando los problemas de insostenibilidad e ingobernabilidad a los que ya se ha hecho referencia en apartados anteriores (FNUAP, 1999).




Países	Población [1997]	Huella Ecológica [ha/cap.]	Cap. Disponible [ha/cap.]	Déficit/Superávit [ha/cap.]
Alemania	82.190.000	6,0	2,4	-3,6
Argentina (*)	35.219.000	3,8	5,1	1,3
Australia	18.246.000	8,9	9,4	0,5
Austria	8.161.000	5,9	4,0	-1,9
Bangladesh	122.013.000	0,6	0,3	-0,3
Bélgica	10.605.000	6,6	2,0	-4,6
Brasil	163.132.000	2,3	10,9	8,7
Canadá	29.943.000	8,7	11,0	2,3
Chile	14.625.000	3,6	2,0	-1,7
China	1.243.738.000	1,8	0,8	-0,9
Colombia	37.068.000	2,0	5,8	3,8
Costa Rica	3.575.000	4,2	2,0	-2,2
Dinamarca	5.248.000	10,3	5,6	-4,7
Egipto	64.465.000	1,8	0,7	-1,1
España	39.717.000	5,5	2,3	-3,2
Estados Unidos	271.648.000	12,5	5,5	-7,0
Etiopía	60.148.000	0,8	0,6	-0,2
Federación Rusa	147.708.000	5,2	4,5	-0,8
Filipinas	70.724.000	1,4	0,8	-0,6
Finlandia	5.142.000	8,2	9,6	1,4
Francia	58.542.000	7,2	4,1	-3,2
Grecia	10.522.000	6,3	2,2	-4,1
Holanda	15.661.000	6,3	2,2	-4,0
Hong Kong	6.249.000	6,6	0,0	-6,6
Hungría	9.990.000	5,3	3,4	-1,8
India	960.178.000	0,7	0,7	0,0
Indonesia	203.480.000	1,4	3,0	1,7
Irlanda	3.559.000	9,4	6,6	-2,8
Islandia	274.000	5,5	7,7	2,2
Israel	5.781.000	4,9	0,6	-4,3
Italia	57.241.000	5,6	1,9	-3,8
Japón	125.638.000	5,6	0,8	-4,8
Jordania	4.520.000	2,3	0,2	-2,1
Malasia	21.018.000	3,4	3,7	0,3
México	94.281.000	3,1	1,6	-1,5
Nigeria	118.369.000	1,1	0,7	-0,4
Noruega	4.364.000	9,1	5,9	-3,3
Nueva Zelanda	3.641.000	10,3	16,1	5,8
Pakistán	143.831.000	1,1	0,7	-0,4
Perú	24.367.000	1,2	8,9	7,8
Portugal	9.802.000	5,1	2,1	-3,0
Reino Unido	58.426.000	6,3	1,7	-4,6
Rep. Checa	10.237.000	6,3	2,8	-3,5
Rep. de Corea	45.717.000	4,9	0,8	-4,2
Rep. Polaca	38.635.000	5,0	2,3	-2,8
Singapur	3.439.000	17,3	0,0	-17,3
Sudáfrica	43.336.000	3,8	1,1	-2,7
Suecia	8.844.000	8,2	7,9	-0,3
Suiza	7.276.000	6,5	2,1	-4,4
Tailandia	59.159.000	2,6	1,3	-1,3
Turquía	62.774.000	2,8	1,4	-1,3
Venezuela	22.777.000	2,5	5,6	3,1
Otros países	1.173.044.000	2,5	2,3	-0,2
Total Mundial	5.848.739.000	2,9	2,1	-0,7

## La Huella Ecológica de las Naciones (1997)

(\*) Datos de 1996.  
Fuente: WWF, 2001

porcionar el bienestar material en los países industrializados, esto es, aproximadamente un 20% de la actual población mundial. Suponiendo que estos países no pudieran o no desearan impedir el desarrollo del «Sur», los bienes y servicios del tipo occidental tendrían que ser desmaterializados en un factor 10 o más (dependiendo del crecimiento de la población) como promedio a fin de hacer posible una reducción de un 50 por ciento en los flujos de materiales antropogénicos globales» (Schmidt-Bleek, 1997).



CAPÍTULO III.  
EL CÁLCULO DE LA HUELLA  
ECOLÓGICA/CAPACIDAD  
DE CARGA ADQUIRIDA







E

n este capítulo presentaremos la metodología para el cálculo de la huella ecológica. En los capítulos siguientes obtendremos una estimación para el Estado español y para Andalucía. Posteriormente en el capítulo VI, alcanzaremos una aproximación para el Área Metropolitana de Sevilla.

En él esbozaremos el procedimiento seguido para el cálculo de la huella que, en lo fundamental, se ajusta a la metodología utilizada en la mayoría de los estudios de huella realizados<sup>1</sup>. No obstante, en esta ocasión, cosa, por otra parte, relativamente frecuente en los estudios actuales de la huella<sup>2</sup>, se propondrán algunas modificaciones con el propósito de mejorar los resultados finales y aproximarlos a la realidad objeto de estudio. Se respetarán, por tanto, los criterios que garanticen la comparabilidad global. Pero, al mismo tiempo, se introducen algunos cambios que favorezcan la profundización en el análisis local.

En los capítulos IV y V se presentan los resultados logrados para el caso del Estado español y de Andalucía. Se realizará un estudio comparativo de ambos. Se trata de ver aquí cuál es la participación relativa del territorio andaluz en la huella total y cómo se comportan algunos agregados en la determinación de la huella total tanto a nivel estatal como a escala andaluza.

En el capítulo VI, se propondrá, incorporando algunos criterios específicos propios, que entendemos mejoran los resultados alcanzados hasta ahora en el cálculo de la huella de impacto ecológico de los asentamientos urbanos, una aproximación a la estimación de la huella del Área Metropolitana de Sevilla.



A

antes de esbozar el procedimiento de cálculo, para la determinación de la huella de impacto humano, es conveniente indicar algunas anotaciones conceptuales que están presentes en los análisis existentes de la huella ecológica.

a) Se adopta siempre una posición conservadora. De las distintas alternativas se elige siempre aquella que reporta un menor impacto. La escasez de datos disponibles y la dificultad, por lo general, para delimitar las funciones o servicios que la naturaleza presta de forma simultánea; así como, el limitado conocimiento de las consecuencias de algunos impactos ecológicos justifican este proceder.

<sup>1</sup> Mathis Wackernagel junto a William E. Rees, fueron los primeros diseñadores e impulsores del indicador Huella Ecológica/Capacidad de Carga Apropriadada (Ecological Footprint/Appropriated Carrying Capacity). En concreto, Mathis Wackernagel desarrolla en su ThD Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Towards Sustainability, la metodología para el cálculo de la Huella Ecológica. En la actualidad, el Centro de Estudios para la Sustentabilidad de la Universidad Anáhuac de Xalapa, México, Redefining Progress, Best Foot Forward y otros son quienes se ocupan de canalizar las distintas iniciativas e incorporar nuevos elementos, derivados de las aplicaciones específicas que están teniendo lugar en los diferentes países, para mejorar el procedimiento de cálculo y ampliar el ámbito de su aplicación a aquellas realidades que están directamente implicadas en la crisis de la sostenibilidad, tanto a escala local como a escala global. Junto a ellos, distintas instituciones políticas y académicas han incorporado a sus informes o líneas de investigación el análisis de la huella, habiéndose extendido su uso de manera muy importante en un breve período de tiempo.

### 3.1. Consideraciones metodológicas para el cálculo de la huella ecológica

2 Conviene precisar que la huella ecológica como instrumento de cálculo y análisis es relativamente reciente. Esto obliga a ajustes permanentes y a modificaciones que permitan mejorar los resultados obtenidos. No es, por otro lado, un modelo cerrado. Más bien, se establecen un conjunto de criterios que hagan posible su desarrollo y aplicación contingente. La primera intención fue la de ofrecer una cifra del impacto de los diferentes territorios —en los que las realidades urbanas ocupan un lugar fundamental— sobre el medio biofísico en el que la actividad de éstos tiene lugar. Es por ello, que pueda denominarse a la huella ecológica o de impacto humano: indicador sintético y territorial de sostenibilidad. Sin embargo, las limitaciones de datos disponibles ha generalizado su uso como indicador de sostenibilidad global y en una menor medida y de forma menos satisfactoria como expresión de la insostenibilidad local o como herramienta para la gestión y planificación en ámbitos territoriales más reducidos.

3 Una explicación fundamentada de la no incorporación del agua, requerida por el consumo humano, al cálculo de la Huella Ecológica puede encontrarse entre otros en: Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth (W. E. Rees y M. Wackernagel, 1996); La Huella Ecológica del uso-consumo del agua en el municipio de Xalapa, Veracruz, México (A. Callejas, M. Wackernagel, et al., 1998); Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Towards Sustainability (M. Wackernagel, 1994 —revisión en 1999), Sharing Natures Interest. Ecological Footprints As an Indicator of Sustainability (Nicky Chambers; Craig Simmons; Mathis Wackernagel, 2000).

4 Los ecosistemas —además de los valores culturales, religiosos, estéticos e intrínsecos a ellos asociados— proporcionan recursos y servicios vitales para el sostenimiento de la vida en la Tierra, tales como: (i) suministro de alimentos, fibras, forraje, abrigo, medicamentos y energía; (ii) procesamiento y

Por ejemplo, el cálculo de la huella ecológica no incorpora determinados impactos cuando los datos son insuficientes, no existen o su estimación resulta, hoy día, impracticable. Es por ello que, el consumo de agua<sup>3</sup> o la generación y emisión de contaminantes tóxicos (salvo el CO<sub>2</sub>), por ejemplo, no son, generalmente, considerados. Tampoco es contabilizada la erosión, salinización, sobreexplotación o prácticas intensivas que merman la capacidad bioproductiva de los suelos. Los resultados alcanzados, en consecuencia, infravaloran los impactos y supervaloran las capacidades disponibles.

En su Informe *Perspectiva de un Planeta Vivo 2000*, World Wildlife Found (2001) resume aquellos aspectos que hacen que el cálculo final de la huella infravalore el impacto del ser humano sobre la biosfera y aquellos otros que permiten que sobrestime la capacidad biológica disponible:

- n contar cada área una única vez, independientemente de si el área presta dos o más servicios ecológicos al mismo tiempo;
- n elegir las estimaciones más moderadas en caso de duda;
- n excluir algunas actividades humanas para las que no disponemos de suficientes datos;
- n incluir las prácticas actuales de explotación agraria, sobre todo las intensivas en el uso de insumos industriales, agua y suelo, como si éstas no causaran daños importantes a la productividad de los suelos, tanto en el momento presente como en el futuro;
- n excluir aquellas actividades que sistemáticamente erosionan la capacidad de la naturaleza de regenerarse y merman los servicios naturales. Por ejemplo, el uso de materiales y los residuos generados, en su uso, que la biosfera no reconoce y carece, por tanto, de capacidad de asimilación o su capacidad es limitada o a muy largo plazo (por ejemplo, plutonio, bifenilos policlorados, CFC);
- n procesos que dañan irreversiblemente la biosfera (por ejemplo, la extinción de especies, la destrucción de acuíferos, la deforestación, la desertización, la erosión, salinización de suelos, la construcción de suelos fértiles para usos urbanos).

b) En el cálculo de la huella ecológica, cuando esto es posible, se incorporan todos los servicios naturales<sup>4</sup> requeridos por el desarrollo de la actividad económica, tanto los directos co-

mo los indirectos. Puesto que el análisis de la huella va dirigido a cuantificar las interferencias antropogénicas en los ecosistemas es conveniente considerar los diferentes elementos involucrados en el sostenimiento de éstos. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): «Los ecosistemas contienen toda la reserva de diversidad [génica] y de las especies de la Tierra y proporcionan numerosos bienes y servicios: i) suministro de alimentos, fibras, medicinas y energía; ii) proceso y almacenamiento de carbono y otros nutrientes; iii) asimilación de desechos, purificación de agua, regulación de la escorrentía y control de las crecidas, degradación del suelo y erosión de las playas; y iv) oportunidades para el recreo y el turismo» (1996).

- c) La superficie es clasificada en ocho categorías, siguiendo la clasificación de *The World Conservation Union* y similar a la utilizada por la FAO: a) espacio construido; b) huertas; c) tierra de cultivo; d) pastizales; e) explotaciones forestales; f) bosques protegidos; g) espacio marino productivo; y h) áreas no productivas.
- d) Los recursos no renovables son considerados exclusivamente por el impacto que su extracción, transformación y consumo tienen sobre la ecosfera, principalmente a través de la energía requerida para su extracción y procesamiento, así como por las hectáreas de tierra ocupada. Así mismo, el consumo de las materias primas procesadas o transformadas, para evitar incurrir en doble contabilización, se contabilizan considerando sólo la energía incorporada en el proceso de intercambio con el exterior (importaciones netas)<sup>5</sup>. Se asume, por último, que la energía consumida es de origen exclusivamente fósil<sup>6</sup>.
- e) Las prácticas y tecnologías empleadas en los procesos de explotación de los recursos son las resultantes de niveles medios mundiales, lo cual supone su homogeneización y generalización. En consecuencia, no se hace distinción en función de prácticas o tecnologías más o menos sostenibles en unos territorios u otros. Es por ello, que las huellas asignadas a los distintos territorios pueden aparecer distorsionadas. Esto no afectaría a los resultados totales mundiales, pero sí al considerarlos localmente. Por ello, siempre que sea posible, deben corregirse los resultados alcanzados teniendo en cuenta las prácticas y tecnologías locales si se persigue una mayor exactitud de las cifras alcanzadas.

t  
almacenamiento de carbono y nutrientes; (iii) asimilación de los desechos; (iv) purificación del agua, regulación de la escorrentía de agua y moderación de las crecidas; (v) formación de suelos y atenuación de la degradación de suelos; (vi) alojamiento de la totalidad de las especies de la Tierra y de la diversidad genética (IPCC, 1997).

Pueden definirse, también, los «servicios ecosistémicos» como «el papel que desempeñan los organismos al crear un ambiente saludable para los seres humanos, desde la producción de oxígeno a la génesis del suelo y a la detoxificación del agua» (Wilson, E.O., 1994).

5 Obsérvese que en el análisis de la huella sólo se considera la producción de biomasa y el consumo de energía.

6 Generalmente éste es el criterio utilizado. Se podrían evidentemente usar otros criterios. Podría desagregarse por fuente dependiendo de su origen (fósil, nuclear, vegetal, hidráulico, eólico, solar, etc.) Sin embargo, nos encontraríamos al final con el problema de la imputación de cada fuente a cada componente de consumo y/o duplicar su contabilización. Ocurre, también, que para la generación de un tipo de energía se ven implicadas fuentes de distinta procedencia. Además, utilizando este criterio nos aproximamos bastante a lo que hoy acontece (alrededor del 90 por ciento de la energía consumida en el mundo es de origen fósil, y es probable que así siga ocurriendo en un futuro más o menos próximo, y, por ello, los resultados finales no quedarían excesivamente distorsionados). Además, sea cual sea el criterio utilizado los resultados no varían sustancialmente. Por último, indicar que las estimaciones se han tomado fundamentalmente del estudio de CO<sub>2</sub> realizado por Patrick Hofstetter (1992), mejoradas por Mathis Wackernagel, Lilemor Lewman y Carina Borgström Hansson (2001). En relación con la energía nuclear, no cabe duda de que su impacto es mayor que el de los combustibles fósiles si se tiene en cuenta el riesgo de daños a largo plazo (además del problema de t

- f) Por último, es conveniente prestar atención a un aspecto que pudiera resultar obvio pero que, en ocasiones, no se hace explícito. El análisis de la huella ecológica, como todo modelo, es una simplificación de la realidad<sup>7</sup>, con todas las limitaciones que esto tiene. Es más, el modelo de huella ecológica no pretende ser un modelo preciso que muestre cómo funciona la biosfera, trata simplemente de ilustrar, de forma comprensible, el uso que hacemos de los recursos y servicios que nos brinda la naturaleza considerando las disponibilidades y las restricciones naturales existentes.

## 3.2. Componentes de la Huella Ecológica



Como ya se ha indicado en apartados anteriores, el análisis de la huella ecológica no persigue predecir cómo serán las cosas en un futuro, sino que estudia el consumo de una población dada en un momento determinado y su relación con la productividad natural. Esto es, persigue contrastar las dis-

ponibilidades productivas naturales y el uso que de ellas hacen los seres humanos.

Es por ello, que contabilizaremos el consumo expresado en superficie bioproductiva (esta superficie es la necesaria para suministrar los recursos y servicios requeridos y absorber los desechos generados en la práctica del consumo). Por ejemplo, el consumo de productos alimentarios de origen vegetal tendrá su correlato en las hectáreas de tierra de cultivo necesarias para su obtención. Esta superficie será la huella agrícola; esto es, la superficie bioproductiva necesaria para producir los vegetales demandados.

Los recursos consumidos se presentan a distintos niveles de agregación, dependiendo de las necesidades del análisis.

Por su parte, la superficie destinada a satisfacer las necesidades de consumo y absorber los desechos generados se clasifican en seis categorías. De ellas, cinco se encuentran actualmente en uso para las prácticas humanas (tierra de cultivo, pastizales, explotaciones forestales, espacio marino productivo y superficie construida o edificada) y una sexta que trata de representar la superficie necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> excedente en la atmósfera, liberado en la combustión fósil. Esta última superficie, es una superficie adicional por el uso de los combustibles fósiles.

Para la estimación del consumo se parte de la expresión que establece la equivalencia entre el consumo aparente y los agregados de producción, exportaciones e importaciones, todos ellos expresados en unidades físicas:  $CA = P+M-X$  <sup>(8)</sup>

<sup>t</sup> los residuos). Sin embargo, la valoración de los daños futuros no se considera en la actual metodología de la huella —además esa cifra sería muy subjetiva y controvertida. El estudio del ciclo de vida de la energía nuclear también revela el hecho de que una parte sustancial de la contaminación se genera en la producción y el procesamiento de los materiales nucleares y en la construcción de las centrales nucleares. Por esta razón en el cálculo de la huella se asume que la huella relativa al uso de la energía nuclear es equivalente a la huella de los combustibles fósiles. Se considera, además, que es ésta una mejor opción que no considerarla en absoluto o asumir que es cero (Nicky Chambers; Craig Simmons; Mathis Wackernagel, 2000).

<sup>7</sup> En la medida en que la realidad es inaccesible, para poder estudiarla necesitamos disponer de algún medio o instrumento diseñado por nosotros que nos permita una aproximación a ella lo más exacta posible. Ya que, como señala Jesús Mosterín, antes de decidir a dónde y por dónde queremos ir, necesitamos

<sup>t</sup>



CONCEPTO	1990	% sobre el total	1995	% sobre el total	2000	% sobre el total	Incremento 90-00
Petróleo	3135,5	39,8	3235,4	39,3	3.503,6	40,0	11,74
Gas Natural	1773,8	22,5	1913,2	23,3	2.164,0	24,7	22,00
Carbón	2270,3	28,8	2258,3	27,5	2.186,0	25,0	-3,71
Nuclear	516,7	6,6	600,0	7,3	668,6	7,6	29,40
Hidroeléctrica	189,2	2,4	216,6	2,6	230,4	2,6	21,78
Total	7.885,5	100,0	8.223,5	100,0	8.752,6	100,0	11,00

Obsérvese que el análisis de la huella parte del consumo aparente del territorio analizado y no de la producción, aunque ésta sea uno de sus componentes. El uso de este criterio puede distorsionar los resultados alcanzados. Por ejemplo, la producción destinada al comercio exterior aumentaría la huella del territorio exportador, si se computaran los residuos generados en el proceso productivo, o los daños derivados de prácticas agresivas con el medio. Sin embargo, de acuerdo con la metodología actual de la huella ecológica un territorio que presente un saldo comercial negativo reduciría su huella total y aumentaría la de los territorios receptores. Esto ofrece una imagen distorsionada de los impactos locales derivados de estas prácticas. Especialmente perjudicados se encuentran aquellos territorios exportadores altamente especializados en producciones muy exigentes en recursos y servicios naturales o en aquellas otras extremadamente erosivas y contaminantes.

Realizamos a continuación algunas consideraciones respecto de los agregados de consumo y de los tipos de superficie bioproductiva: componentes de la huella. Evidentemente, la huella ecológica resultante para un territorio dado puede reconocerse tanto por el lado de los recursos consumidos, expresados en hectáreas bioproductivas, como por el lado de los distintos usos de superficie biológicamente productiva. En este segundo caso, conoceremos la participación relativa de los distintos usos del suelo en la composición de la huella total. Así, podemos saber cómo repercute en la huella ecológica total el transporte, por ejemplo, y, al mismo tiempo, cuál es la cantidad de superficie bioproductiva necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> generado en la combustión fósil.

### Categorías de consumo

Generalmente, se considera el consumo agregado asociado a las principales actividades (agricultura, ganadería, pesca, explotaciones forestales, construcción, consumo energético,...) ya que éstas suelen ajustarse a las clasificaciones establecidas en las estadísticas oficiales y, por ende, se dispone de información sobre ellas.

A partir de aquí, no existe un criterio general a adoptar. Es conveniente, sin embargo, tener en consideración aquellas categorías de

### Consumo mundial de energía por fuentes (millones de tep)

Fuente:  
BP. www.bp.com  
Elaboración propia

$$^{(1)} CA = P + M - X$$

CA = Consumo Aparente  
P = Producción  
M = Importaciones  
X = Exportaciones

t  
representamos de alguna manera el lugar en que nos encontramos. Sin un diagnóstico adecuado no sólo no podremos decir qué hacer y en qué dirección sino que de hacerlo probablemente las decisiones serían desacertadas. Sabemos que los modelos no son copias exactas del mundo real, sino simplificaciones o aproximaciones que nos permiten revelar procesos claves necesarios para interpretar lo que acontece en la realidad, cómo se manifiesta y qué causas o factores impulsan estos acontecimientos. De nuevo coincidimos con Mosterin en aceptar que la realidad es endiablidamente complicada, llena de recovecos insondables y oscilaciones imprevisibles, inefables en su agotable riqueza e inasible con nuestras redes conceptuales. Sin embargo, y a pesar de ello, más vale una aproximación computable (...) más vale el arduo progreso de la ciencia real que la fatua añoranza de un saber imposible (Mosterin, J., 2001).

consumo que hayan sido usadas en otros análisis de huella para poder realizar posteriormente comparaciones. Esto no impide que a posteriori puedan realizarse otras agregaciones o separaciones que pudieran resultar interesantes para estudios concretos.

Las categorías, más agregadas, pueden subdividirse a su vez en tantas subcategorías como sea necesario, siempre que existan datos disponibles. Estos desgloses pueden permitir, por ejemplo, distinguir entre consumo alimentario de origen vegetal y el basado en productos cárnicos y sus derivados. También, puede interesar distinguir el consumo energético, en función de la procedencia de las distintas fuentes energéticas. Estas subdivisiones pueden responder a razones diversas. Pueden tener que ver bien con actuaciones políticas determinadas, bien con aspectos educativos (v.g., el uso de suelo, ecológicamente productivo, para edificaciones o infraestructuras o los cambios producidos desde una dieta rica en vegetales hacia una dieta rica en productos cárnicos) o necesidades derivadas del propio análisis.

Cada categoría de consumo va a incorporar todos los recursos y servicios naturales, materiales y energía, requeridos para que los productos puedan ponerse a disposición de los consumidores, considerando las necesidades energéticas derivadas de los procesos de extracción, transformación, desplazamiento y comercialización de las materias primas y los productos resultantes.

El análisis de la huella incorpora todas las categorías de consumo involucradas en la actividad humana, incluso aquellas categorías de consumo que tienen generalmente la consideración de bienes inmateriales, como los servicios, puesto que su consumo, también, genera flujos de materiales y energía. Por ejemplo, las transacciones financieras (probablemente el más inmaterial de los servicios), para poder llevarse a cabo, necesitan unos edificios, el mantenimiento de las infraestructuras de las entidades que las realizan, el uso de material informático, etcétera.

### **Categorías de superficie biológicamente productiva**

Cuando hablamos de superficie biológicamente productiva estamos haciendo referencia a algo más que a una cantidad de metros cuadrados, o hectáreas de terreno. El concepto de superficie (*land*) no se refiere sólo al suelo sino que además incorpora aspectos característicos de los ecosistemas como: geología, geomorfología, clima y microclima, hidrología y biogeografía, quedando fuera los elementos sociales, económicos, culturales y políticos (Bettini, V., 1998).

La clasificación utilizada, como ya se comentara anteriormente, es similar a la proporcionada por las distintas estadísticas oficiales,

Denominación	Categoría	Características
I Superficie ficticia	a. Tierra necesaria para absorber el CO <sub>2</sub> generado en la combustión fósil	Recursos no renovables. Si, por ejemplo, los combustibles tuviesen como origen biomasa habría que considerar en este apartado las categorías c, d, e o f.
II Superficie ecológicamente no productiva	b. Espacio construido	Tierra degradada, ecológicamente improductiva
III Superficie ecológicamente productiva usada para las prácticas humanas	c. Huertas	Medio construido reversible. Provisión de frutas y hortalizas. Es la tierra ecológicamente más productiva
	d. Tierra de cultivo	Sistemas cultivados
	e. Pastizales	Sistemas modificados
	f. Explotaciones forestales	
IV Superficie de disponibilidad limitada	g. Bosques protegidos	Ecosistemas productivos naturales
	h. Áreas no productivas	Desiertos y glaciares

### Clasificación de tierras por usos

Fuente: Wackernagel, M. (1994; actualización 1999)

lo cual nos permite disponer de información y, además, que ésta sea comparable. En ella se establecen cuatro bloques distribuidos en ocho categorías, de las cuales se encuentran disponibles para la práctica de la actividad humana las categorías b, c, d, e y f. A éstas habría que añadir la superficie o espacio marino cuya producción está destinada al consumo humano.

A continuación presentamos las distintas categorías de superficie bioproductivas disponibles para las prácticas humanas, reflejando la cuota que corresponde a cada una de ellas en la superficie bioproductiva total. Las cifras, referidas al conjunto del planeta, como se irá indicando, proceden de diferentes fuentes. Siempre hemos tratado de ir buscando aquella información más contrastada y de fácil accesibilidad con el ánimo de que nuestros resultados no se distancien en exceso de los alcanzados en otros análisis de la huella. No obstante, es necesario insistir en que, debido a lo escasamente avanzada que está la contabilidad en términos físicos de la actividad económica, estas cifras están sometidas a una continua revisión y, por lo tanto, gozan necesariamente de una relativa provisionalidad.

La superficie bioproductiva asignada a cada categoría de tierra es la que se utiliza para la determinación de los rendimientos medios mundiales de la carne, madera, pescado, etcétera. Al mismo tiempo, nos proporcionan la totalidad de superficie biológicamente productiva disponible para satisfacer las necesidades humanas que tendremos que enfrentar a la superficie necesaria para satisfacer las exigencias de recursos y absorber los residuos generados.

### Superficie agrícola (categorías c y d)

Esta superficie incluye los productos agrícolas y sus derivados. Esto es, cereales, legumbres, hortalizas, frutas, cultivos leñosos, etcétera. Además, se consideran en este apartado los cultivos destinados a la ali-

mentación de aves y cerdos (por ejemplo, el cereal en grano).

En 1995, este tipo de superficie contabilizaba, de acuerdo con la FAO, 1.507,6 millones de hectáreas, de las cuales 1.378,2 millones estaban destinadas a los distintos cultivos y 129,4 millones a cultivo permanente (cacao, café, caucho,...)

Los rendimientos y la disponibilidad de este tipo de superficie, la de mayor productividad, pueden verse reducidos en función de factores de distinta naturaleza. Por ejemplo, en la actualidad, aproximadamente un 40 por ciento de las tierras agrícolas del mundo se hayan gravemente degradadas (WRI, 2000), debido, principalmente, a las alteraciones provocadas por las prácticas humanas.

### **Superficie de pastos destinados al consumo animal (categoría e)**

Superficie destinada a la alimentación de ganado vacuno, bovino y caprino para la producción de carne, cuero y lana, ya que asumimos que este ganado se alimenta exclusivamente de pasto. Los estudios de huella ecológica realizados contabilizan en esta categoría no sólo la proporcionada por las estadísticas oficiales relativas a este tipo específico sino que incorporan, además, dependiendo de la información disponible, la parte de superficie destinada a pastos incluida en otras categorías. Por ejemplo, eriales, dehesas, bosques,... De cualquier modo, es conveniente indicar que aunque exista información disponible es muy difícil, en ocasiones, delimitar los diferentes usos y esto obliga, como comentamos anteriormente, a optar por la actividad principal.

La FAO suministra una cifra correspondiente a la superficie destinada a pastizales, para 1995, de 3.459,6 millones de hectáreas.

### **Superficie forestal (categoría f)**

Esta categoría está asociada a la producción y consumo de leña, carbón vegetal, madera, papel y cartón. Los análisis de la huella, cuando la información está disponible, diferencian la superficie de bosques naturales de las explotaciones forestales. Así mismo, contabilizan la superficie vinculada a la absorción de CO<sub>2</sub>. De este modo, se pretende delimitar dos de las funciones que cumplen los bosques, que son consideradas principales desde el punto de vista de satisfacer las necesidades humanas, la destinada a la producción de madera, caucho, corcho, leña y carbón vegetal y la relativa a la absorción del CO<sub>2</sub> excedente. Para ello se tiene en cuenta la superficie existente, las distintas categorías de bosques y la deforestación de origen o no antropogénico.

Del total de la superficie de bosques un 95 por ciento son bosques naturales y un 5 por ciento son plantaciones forestales (WRI;

2000, FAO, 2002). Alrededor del 47 por ciento son bosques tropicales, el 9 por ciento subtropicales, el 11 por ciento bosques templados y el 33 por ciento restante boreales.

Durante el decenio de los años noventa del siglo XX la pérdida total de bosques naturales (deforestación más transformaciones de las plantaciones forestales) ascendió a 16,1 millones de hectáreas año. De ellos, 15,2 millones de hectáreas se perdieron en los trópicos.

Aproximadamente el 12 por ciento de los bosques naturales del mundo están protegidos de acuerdo a la clasificación de la Unión Mundial para la Naturaleza (categorías I y IV).

La superficie forestal destinada a la actividad económica en 1995 ascendía a unas 3.780 millones de hectáreas<sup>8</sup>.

### Superficie marina

Se contabilizan en este apartado, traducida a hectáreas, la superficie bio-productiva marina destinada a abastecer las necesidades de consumo alimentario. No obstante, las capturas, que son tenidas en cuenta para el cálculo de la huella, no necesariamente coinciden con las cantidades directamente consumidas. En este sentido, hay que indicar que más de un 25 por ciento de pescados y mariscos se consideran capturas incidentales que son desechadas o arrojadas de nuevo al mar.

Alrededor del 8 por ciento de la superficie marina son costas continentales que proporcionan el 95 por ciento de las capturas de pescados y mariscos (WWF, 2001). De los 36.100 millones de hectáreas de superficie marina existente (Margaleff, R., 1998) se considera superficie marina biológicamente productiva 2.980 millones de hectáreas (Pauly, D. y Christensen, V., 1995).

### Superficie construida (categoría b)

La superficie construida incluye todo tipo de edificaciones e infraestructuras (tejido urbano; urbanizaciones agrícolas/residencias y áreas recreativas; zonas industriales, servicios y comunicaciones; zonas mineras, vertederos, área de construcción,...)

La expansión urbana en el territorio y el aumento de las infraestructuras ha incrementado la superficie construida, reduciendo las disponibilidades de tierra bioproductiva. En el análisis de la huella se asume que la tierra construida se ubica en zonas fértiles, tendencia histórica de los asentamientos humanos.

En la actualidad, la población mundial se concentra en proximidad o a lo largo de la costa o valles ribereños, ocupando sólo el 10 por ciento del interior. En efecto, más de la mitad de la población mundial, alrededor de 3.200 millones de habitantes, ocupan una zona de costa de 200 kilómetros de ancho. La mayor parte de la po-

<sup>8</sup> La última cifra suministrada por la FAO de esta categoría es del año 1994. En este año la FAO contabiliza 4.172,4 millones de hectáreas de superficie forestal. La propia oficina estadística indica la dificultad de delimitar totalmente esta superficie de la dedicada a pastos, tal vez sea ésta la razón por la que a partir de 1995 no faciliten esta cifra. La cifra de 3.780 millones de hectáreas es la estimada en la Situación de los Bosques en el Mundo 2001. FAO, 2001. (<http://www.fao.org/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm>)

blación en Asia se asienta en la costa. En China, por ejemplo, aproximadamente el 60 por ciento de la población vive en 12 provincias costeras y a lo largo del valle del río Yangtse, y en dos municipios costeros: Shanghai y Tianjin. Si consideramos los 18.000 kilómetros del litoral continental, la densidad de población se sitúa, por término medio, entre las 110 y las 1.600 personas por kilómetro cuadrado (Hinrichsen, D., et al., 1998).

La expansión urbana y la concentración de la población y la actividad en el litoral están poniendo en serio riesgo los ecosistemas, en general, y los costeros y oceánicos, en particular, y con ello la riqueza de biodiversidad que éstos albergan.

La superficie construida, en la actualidad, representa aproximadamente el 1,5 por ciento del total de la superficie biológicamente productiva. Alrededor de 200 millones de hectáreas.

### Superficie destinada a la absorción de CO<sub>2</sub>

La superficie asociada a esta categoría es el resultado de contabilizar el consumo energético, tanto el consumo interior de energía primaria como la energía imputada al saldo comercial de materias primas procesadas (al procedimiento empleado para la contabilización de las materias procesadas en la estimación de la huella haremos referencia más adelante). Esta superficie realmente no existe como tal. Es una superficie virtual (*phantom land o energy land*) que persigue contabilizar, en unidades de superficie, la energía consumida en el desarrollo de las prácticas humanas.

Según estudios realizados, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado en más de un 25 por ciento en los últimos cien años. La cantidad de carbono liberado a la atmósfera, debido al consumo de combustibles fósiles, en la segunda mitad del siglo XX, superó la 90 gigatoneladas (10<sup>9</sup> toneladas métricas) provocando importantes alteraciones en la absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los océanos, la cubierta vegetal de la tierra y el clima del planeta (Smith, R., y Smith, T., 2000).

En 1995, las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, debido a la combustión fósil, alcanzaron 25,100 millones de toneladas (4,78 Kg. de CO<sub>2</sub> por habitante y 220 toneladas por kilómetro cuadrado)<sup>9</sup>. Los ecosistemas terrestres altamente productivos pueden absorber unos 800 kilogramos de dióxido de carbono por kilómetro cuadrado en una hora, aproximadamente 7.000 toneladas de CO<sub>2</sub> por kilómetro cuadrado en un año. Generalmente se asume que tan sólo un 30 por ciento de la cifra anterior puede ser secuestrada por la vegetación del planeta. Esto es, la capacidad de absorción media de dióxido de carbono ascendería a 2.100 toneladas por kilómetro cuadrado y año.

9 World Resources Institute, 2004 y FAOSTAT, 2004.

Si se compara esta cifra con las 220 toneladas de CO<sub>2</sub> por Km<sup>2</sup> y año podría afirmarse que la emisión de dióxido de carbono procedente de la combustión fósil representaría tan sólo el 10,5 por ciento de la capacidad de absorción de la cubierta vegetal de la tierra. Pero es necesario indicar que si bien los ecosistemas vegetales terrestres absorben unas 2.100 toneladas de dióxido de carbono por kilómetro cuadrado y año, también emiten una cantidad similar de CO<sub>2</sub> como resultado de la descomposición vegetal que tiene lugar en la cadena trófica.

Así pues, el indicador a considerar es el saldo neto de niveles de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ([www.geocities.com/combussem/WENCO2.HTM](http://www.geocities.com/combussem/WENCO2.HTM)). Esta concentración ha aumentado, desde 1860 con el desarrollo de la sociedad industrial, de forma exponencial. Si bien las concentraciones atmosféricas de este gas fluctuaron durante 300 años, hasta alcanzar la mitad de 1800, en torno a 280 a 290 ppm, en la actualidad los niveles alcanzados se sitúan en cantidades que oscilan entre 350 y 400 ppm. Esta variación explica, junto a otros factores, el aumento de la temperatura en la tierra que es debida, principalmente, al uso de los combustibles fósiles y a los cambios en la utilización del suelo (IPCC, 1997). Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (1995) la temperatura superficial media global aumentó entre 0,3 y 0,6 °C desde finales del siglo XIX y estima un aumento de la temperatura media global del planeta de 2 °C para los años 2100. Los pronósticos más pesimistas sitúan esta cifra en una horquilla que se movería entre 1,5 grados y 3,5 grados centígrados. Registrándose los aumentos más elevados en las regiones polares y los más bajos en las ecuatoriales. Ello ha provocado una crecida en el nivel del mar de 10 a 15 cm en los últimos 100 años, que de acuerdo con la estimación más alta del Grupo de Trabajo I del IPCC para 2100 aumentará hasta 1 metro provocando la evacuación de millones de personas asentadas en los sistemas costeros (por ejemplo, obligaría al desplazamiento de decenas de millones de personas en Bangladesh).

Se estima que los océanos absorben un 35 por ciento de CO<sub>2</sub> (WWF, 2001), por ello se considera, en la determinación de la superficie destinada a absorción del CO<sub>2</sub> excedente, sólo el 65 por ciento restante<sup>10</sup>.

Algunos estudios estiman que la capacidad de los bosques de absorción de CO<sub>2</sub> disminuirá a medida que aumente el CO<sub>2</sub> atmosférico y se eleve la temperatura del planeta (WWF, 2001).

Cada año, además, se pierden del orden de 11 a 15 millones de hectáreas de bosques, una superficie equivalente a la extensión de un país como Grecia (Wackernagel, M., Chambers, N. y Simmons, C., 2000).

10 La capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> está calculada a partir de una media ponderada de 26 biomásas forestales significativas (IPCC, 1997; FAO, 1997; Dixon y otros, 1994), citado por WWF (2001).

11 La energía que alcanza la biosfera es a razón de  $139 \text{ mW/cm}^2$  ( $=1,99 \text{ gcal/cm}^2/\text{minuto} = 177.748,53 \text{ tW}$ ) –la constante solar (que al parecer varía un 0,2 por ciento cada 3 años)–, pero se atenúa a medida que atraviesa la atmósfera de forma exponencial de manera que, por término medio, la energía luminosa disponible es de tan sólo  $174 \text{ W/m}^2$ . La producción primaria media es de  $240 \text{ mW/m}^2$  (Odum, E.P., 1972; Margleff, R., 1998).

12 La creciente concentración de la población en grandes aglomeraciones urbanas, aproximadamente la mitad de la población mundial, ha intensificado el uso de los recursos y servicios de soporte vital. En la actualidad, algo más del 45 por ciento de la población se asienta en tan sólo el 1,7 por ciento de la superficie biológicamente productiva. Las crecientes exigencias energéticas de una población también creciente, hacen por el momento inviable un sistema basado totalmente en la energía solar. La capacidad de un sistema basado exclusivamente en esta fuente energética es del orden de 0,00025 a 0,000025 personas por metro cuadrado, metabolizándose al menos el 99,5 por ciento de la producción de materia orgánica en el mantenimiento de la vida (Odum, H.T., 1980). A través de una sencilla operación observamos como para sostener a los 6.000 millones de seres humanos actuales, exclusivamente con energía solar, necesitaríamos de 24 millones a 240 millones de kilómetros cuadrados, siendo la superficie total de la Tierra de aproximadamente 127,9 millones de kilómetros cuadrados. Esta limitación hace que nos preguntemos sobre la viabilidad de una población cada vez mayor y más exigente en recursos materiales y energéticos, que son cada vez más escasos y extraordinariamente perjudiciales para la salud de la ecosfera.

13 La sociedad industrial paradójicamente no ha conseguido mejorar la eficiencia de la especie humana en el uso de la producción primaria ni de la energía. A finales de los años sesenta, los seres humanos t

Hagamos a continuación algunas consideraciones al respecto de esta categoría que tal vez por su carácter ficticio requiera alguna explicación adicional.

La mayor parte de la energía de la que depende la vida en la Tierra depende del Sol. De hecho, la presencia de vida en el planeta está garantizada gracias a un flujo de energía solar de aproximadamente 22.250,5 terawatios. No obstante, la producción primaria neta media de la Tierra, basada en la fotosíntesis, es de tan sólo 30,7 terawatios ( $968.155,2 \text{ Pj/año}$ ), siendo su eficiencia total de tan sólo el 1,4 por mil de la radiación luminosa y del 0,7 por mil de la energía total recibida<sup>11</sup>.

Esta baja eficiencia, característica de los ecosistemas, explica, de una parte, la necesidad para el modo de vida urbano-industrial<sup>12</sup> del uso creciente de energía exosomáticas de alto rendimiento como las procedentes de los combustibles fósiles o la energía nuclear, a pesar de su limitada existencia y las consecuencias indeseables de su uso; y, de otra, el distanciamiento del principio rector que parece haber regido los ecosistemas, consistente no en «maximizar la energía [disponible], sino utilizar solamente la energía necesaria para el mantenimiento de la máxima cantidad de organización, que permiten otros factores limitantes» (Margaleff, R., 1998).

La apropiación y uso de estas energías exosomáticas ha otorgado a los seres humanos un enorme poder sobre el resto de los seres vivos y concebir la ilusión de la superación definitiva de los límites biofísicos, reforzando la concepción antropocéntrica de la vida que se ha ido gestando a lo largo de la historia<sup>13</sup>. Junto a vulnerar los criterios rectores de los ecosistemas, el medio utilizado –el dinero– para la apropiación de los medios que pone a nuestra disposición la naturaleza han dado lugar a un mundo bipolar en el que sectores cada vez más amplios de la población se ven privados de recursos básicos para la vida.

Este consumo energético puede ser traducido a hectáreas de tierra. La cifra alcanzada, en el análisis de la huella ecológica, nos indicará cuánta energía por año puede suministrar cada hectárea de superficie biológicamente productiva (esta relación viene expresada en Gj/ha/año). El resultado así obtenido podremos compararlo con las disponibilidades realmente existentes. Al mismo tiempo, identificaremos ¿qué sectores de la población están disponiendo efectivamente de ellas? Y, por último, cabría interrogarse ¿por cuánto tiempo?

Para la realización de esta estimación existen al menos tres aproximaciones, aunque los resultados obtenidos son similares. Las estimaciones realizadas indican que, sea cual sea el método utilizado, la relación energía (consumo de combustibles fósiles) / hectáreas de tierra es aproximadamente:

**80 a 100 Gj x año = 1 Ha.**



Estos tres métodos son: a) el método del etanol; b) el método del CO<sub>2</sub>; y c) el método de los recursos renovables. De los tres métodos el del CO<sub>2</sub> es la aproximación metodológicamente más conservadora, ofreciendo la ratio más elevada: 100 Gj/Ha./año (Wackernagel, M., 1994 – revisión 1999; Wackernagel et al., 2000).

La diferencia principal entre los tres métodos referidos estriba en el distinto razonamiento que se hace en función de la consideración que se tiene sobre una hipotética sociedad futura sostenible y el papel que pueden jugar en ella o no la posibilidad de disponer de fuentes de energías renovables y, por ende, sostenibles en el tiempo.

### Método del etanol

Consiste en estimar la tierra requerida para producir el etanol (compuesto del carbono resultante de la fermentación alcohólica que transforma la glucosa en etanol y CO<sub>2</sub>) equivalente al consumo de combustibles fósiles empleado para satisfacer las necesidades de consumo actuales.

La racionalidad seguida, en esta aproximación, se apoya en la consideración de que una economía sostenible no debe hacer uso de los combustibles fósiles, sino utilizar una fuente energética que pueda ser reproducida continuamente.

A este respecto interesa realizar un par de observaciones, al menos. La primera, es insistir que no existen fuentes energéticas disponibles de uso ilimitado, incluso las renovables. Las fuentes energéticas renovables, al igual que las no renovables están sometidas a los principios de la termodinámica, a los límites físicos que imponen los distintos ecosistemas y, por tanto, a su propia capacidad, también limitada, para suministrar trabajo.

La segunda, que el uso de esta fuente energética alternativa evidentemente reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, las necesidades de superficies bioproductivas necesarias para absorber el excedente. Sin embargo, para su obtención se necesitarían probablemente la misma cantidad o más de superficie biológicamente productiva –destinadas exclusivamente a satisfacer esta función– que para sustraer el excedente de CO<sub>2</sub> resultante de la combustión fósil y, en ese sentido, la huella podría ser incluso mayor.

Una de las estimaciones más optimistas cifra la productividad del etanol en 80 Gj/Ha/año.

### Método del CO<sub>2</sub>

En este caso la tierra a estimar es la requerida para absorber el CO<sub>2</sub> generado en la quema de combustibles fósiles. La racionalidad en la que se apoya este razonamiento parte de la idea de que en una sociedad sostenible quienes hacen uso de los combustibles fósiles, y esto será así durante bastante tiempo, deben contraer la responsabilidad de eliminar el CO<sub>2</sub> que ha sido liberado a la atmósfera.

Un bosque medio, por ejemplo, puede absorber anualmente la emisión de CO<sub>2</sub> generado por el consumo de 100 Gj de combustibles fósiles (incluido el liberado en las operaciones de extracción y refinado).

### Método de los Recursos Renovables

Estima el área de tierra requerida para reponer el stock de 'capital natural', como tasa equivalente al consumo de combustibles fósiles. El tipo de racionalidad de la que parte esta aproximación es aquella que considera que una sociedad sostenible puede usar recursos no renovables si restituye a la biosfera, en la misma proporción, una cantidad equivalente de recursos renovables.

Este método ha sido propuesto y aplicado por el economista Salah El Serafy, y está en consonancia con uno de los principios de prudencia enunciados por Herman E. Daly.

En este sentido, tendríamos que insistir en lo apuntado en relación con el uso de etanol como fuente energética alternativa. Además añadiríamos que, en este momento, la consideración de recursos renovables encubre una peligrosa trampa. Ya que podría afirmarse que no existe ningún recurso indefinidamente renovable y que éstos se están viendo constantemente amenazados por la presión y el deterioro que sufren los ecosistemas debido a las prácticas humanas actuales.

t  
ingerían tan sólo el 10 por ciento de la producción primaria total. Esto se explica, por los desechos, que son ineficazmente usados, y porque una parte importante es utilizada para la producción de carne (Margaleff, R., 1998). Además de esta incapacidad para usar más eficazmente la producción primaria para la alimentación humana, la sociedad industrial ha hecho crecer exponencialmente el despilfarro de energía. El metabolismo biológico humano es aproximadamente el 7,5 por ciento del consumo total de energía. Suponiendo que los seres humanos necesitan como media unas 3.000 kilocalorías multiplicadas por los 6.000 millones de personas que, en la actualidad habitan el planeta, tendríamos 18 x 10<sup>12</sup> kilocalorías diarias (= 0,87 x 10<sup>12</sup> W). El consumo energético mundial ascendió, en 2000, a 8.752,6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (= 11,62 x 10<sup>12</sup> W).

El método seguido en el análisis de la huella ecológica es el del CO<sub>2</sub>, al ofrecer la ratio energía/tierra más elevada y referirse a la fuente energética mundial más utilizada. Esto no es óbice para que desde aquí se postule la reducción progresiva de las fuentes energéticas basadas en la combustión fósil, como medio para satisfacer las necesidades humanas, y que se produzca un reemplazamiento real y efectivo por fuentes energéticas menos agresivas con la biosfera y más duraderas.

No obstante, el problema fundamental, como se ha insistido en el texto, radica en el hecho de que el consumo actual, y sobre todo la extensión del estándar de consumo de los países ‘ricos’, es insostenible. Por tanto, no se trata de buscar formas alternativas que permitan que el consumo siga creciendo sino de reducir los actuales estándares de consumo, garantizando, al mismo tiempo, cubrir las necesidades básicas del conjunto de la población mundial, y hacerlas compatibles con las disponibilidades existentes sin menoscabo de su capacidad de soporte vital a largo plazo.

En los cálculos de la huella el consumo energético está traducido a toneladas equivalentes de petróleo y se asume, además, que los distintos requerimientos energéticos proceden de los combustibles fósiles. No obstante, es necesario distinguir la aportación de las diferentes fuentes energéticas tanto las renovables como las no renovables a la huella ecológica total. Hay que indicar, además, que la energía nuclear no se computa como tal sino como si fuese energía procedente de combustibles fósiles<sup>14</sup>.

### Asignación de factores de HE a algunas fuentes de energía renovable y no renovables

Fuente:  
Wackernagel,  
M. et al. (2000)

Energía: primaria y secundaria (combustibles)	Huella Ecológica (hectáreas anuales por GWh)	Asunciones
Gas natural (los principales)	45	IPCC (1996)
Fuel-oil	59	IPCC (1996)
Leña	93 a 97	Rendimientos globales de madera seca. La conversión de toneladas a GWh se realiza usando el valor calorífico neto facilitado por IPCC (1996)
Gas embotellado (LPG)	51	

Los factores que determinan la distinta aportación de cada fuente energética a la huella ecológica total están ajustados para que los resultados obtenidos, en los cálculos, puedan expresarse en términos de superficie bioproductiva media global (hectáreas/año). Para comparar, por ejemplo, la huella de 1 MWh (1/1000 de 1 GWh) de electricidad (generada por combustibles fósiles) con la misma cantidad generada por energía solar, se realiza la siguiente operación:

14 Ver nota de pie del apartado b) del epígrafe 4.1. Consideraciones metodológicas para el cálculo de la huella ecológica.

Electricidad (combustibles fósiles) = 161/1000 = 0,161 ha/MWh/año  
 Electricidad (energía solar) = 24/1000 = 0,024 ha/MWh/año

En relación con los rendimientos de las distintas fuentes energéticas (hidroeléctrica, combustibles fósiles, nuclear, solar fotovoltaica, eólica, biomasa, etcétera) existen distintas aproximaciones, que en algunos casos muestran importantes discrepancias.

Energía: Generación de electricidad	HE (ha/GWh/año)	Asunciones
Térmicas de carbón: Hulla, antracita	161	Ésta es la fuente predominante en EE.UU., no obstante, varía significativamente por países (similar mezcla de fuel USA)
Carbón	198	Dato UK. Esta estimación variará dependiendo del tipo de carbón y la tecnología usada
Petróleo	150	Dato UK
Gas Natural	94	Dato UK
Eólica	6	Considera la tierra empleada directamente y la usada en la construcción de la central y los molinos. Una estimación eólica puede aproximar a la huella a 27 ha/GWh/año. Si se asume que la energía usada para construir el molino es procedente de combustibles fósiles. Si la energía utilizada hubiese sido eólica la huella se reduciría bastante.
Fotovoltaica	24	Contabiliza la tierra y energía utilizada para su funcionamiento. La estimación realizada aquí se basa en células de Cadmio y Teluro (CdTe) y Cobre-Indio-Selenio (CIS). De nuevo, se asume que en la construcción se utilizan los combustibles fósiles. Si se usara la energía solar la huella se reduciría considerablemente.
Leña	27 a 46	La estimación considera la superficie forestal necesaria para plantar los árboles necesarios. Estas cifras variarán en función de los rendimientos alcanzados debidos a la gestión en la plantación de biomasa.
Hidroeléctrica	10 a 75	La huella puede variar significativamente dependiendo del tipo de instalación. La cifra más elevada está basada en la media ponderada: 96% baja altitud y 4% altitud alta en California. También se asume aquí que la energía incorporada procede de combustibles fósiles.

En concreto el rendimiento de la energía hidroeléctrica oscila, según la fuente, entre 1.500 Gj/Ha/año y 280 Gj/Ha/año; el de la energía procedente de placas solares está cifrado entre 10.000 Gj/Ha/año y 3.600 Gj/Ha/año; y, por último, la energía nuclear, que es la que presenta un mayor rendimiento, las estimaciones oscilan entre los 500.000 Gj/Ha/año y los 53.000 Gj/Ha/año (Wackernagel, M., 1994 – revisión de 1999).

Por último, haremos una breve referencia a tres aspectos que afectan a las funciones de soporte vital necesarias para el desarro-

### Factores para las distintas fuentes de generación de energía eléctrica (fuentes renovables y no renovables)

Fuente: Wackernagel, M. et al. (2000).

llo de las prácticas humanas y cuya consideración en el análisis de la huella es desigual. Nos referimos al porcentaje de superficie bio-productiva que es preciso preservar para el mantenimiento de la biodiversidad; el agua como uno de los principales factores limitantes de la actividad humana y un recurso imprescindible para la vida; y el fenómeno cada vez más extendido de los residuos, en especial los residuos sólidos urbanos.

### Preservar la diversidad

Howard T. Odum sugiere que un tercio de todos los ecosistemas deberían reservarse para preservar la biodiversidad en el Planeta (1980). El Informe Brundtland propone que, al menos, el 12 por ciento (aproximadamente 2.000 millones de hectáreas, un 23 por ciento de la tierra considerada ecológicamente productiva) del espacio terrestre se destine exclusivamente al mantenimiento de la biodiversidad, con el propósito de conservar ecosistemas y especies animales y vegetales. Noss, R. F. y A. Y. Cooperrider estimaron que esta cifra debería ser del 25 por ciento (1994)<sup>15</sup>, más próxima a la postulada por H.T. Odum.

En la actualidad, aproximadamente el 3,5 por ciento de la superficie terrestre está protegida (WRI, 1999). Aunque en este porcentaje hay que contabilizar los parques nacionales, los parques naturales y las reservas en las que aún tienen lugar actividades productivas y/o cuyos ecosistemas están afectados por fenómenos contaminantes.

Las categorías de tierra *g* y *h*, de la clasificación presentada al principio de este apartado, que representan aproximadamente 1.500 millones de hectáreas (el 11,5 por ciento del espacio terrestre y el 17,7 por ciento de la superficie disponible para las actividades humanas) deben conservarse en su estado original y destinarse a la preservación de la diversidad. Además, el hecho de destinarlas exclusivamente a estos usos les permite cumplir otras funciones, tales como: evitar la liberación de CO<sub>2</sub> que se produciría en su explotación, sumidero de las emisiones generadas y santuario para la biodiversidad.

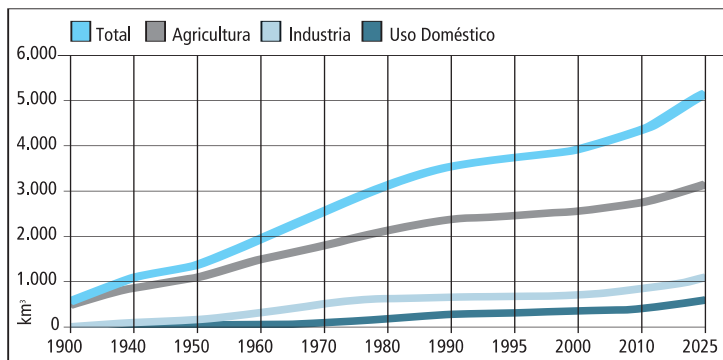
Junto a esta tipología de superficies bioproductivas que suministran los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de consumo humanas y absorber los desechos generados un par de aspectos requieren algunos comentarios adicionales.

### Agua

El agua disponible para el consumo humano constituye un recurso escaso<sup>16</sup> y un elemento de conflicto permanente, aunque exista poca conciencia de esto, lo cual lo convierte en una de las referencias más importantes en los análisis de sostenibilidad (Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D., 1998). En general,

15 Citado por Wackernagel, M. et al., 2000.

16 Según el Informe 'Soluciones para un mundo con escasez de agua' de The Johns Hopkins School of Public Health, en 1995, padecían escasez de agua (suministro anual de agua dulce renovable inferior a 1.000 m<sup>3</sup> por persona) y tensión hídrica (suministro anual de agua dulce renovable entre 1.000 y 1.700 m<sup>3</sup> por persona) en el mundo 31 países con una población de 460 millones de personas; para 2025 estas cifras se elevaban a 46 países y 2.800 millones de personas y para 2050 a 54 países y 4.000 millones de personas respectivamente.

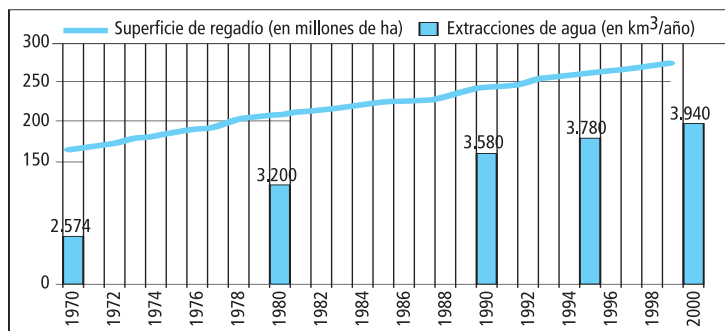


### Evolución del consumo mundial de agua por sector de actividad, en km³

Nota:  
El uso doméstico incluye a los servicios.  
Fuente:  
UNESCO. [www.unesco.org](http://www.unesco.org)

el consumo de agua derivado de la actividad humana compromete su disponibilidad futura<sup>17</sup>.

La cantidad de agua empleada depende del grado de urbanización y las prácticas económicas de los diferentes territorios. Por ejemplo, se estima que en África el 88 por ciento de agua dulce se utiliza para la agricultura, el 7 por ciento se destina a usos domésticos y el 5 por ciento restante a la industria. En Asia estos porcentajes son del 86, 6 y 8 por ciento respectivamente. Mientras tanto en Europa el agua se utiliza en su mayor parte en la industria que acumula el 54 por ciento del total, la agricultura usa el 33 por ciento del agua



### Evolución del consumo mundial de agua en la agricultura, en km³

Fuente: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2002 (GEO-3)

dulce disponible y para uso doméstico se destina el 13 por ciento restante (Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D., 1998).

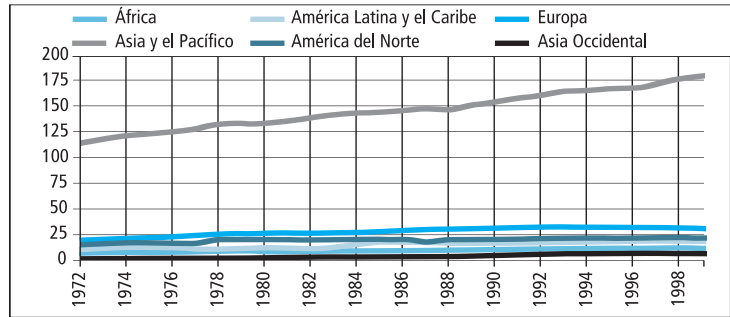
Aunque existan algunas excepciones a esta regla general (por ejemplo, Japón utiliza la mayor parte del agua dulce para el riego de sus arrozales; zonas áridas del sur de Europa como España o Grecia destina los mayores porcentajes de agua dulce a la agricultura en régimen de regadío), el consumo de agua por habitante es muy superior en los países que disponen de mayores recursos mo-

17 «En gran parte del mundo, el agua contaminada, la evacuación inadecuada de desechos y la deficiente ordenación de las aguas causan serios problemas de salud pública. Enfermedades relacionadas con el agua, como el paludismo, cólera, fiebre tifoidea y esquistosomiasis dañan o matan a millones de personas todos los años. El uso excesivo y la contaminación de los suministros de agua también están infligiendo serios daños al medio ambiente natural y presentan crecientes riesgos a numerosas especies biológicas» (Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D., 1998).

netarios. En efecto, el consumo de agua extraída por persona y día, como promedio, asciende en África a 47 litros, en Asia a 87 mientras que en Reino Unido se eleva a 334 y en Estados Unidos a 578 (Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D., 1998). En el Estado español, en 1999, esta cifra se situaba en 246 litros por habitante y día (INE).

### Evolución del consumo mundial de agua por áreas geográficas, en km<sup>3</sup>

Fuente: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2002 (GEO-3)



### Tabla de la página siguiente Tamaño y crecimiento de la población y disponibilidad de agua dulce renovable en países con escasez de agua, 1995 y 2025

Notas:

Los países con tensión hídrica son los que disponen de recursos anuales de agua que oscilan entre los 1.000 y 1.700 metros cúbicos por persona; las cifras figuran en cursiva. Los países que sufren escasez de agua son los que tienen suministros anuales inferiores a 1.000 metros cúbicos por persona; las cifras figuran en negrita.

TTF = tasa total de fecundidad  
(a) En metros cúbicos por año

Fuentes: Gardner-Outlaw y Engelman, *Sustaining water, easing scarcity: A second update*, Washington, D.C., Population Action International, 1997 (69). Gardner-Outlaw y Engelman basan sus cálculos en las estimaciones de la División de Población de las Naciones Unidas. La tasa de crecimiento y los datos sobre la TTF provienen de: Population Reference Bureau, *World Population Data Sheet*, 1998, Washington, D.C., 1998.

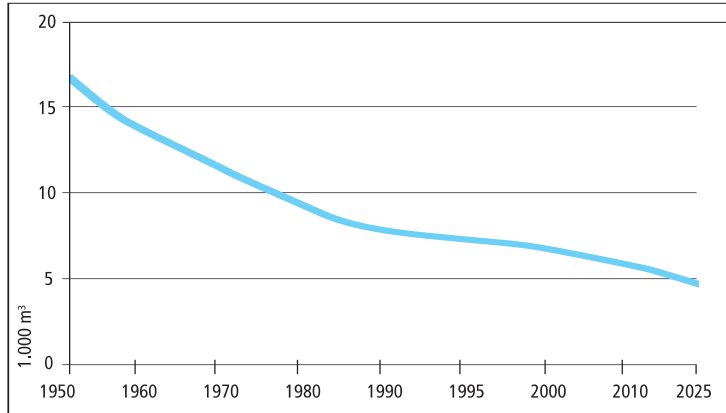
La extensión del estándar de vida urbano-industrial ha incrementado de manera considerable los requerimientos de agua. Por ejemplo, en 1900 una familia norteamericana media utilizaba sólo 10 metros cúbicos de agua al año, mientras que, en la actualidad, esta cifra se eleva a más de 200 metros cúbicos anuales. Las prácticas residenciales, terciarias e industriales actuales, respecto del uso de este recurso, ponen en evidencia un sistema que persigue perpetuarse ignorando los más elementales principios de la física y de los ecosistemas. Las economías «desmaterializadas» de los países desarrollados son cada vez más exigentes en recursos y el agua es uno de ellos. Por ejemplo, para producir una tonelada de acero son necesarias 6 toneladas de agua y para producir una tonelada de papel más de 200 metros cúbicos de agua (Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D., 1998). La industria de los países denominados desarrollados usa de la mitad a las tres cuartas partes del total del agua extraída frente al veinticinco por ciento que como promedio usa la industria en el mundo.

Paradójicamente esta demanda creciente de agua es coincidente con una disponibilidad, tanto cuantitativa como cualitativa, cada vez menor de ésta. La consideración, sobre todo en los países desarrollados, del agua como un recurso abundante, y, por tanto, barato –de acuerdo con los dictados de la economía estándar–, ha impedido la puesta en práctica de sistemas eficientes de asignación y como consecuencia de ello un uso racional del agua. La concentración de la población en las ciudades y el fácil acceso de los hogares al agua corriente han favorecido un distanciamiento de prácti-

<b>País</b>	<b>Población 1995 (millones)</b>	<b>Agua/hab 1995a</b>	<b>Población 2025 (millones)</b>	<b>Agua/hab 2025a</b>	<b>TTF 1998</b>	<b>Tasa porcentual de crecimiento 1998</b>
<b>Escasez de agua en 1995 y/ó 2025</b>						
Arabia Saudita	18.3	<b>249</b>	42.4	<b>107</b>	6.4	3.1
Argelia	28.1	<b>527</b>	47.3	<b>313</b>	4.4	2.4
Bahrain	0.6	<b>161</b>	0.9	<b>104</b>	3.2	2.0
Barbados	0.3	<b>192</b>	0.3	<b>169</b>	1.7	0.5
Burundi	6.1	<b>594</b>	12.3	<b>292</b>	6.6	2.5
Cabo Verde	0.4	<b>777</b>	0.7	<b>442</b>	5.3	2.9
Comoros	0.6	1,667	1.3	<b>760</b>	5.1	2.7
Chipre	0.7	1,208	1.0	<b>947</b>	2.1	0.7
Egipto	62.1	<b>936</b>	95.8	<b>607</b>	3.6	2.2
Etiopía	56.4	1,950	136.3	<b>807</b>	7.0	2.5
Emiratos Árabes Unidos	2.2	<b>902</b>	3.3	<b>604</b>	4.9	2.2
Haití	7.1	1,544	12.5	<b>879</b>	4.8	2.1
Irán	68.4	1,719	128.3	<b>916</b>	3.0	1.8
Israel	5.5	<b>389</b>	8.0	<b>270</b>	2.9	1.5
Jordania	5.4	<b>318</b>	11.9	<b>144</b>	4.4	2.5
Kenya	27.2	1,112	50.2	<b>602</b>	4.5	2.0
Kuwait	1.7	<b>95</b>	2.9	<b>55</b>	3.2	2.3
Libia	5.4	<b>111</b>	12.9	<b>47</b>	6.3	3.7
Malawi	9.7	1,933	20.4	<b>917</b>	5.9	1.7
Malta	0.4	<b>82</b>	0.4	<b>71</b>	2.1	0.6
Marruecos	26.5	1,131	39.9	<b>751</b>	3.3	1.8
Omán	2.2	<b>874</b>	6.5	<b>295</b>	7.1	3.9
Qatar	0.5	<b>91</b>	0.8	<b>64</b>	4.1	1.7
Rwanda	5.2	1,215	13.0	<b>485</b>	6.0	2.1
Singapur	3.3	<b>180</b>	4.2	<b>142</b>	1.7	1.1
Somalia	9.5	1,422	23.7	<b>570</b>	7.0	3.2
Sudáfrica	41.5	1,206	71.6	<b>698</b>	3.3	1.6
Túnez	9.0	<b>434</b>	13.5	<b>288</b>	3.2	1.9
Yemen	15.0	<b>346</b>	39.6	<b>131</b>	7.3	3.3
<b>Tensión hídrica en 1995 y/ó 2025</b>						
Afganistán	19.7	2,543	45.3	1,105	6.1	2.5
Bélgica	10.1	1,234	10.3	1,217	1.6	0.1
Burkina Faso	10.5	2,672	23.5	1,194	6.9	2.9
Corea del Sur	44.9	1,472	52.5	1,258	1.7	1.0
Eritrea	3.2	2,775	6.5	1,353	6.1	3.0
Ghana	17.3	3,068	36.3	1,464	5.5	2.9
India	929.0	2,244	1,330.2	1,567	3.4	1.9
Líbano	3.0	1,854	4.4	1,261	2.3	1.6
Lesoto	2.0	2,565	4.0	1,290	4.3	2.1
Mauricio	1.1	1,970	1.5	1,485	2.0	1.0
Níger	9.2	3,552	22.4	1,452	7.4	3.4
Nigeria	111.7	2,506	238.4	1,175	6.5	3.0
Perú	23.5	1,700	35.5	1,126	3.5	2.2
Polonia	38.6	1,458	40.0	1,406	1.6	0.1
Reino Unido	58.1	1,222	59.5	1,193	1.7	0.2
Tanzania	30.7	2,964	62.4	1,425	5.7	2.5
Togo	4.1	2,938	8.8	1,370	6.8	3.6
Uganda	19.7	3,352	45.0	1,467	6.9	2.7
Zimbabwe	11.2	1,787	19.3	1,034	4.4	1.5

### **Evolución del volumen de agua dulce disponible por habitante y año, en miles de m<sup>3</sup>**

Fuente:  
UNESCO.  
www.unesco.org



Esto no debe hacer olvidar que aún, en la actualidad, dos tercios de la población mundial, principalmente de países en desarrollo, obtienen el agua de fuentes públicas, pozos comunales, ríos y lagos, o de la lluvia. Al contrario de lo que ocurre en los núcleos de población de los países de mayores recursos monetarios, las poblaciones rurales de los países más pobres caminan durante horas recorriendo varios kilómetros para abastecerse de agua. En África, por ejemplo, las mujeres y las niñas se pasan 40.000 millones de horas al año acarreado agua. Como tampoco podemos ignorar que, en la actualidad, aproximadamente 1.280 millones de personas carecen de agua potable (PNUD, 2000), que más de 3 millones de personas mueren cada año como consecuencia de enfermedades (tales como el cólera o la disentería) contraídas por contaminación del agua (PNUMA, 2000).

El recurso agua, pues, constituye uno de los principales factores limitantes para el desarrollo de las prácticas humanas y un elemento clave para la sostenibilidad de vida en la tierra. Es por ello, que sería conveniente que el análisis de la huella ecológica tuviera en consideración la aportación del consumo de agua a la huella total y le concediese un tratamiento específico. Las estimaciones actuales de huella no incorporan el recurso agua. Esto presenta importantes limitaciones, sobre todo si tenemos en cuenta que la disponibilidad y el uso de este recurso varían de unos territorios a otros. Por esta razón, en aquellos lugares donde la presión sobre el medio es importante debido al uso de este recurso o por sus altos niveles de contaminación sería conveniente incorporar el impacto de este recurso en la estimación de la huella final. No obstante, las superficies de captación de agua sólo son incluidas en el cálculo de la huella ecológi-



ca si se considera exclusivamente su función económica, que, generalmente, se asume como función principal.

A pesar de ello, se proponen distintas aproximaciones para su inserción cuando esto sea posible y el análisis lo exija. Unas se basan en la energía utilizada en el proceso de extracción, conducción, suministro, etcétera. Otras, estiman la huella ecológica del agua a partir de las áreas de captación.

De acuerdo con la primera de estas aproximaciones, se tiene en cuenta, pues, sólo la energía necesaria para tratar, canalizar, suministrar y, cuando es posible, calentar el agua. De acuerdo con estimaciones realizadas para el Reino Unido (Wackernagel, M., et al, 2000), por cada millón de litros de agua distribuida se emiten alrededor de 370 kilogramos de CO<sub>2</sub>.

Según los cálculos realizados por Mathis Wackernagel, Nicky Chambers y Craig Simmons, la huella ecológica vendría determinada del siguiente modo:

$$\text{H.E.} = 370 \times 0,00019 \times 1,17 = 0,0823 \text{ hectáreas/año}$$

En el cálculo anterior 0,00019 es la superficie necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> generado en el proceso de distribución del agua y 1,17 es el factor de equivalencia asignado a la superficie forestal.

Según los propios autores este método puede incurrir en una doble contabilización puesto que cuando se considera el consumo de energía total del territorio en cuestión ya está incluida la energía empleada en el proceso de extracción, embalsado, transporte y distribución del agua.

La segunda manera de incorporar el consumo de agua a la huella ecológica es a través de la contabilización de las áreas de captación de agua. Según estimaciones del World Resource Institute en su Informe *World Resources 1998-99* el volumen de agua dulce disponible para Alemania y Arabia Saudí, por ejemplo, ascendía a 107,0 y 2,4 kilómetros cúbicos respectivamente (la estimación para el Estado español ascendía a 111,8 km<sup>3</sup>) y la superficie de captación de agua, por su parte, se estimó en 34,9 y 214,9 millones respectivamente.

Si se tienen en cuenta solamente las áreas de captación y no la energía involucrada en el proceso de suministro de agua los cálculos para estos países serían:

Alemania	34,9 millones ha / 107.000 millones de m <sup>3</sup> = 0,33 ha por Dm <sup>3</sup> anuales
Arabia Saudí	214,9 millones ha / 24.000 millones de m <sup>3</sup> = 89,54, ha por Dm <sup>3</sup> anuales

Las cifras anteriores ponen de relieve que las disponibilidades de agua dulce en Alemania son del orden de 3.065,9 metros cúbicos por

hectárea suficientes para satisfacer sus necesidades medias de consumo (583 m<sup>3</sup> por habitante), concentrando la industria el 86 por ciento de los requerimientos totales. Por su parte, las disponibilidades arábigo saudíes son 11,2 metros cúbicos por hectáreas inferiores a sus requerimientos medios anuales (1.002 m<sup>3</sup> por habitante), absorbiendo la agricultura el 90 por ciento del total.

Por ello es claro que la consideración del consumo de agua en el análisis de la huella ecológica no sólo enriquecería los resultados alcanzados sino que, y esto es muy importante, pondría de relieve la necesidad de sistemas racionales de gestión del agua más acordes con las disponibilidades de este recurso. Sin embargo, a diferencia de otros recursos o desechos, la imputación de superficie bio-productiva al consumo de agua es complicada.

Si consideramos, de acuerdo con el primer criterio, la energía incorporada en el proceso de captación, transporte, tratamiento y suministro podríamos contabilizar dos veces la energía empleada si no conocemos la parte de la energía total consumida que es imputada exclusivamente al agua (las estadísticas disponibles no facilitan esta información). Si tenemos en cuenta, conforme al segundo criterio, las áreas de captación el inconveniente aquí radica en la dificultad para diferenciar la superficie dedicada exclusivamente al suministro de agua dulce. De una parte, todas las tipologías de tierra cumplen funciones que permiten la captación posterior de agua. De otra, las superficies destinadas a captación de agua verifican, además, otras funciones y no exclusivamente la de servir de suministradora de este recurso.

## Residuos

La biosfera tiene una capacidad limitada como sumidero de los desechos generados por la actividad humana. Un aspecto importante, en este sentido, es la ruptura del cierre del ciclo de materiales, que viene provocada por la existencia de unos materiales generados por los seres humanos que resultan extraños a la naturaleza y, por esta razón, no pueden ser metabolizados, dando lugar a su acumulación sobre la corteza terrestre.

Además, la contaminación del suelo, agua y aire reducen la productividad natural. Los requerimientos de tierra necesarios para suplir esta pérdida de productividad podrían incluirse en el cálculo de la huella ecológica; sin embargo, en las estimaciones realizadas, hasta el momento, no se incluyen. A pesar de ello, podrían considerarse, añadiéndolo al cálculo final la tierra necesaria, por ejemplo, para la ubicación de vertederos de residuos. Aspecto éste importante en el caso de las ciudades que, como se ha reiterado a lo largo de este trabajo, son importantes generadoras de desechos.

En resumen, en los párrafos precedentes hemos hecho referencia a las categorías de superficie bioproductiva utilizada en el cálculo de la huella ecológica, su estado y disponibilidad actual. Según las estadísticas de la FAO, la Tierra dispone de 13.050,5 millones de hectáreas de tierra libres de agua y hielo, de ellas sólo 8.467,2 millones de hectáreas, el 64,9 por ciento, son consideradas productivas. De las casi 4.600 millones de hectáreas restantes 1.500 millones son grandes desiertos (excluida la Antártida) y 1.200 millones de hectáreas de arbolado muy esparcido, en su mayoría en áreas semiáridas. El resto, 1.900 millones de hectáreas, incluyen: tierra no cultivada, hierba no usada como pasto para animales domésticos, áreas degradadas, zonas pantanosas y vertederos.

Los 8.467,2 millones de hectáreas de superficie productiva si realizamos un ajuste<sup>18</sup> en función a su capacidad de generar biomasa –esto es, las multiplicamos por sus correspondientes factores de equivalencia– se elevarían a 11.980,4 millones de hectáreas. De ellas habría que detraer la superficie necesaria para la preservación de la diversidad. Si aplicamos el 12 por ciento –el porcentaje de uso más generalizado–<sup>19</sup>, la superficie resultante (10.542,72 hectáreas) es la disponible para las prácticas humanas. Expresado en términos *per cápita*, cada ser humano, como promedio, dispondría aproximadamente de 1,8 hectáreas para satisfacer sus necesidades de consumo.

Aunque la cifra anterior, las 1,8 hectáreas *per cápita* disponibles, pueda utilizarse como referencia para poder contrastarla con las hectáreas realmente necesarias para satisfacer el consumo humano, ha de tenerse en cuenta que la superficie de los ecosistemas se está reduciendo a medida que el consumo de recursos y la generación de desechos aumenta y la calidad de los suelos se reduce y, en consecuencia, su productividad.



Como comentamos anteriormente, existen dos métodos para estimar la huella de impacto humano o de deterioro ecológico. El primero de ellos, que podría denominarse «global» o «total», consiste en realizar una estimación global, de conjunto. Parte de grandes agregados de consumo y su ámbito territorial suele ser el Estado o grandes áreas geográficas, para los que suelen existir datos disponibles suficientes para una primera aproximación. Los distintos agregados de consumo se traducen a la correspondiente superficie biológicamente productiva, expresada en unidades por habitante.

18 Unas líneas más abajo se detalla el concepto de factor de equivalencia y factor de rendimiento utilizados en el cálculo de la huella ecológica.

19 Aquí se sigue sosteniendo el mismo criterio conservador. Esto es, infravalorar el consumo y sobrestimar la capacidad disponible.

### 3.3. Procedimiento global o de grandes agregados para la estimación de la Huella Ecológica

Posteriormente, si se quiere determinar la huella de un ámbito territorial a menor escala, dentro de ese Estado, ésta se obtendría como el producto de la superficie *per cápita* requerida, resultante de la estimación global, por los habitantes residentes en el ámbito territorial concreto. Por ejemplo, la huella ecológica expresada en términos *per cápita* para el Estado español, con datos correspondientes al año 1995, ascendía a 4,97 hectáreas. Si quisiéramos, utilizando este procedimiento, determinar la huella correspondiente a la ciudad de Sevilla sólo tendríamos que multiplicar por 697.487 (IEA, 1996) habitantes y de este modo obtendríamos la superficie biológicamente productiva necesaria para satisfacer las necesidades de consumo de la población de Sevilla. Esto es, la ciudad de Sevilla necesitaría 3.466.510 hectáreas para satisfacer las necesidades de consumo de sus habitantes. La superficie del municipio de Sevilla es de 14.100 hectáreas (IEA, 2001). Esto es, de acuerdo con el procedimiento tradicional de estimación de la huella, para cubrir las necesidades de consumo de la ciudad de Sevilla se necesita una superficie 246 veces superior a la existente, aproximadamente el cuarenta por ciento del territorio andaluz y superior a la extensión superficial de Cataluña.

Sobre este último aspecto, la aproximación a la estimación de la huella en ámbitos urbanos, volveremos más adelante.

### 3.4. Estimación a partir de los componentes de consumo



El **segundo** método, que podría denominarse 'de los componentes', sigue un proceso de estimación diferente. Parte del cálculo de los distintos productos y servicios consumidos, por ejemplo, determina el impacto de los viajes en coche o de los alimentos procesados. Las cifras manejadas, en este caso, son

las existentes en la zona donde se va a realizar el análisis. El propósito es contabilizar la mayor parte del consumo a partir de sus distintos componentes. Más tarde, mediante un proceso de agregación se obtiene la huella de impacto total.

Por ejemplo, si deseamos determinar la huella ecológica de los productos alimentarios elaborados tendríamos que contabilizar las hectáreas necesarias para su cultivo, la energía incorporada a los insumos industriales utilizados, la energía utilizada en la recolección y transporte hasta el lugar de transformación, la energía incorporada en el proceso de transformación, las hectáreas y energía necesarias para la producción de los envases y embalajes, la energía utilizada en el transporte hasta el lugar de consumo, se tendría que añadir, también, los residuos originados en todo el proceso. Todo

ello se traduciría a hectáreas biológicamente productivas y, de este modo, alcanzaríamos la huella correspondiente al producto alimentario analizado.

En *Sharing Natures Interest*, Nick Chambers, Craig Simmons y Mathis Wackernagel avanzan algunos criterios que pueden resultar útiles para la realización de estos cálculos.

Si quisiéramos estimar, por ejemplo, la huella de los viajes en automóvil consideraríamos el consumo de combustibles fósiles, la energía necesaria para la fabricación y el mantenimiento del automóvil, la superficie y la distancia recorrida. La huella media resultante se expresaría en términos de pasajero por kilómetro u otra medida apropiada para posteriormente generalizar los resultados. De este modo, podría estimarse el impacto del uso del vehículo a niveles individual, organizacional o territorial.

Componentes	Demanda (1)	Ha	Superficie	Factor equivalencia	H.E.
Gasolina	0,094 litros/Km 0,22 Kg CO <sub>2</sub> /Km	0,42 (a)	Energía fósil	1,17	0,4914
Fabricación y mantenimiento	0,042 litros/Km 0,10 Kg CO <sub>2</sub> /Km	0,19 (b)	Energía fósil	1,17	0,2223
Espacio ocupado	2.581.747 Ha	0,06 (c)	Construida	2,83	0,1698
Porcentaje ocupado	86%				
Distancia anual recorrida	362.400.000.000 Km				
Pasajeros	1,6				
<b>Huella Ecológica</b>	<b>(a+b+c)/d</b>	<b>0,4188</b>			<b>0,5522</b>

Generalmente, las aplicaciones basadas en los componentes se han apoyado en la metodología y la información contenida en el Análisis del Ciclo de Vida de los productos. A partir de aquí lo que se hace es traducir a hectáreas de superficie bioproductiva los resultados alcanzados.

Craig Simmons estimó la superficie necesaria para producir un litro de cidra en 1,4 metros cuadrados. La Agencia Sueca para el Medio Ambiente estimó que son necesarios 17 kWh para producir un kilogramo de aluminio y la DETR (UK) calculó en 0,44 kg de CO<sub>2</sub> las emisiones generadas en la producción de un kilogramo de aluminio. David Burdick estimó en 2001 la huella generada por una compañía de semiconductores, comparando el máximo de tierra, agua, aire y sol que

### Estimación de la huella ecológica de viajes en coche para UK (Ha/pasajero; Km/año)

Notas: (1) Cada 10.000 pasajeros por kilómetro y año  
Fuente: Wackernagel et al. (2000).

Componentes utilizados en el cálculo de la huella ecológica	
Electricidad (GWh)	Productos de la madera (m <sup>3</sup> )
Gas (GWh)	Viajes en coche (pasajeros/Km)
Vidrio reciclado (t)	Viajes en autobús (pasajeros/Km)
Papel y cartón reciclado (t)	Viajes en tren (pasajeros/Km)
Metales reciclados (t)	Viajes en avión (pasajeros/Km)
Compost (t)	Transporte por carretera (t/Km)
Otros materiales reciclados	Transporte por ferrocarril (t/Km)
Residuos domésticos (t)	Transporte aéreo (t/Km)
Residuos Sector servicios (t)	Transporte acuático (t/Km)
Residuos abióticos (t)	Agua (m <sup>3</sup> )

podría consumir de forma sostenible dicha compañía y el consumo efectivo. Es obvio que estas aproximaciones son formas, aún, rudimentarias de alcanzar un conocimiento de los requerimientos físicos derivados de la actividad humana.

### 3.5. Complementariedad y mixtura de ambos métodos



**Ambos métodos** son complementarios. El primero de ellos es el más utilizado y el que, al menos por el momento, permite una estimación del impacto global de la actividad humana en la biosfera. No obstante, este método presenta algunas limitaciones, generalmente reconocidas por todos.

Una limitación muy importante es la de considerar poblaciones homogéneas. En efecto, sectores amplios de la población tienden crecientemente a adoptar pautas de consumo similares. Existe además un efecto demostración que favorece que la población, en general, tienda a imitar el comportamiento de los ciudadanos que disfrutan de unos estándares de consumo más elevados (comportamientos más consumistas). También, es cierto que las pautas de producción y distribución están cada vez más estandarizadas y universalizadas.

Pero no es menos cierto, que la capacidad de compra está desigualmente repartida. Que la conciencia de vivir en un mundo que hace un uso abusivo de recursos naturales, que son finitos, no está igualmente extendida. Que los países más pobres, que dependen casi exclusivamente de sus propios recursos para sobrevivir, ven como éstos se reducen progresivamente, se deterioran o emigran a otros lugares. Que la tecnología no llega a todos los lugares, y la que exportan los países 'ricos' es obsoleta y/o poco eficiente. Que las demandas de la población son cada vez más exigentes, y la capacidad de autosuficiencia es cada vez más limitada. Que el sentido del límite es cada vez menor. Que la extensión del comercio a escala planetaria no sólo no está reduciendo las desigualdades existentes en el mundo sino que está acentuando la brecha entre los países 'ricos' y los países 'pobres'.

La creciente concentración de la capacidad de compra y las asimétricas relaciones de poder garantizan estándares de vida elevados a un sector muy reducido de la población a expensas de la mayoría de la población mundial, en un juego de suma cero donde los beneficios de unos pocos suponen el sacrificio de miles de millones de personas y del propio medio que las sustenta. La sostenibilidad está continuamente importándose por los países 'ricos' con cargo a los países más pobres.

En definitiva, aunque existe una tendencia a la estandarización, la existencia de componentes económicos, sociales, culturales, políticos e incluso geográficos hacen que las diferencias sean tan sustanciales que no es posible tratar las poblaciones de forma homogénea ni siquiera a escala estatal o regional.

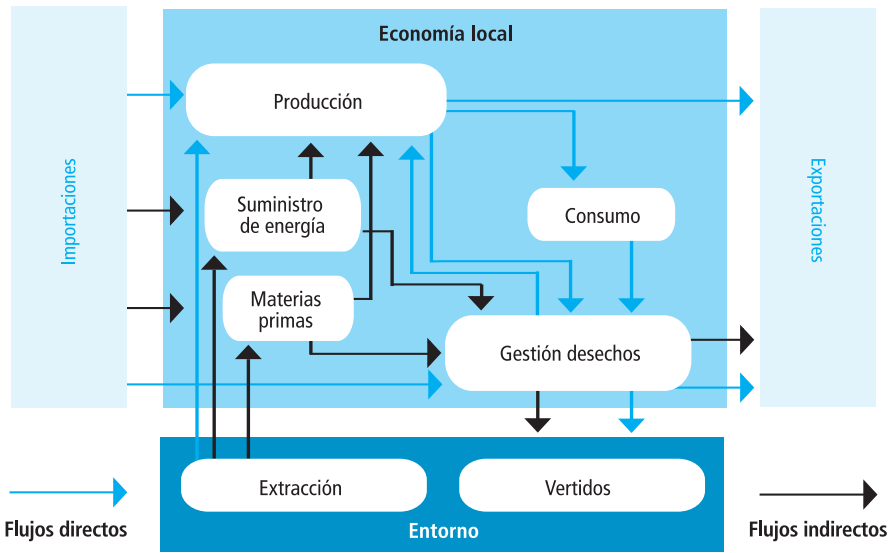
El segundo método, resuelve mejor las limitaciones anteriormente expuestas. No obstante, la falta de datos y de estadísticas adecuadas, así como la inexistencia de información relevante impide que puedan alcanzarse resultados satisfactorios. El análisis de los ciclos de vida de los productos, además, es muy limitado tanto por el número de productos considerados cuanto por el propio método utilizado, puesto que hay determinados servicios naturales que no se contabilizan y, además, es difícil imputar a cada producto los recursos y servicios, así como las instalaciones, materiales e infraestructura compartidos con otros.

El análisis MIPS, del Instituto Wuppertal, que es otra forma de aproximarnos a la estimación de los componentes de consumo, considera el conjunto de materiales necesarios «desde la cuna hasta la tumba»<sup>20</sup> para el procesamiento y comercialización de determinados productos. Sin embargo, los ciclos quedan abiertos al no considerar el proceso inverso «desde la tumba hasta la cuna», aspecto que debe cobrar cada vez mayor importancia en los análisis sobre sostenibilidad.

Uno de los mayores problemas que ha originado la sociedad urbano-industrial es la de dejar abierto los ciclos de materiales. Esto ha favorecido la acumulación de residuos –con frecuencia con dificultad para ser asimilados por los ecosistemas– que han llegado a convertirse en uno de los principales factores de insostenibilidad. Existen, aún, acusadas tendencias a interpretar los problemas de sostenibilidad atendiendo a los efectos o las consecuencias derivadas de las prácticas humanas. De acuerdo con esa «visión rectal» de la economía que ha dado lugar a una importante «industria ambiental».

Se ha pasado, pues, de centrar la atención exclusivamente en la transformación y circulación de recursos a una preocupación por la externalidades que el modelo productivo y de consumo actual de los países desarrollado origina. El Instituto Wuppertal desarrolló una metodología que persigue incorporar al análisis, además de los elementos que están presentes en los procesos de transformación y consumo, los distintos recursos empleados. A través de las mochilas ecológicas y de la metodología de MIPO-MIPS (*inputs* de materiales por unidad de producto o por unidad de servicio) se trata de contabilizar «desde la cuna hasta la tumba» todos los materiales que se han utilizado en el proceso.

20 Expresión utilizada por el Instituto Wuppertal para indicar la necesidad de considerar todos los elementos que participan en los procesos de producción y consumo, no sólo aquellos que tienen que ver exclusivamente con la transformación y distribución de los productos.



## Diagrama de flujos

Fuente:  
Behrensmeier, R. y Bringezu,  
S. Wuppertal Institute

21 Los orígenes de la Teoría de los Niveles Integrantes no están claros, algunos autores remiten este concepto a la época positivista de August Comte, del siglo XIX. En los años 30 del siglo XX, el bioquímico Needham utilizó frecuentemente la teoría de los niveles integrantes en sus conferencias. Aunque existen varias interpretaciones de esta Teoría, la generalmente aceptada es la propuesta por James Feibleman (1954). El Grupo de Investigación de la Taxonomía o Clasificación, formado en el Reino Unido en 1952, la formula en estos términos: el mundo de las cosas va de lo simple a lo complejo en un proceso de acumulación de características nuevas y divergentes de las anteriormente existentes. Esto provoca una transformación en los objetos o seres anteriores hacia objetos o seres nuevos. La nueva entidad conserva características del pasado pero su comportamiento es cualitativamente diferente y sus características hacen que puedan concebirse como nuevos seres u

En efecto, el análisis de los Requerimientos Totales de Materiales supone un avance importante en el conocimiento del impacto real de la actividad humana en los diferentes ecosistemas, pero no resuelve el importante problema de los residuos. Puede mitigar el uso excesivo de recursos; de hecho, se propone un Factor 10 de reducción en empleo de éstos. Sin embargo, deja fuera del análisis la necesidad de cerrar los ciclos de forma que aquello que es utilizado vuelva a los ecosistemas en condiciones de ser asimilado y, de este modo, estar en condiciones de ser usado de nuevo sin perjuicio para la capacidad de regeneración o de producción sostenible.

Es por ello, que la estimación de la huella atendiendo a sus componentes presenta evidentes ventajas. No obstante, la agregación de los diferentes componentes, para la determinación de la huella ecológica total, es muy problemática puesto que la información de los ciclos de vida de los productos es muy limitada y, además, es fácil incurrir en la doble contabilización y, de este modo, presentar unos resultados finales muy abultados, que contravendrían el criterio conservador adoptado en el análisis de la huella.

En cualquier caso, es interesante conocer el comportamiento conjunto de las actividades humanas y su impacto global, de aquí las ventajas que presenta el primer criterio de estimación: la huella ecológica global. Advertimos que el impacto global no es exactamente la suma de los impactos parciales. Esta consideración, que huye de un tratamiento aritmético al comportamiento de los fenómenos reales, se ve respaldada en la «teoría de los niveles integrantes» de Feibleman (1954)<sup>21</sup>.



A pesar de ello, siempre que esto sea posible, lo deseable es combinar ambos métodos. Esto permite no perder la perspectiva de conjunto y, al mismo tiempo, alcanzar resultados más exactos en algunas rúbricas específicas de consumos.

En otro orden de cosas, es conveniente indicar que la estimación de la huella ecológica es un proceso interactivo. Lo que suele hacerse es lo siguiente:

- (i) En primer lugar, se calcula la huella ecológica de los consumos agregados de una región (si los datos están disponibles) o un país determinado, tales como: consumo de combustibles fósiles, alimentación o madera. Este procedimiento inicial tiene la ventaja de que es más fácil obtener datos para las distintas categorías de consumo a este nivel de agregación.
- (ii) En segundo lugar, puede ir descendiendo hacia categorías más desagregadas, en función de las necesidades exigidas por los procesos de investigación en curso. Lo usual es alcanzar un nivel de detalle suficiente que permita resaltar aquellas categorías de consumo que puedan ser más relevantes para el caso de estudio de que se trate.
- (iii) Por último, se van contrastando los datos más agregados con aquellos otros más específicos y se van ajustando los resultados finales. Tiene, también, este procedimiento la utilidad de permitir realizar análisis enfocados en aspectos más concretos sin perder la visión más global o de conjunto.



La matriz de consumo y de superficie bioproductiva, establece la relación entre las diferentes categorías de consumo y las seis categorías de tierra establecidas anteriormente.

En la matriz de la página siguiente, las filas representan el consumo traducidos a hectáreas de superficie biológicamente productiva por habitante. Distribuido en siete categorías. Las columnas representan las hectáreas de superficie biológicamente productiva necesarias para satisfacer los distintos consumos. Los cinco tipos de superficies, ya enunciados, disponibles para las prácticas humanas y la superficie destinada a absorber el CO<sub>2</sub> excedente. Las celdillas sombreadas expresan las hectáreas de superficie ecológicamente productiva que corresponden a cada uno de los consumos realizados.

Las distintas categorías de consumo incorporan no sólo la superficie directamente ocupada o utilizada sino, también, la requeri-

t  
objetos (Spiteri, L.F., 1995). Fosskett (1978) utiliza el símil de la bicicleta para explicar este concepto. Él mantiene que una bicicleta es algo más que un mero montón de acero, caucho, aluminio, etcétera. La bicicleta efectivamente se fabrica a partir de esos materiales, pero es cuando estos se montan, cuando se ponen juntos, de una cierta manera, cuando una entidad nueva emerge pudiendo, de manera distinta a como podría hacerlo cualquiera de estas piezas por separado, transformar en movimiento la fuerza que el ciclista ejerce sobre sus pedales (Spiteri, L.F., 1995). Generalmente se presenta vinculadas a las leyes de inclusión. Por ejemplo, {mundo físico{mundo químico{mundo biológico{mundo social{mundo económico}}}}}} La noción de niveles integrantes, por lo tanto, va asociada a totalidad. Está asociada, en este sentido, a la concepción holística de los fenómenos y al concepto de complejidad. Sin comprender los resultados finales o el comportamiento de la totalidad es difícil, en ocasiones, entender los efectos o el comportamiento de las partes.

### 3.6. La matriz de consumo y de la superficie bioproductiva

## Matriz de consumo y superficie biológicamente productiva

(\*) Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (absorción CO<sub>2</sub>)

		Necesidades de superficie biológicamente productiva						H. E.
		Cultivos	Pastos	Mar	Bosques	Absorción CO <sub>2</sub>	Superficie Ocupada	
Categorías de consumo	Agricultura							
	Ganadería							
	Pesca							
	Forestal							
	Materias Primas Transformadas							
	Energía consumida (*)							
	Superficie ocupada, construida							
	<b>H. E.</b>							

da para producir los distintos bienes y servicios, la necesaria para el mantenimiento de los medios que permiten que éstos puedan ser producidos y aquella otra destinada a los desechos que estos bienes y servicios generan.

Para traducir a hectáreas lo consumido se utiliza una medida unitaria homogénea, con el fin de poder realizar comparaciones: las productividades medias mundiales. Generalmente, estas cifras, están disponibles a través de las estadísticas facilitadas por diferentes organismos oficiales internacionales.

Hacer uso de una medida unitaria homogénea, tiene una serie de ventajas, tales como: (i) la posibilidad de comparar realidades y ámbitos de estudios distintos; (ii) la menor dificultad para acceder a los datos y para la realización de los cálculos, siempre que se tenga en cuenta que las productividades medias globales no distorsionen excesivamente los resultados obtenidos; y, por último, (iii) la posibilidad de establecer las relaciones existentes entre el consumo local y la producción global. De hecho, en la actualidad las productividades locales son representativas de tan sólo una parte de los productos y servicios consumidos localmente. La mayoría de éstos suelen proceder del exterior, suelen ser productos importados.

No obstante, cuando la huella ecológica de una población determinada es comparada con la superficie biológicamente productiva de la cual dispone esta población, las áreas de tierra consideradas han de ajustarse en función de las productividades medias locales. Por ejemplo, si la productividad local es dos veces la media global, la tierra habría que contabilizarla por el doble de su área. Así, si la productividad agraria local fuese, por ejemplo, el doble de la media global y un área se encontrase pavimentada entonces el área que no podría ser utilizada para funciones ecológicamente productiva habría que contabilizarlas por el doble del espacio físicamente ocupado. Para ello, se utili-

zan en el cálculo de la huella ecológica lo que se denominan factores de equivalencia y factores de rendimiento<sup>22</sup> que se aplican a cada una de las categorías de tierra consideradas. Además, una vez homogeneizadas, por adición, se podría obtener la huella ecológica global.

Los **factores de equivalencia**, establecen una jerarquización entre las distintas categorías de superficie biológicamente productiva consideradas en relación con su mayor o menor capacidad para generar biomasa, de acuerdo a una productividad media mun-

**Espacio biológicamente productivo mundial (millones de hectáreas, 1996)**

Fuente: WWF (2001).  
Elaboración propia

	Superficie total	Superficie/p.c.	Factores de equivalencia	Superficie/p.c.
Cultivos	1.254	0,22	3,16	0,69
Pastizales	4.619	0,79	0,39	0,31
Forestal	3.333	0,58	1,78	1,03
Pesquerías	3.200	0,55	0,06	0,03
Construido	200	0,04	3,16	0,12
Total	12.606	2,18	1,00	2,18

dial. Evidentemente, por la forma en la que se obtienen estos factores de equivalencia pueden variar de año a año, en función de la tecnología aplicada a los diferentes usos. En otras palabras, los factores de equivalencia traducen a superficie biológicamente productiva los distintos usos de la tierra con el objeto de usar una medida homogénea.

En el análisis de la huella, como veremos con más detalle más adelante, la referencia para la determinación de los factores de equivalencia es la tierra de cultivo, considerada la más productiva. Además, es conveniente insistir en que la huella es una herramienta nueva de contabilidad biofísica de los procesos económicos y, en consecuencia, está continuamente siendo sometida a revisión. Esto explica las diferencias observadas en distintos análisis, siendo como es la metodología usada la misma. Por ejemplo, los factores de equivalencia van variando además de por la tecnología utilizada por las mejoras que se van introduciendo en las estimaciones de la huella para alcanzar unos resultados más exactos. En nuestro caso hemos usado las cifras manejadas por Mathis Wackernagel en la estimación de la huella mundial para el período comprendido entre 1961 y 1997, por ser éste el estudio más reciente. De cualquier modo, estas alteraciones en los resultados no son incompatibles con la necesidad de jerarquizar las distintas categorías de tierra para obtener un agregado homogéneo.

Los **factores de rendimiento** describen hasta qué punto la productividad media local supera o no la productividad media mundial.

22 En relación con los factores de rendimiento es conveniente indicar, como se ha comentado anteriormente, que una de las limitaciones importantes del análisis de la Huella Ecológica consiste en considerar que las prácticas agrarias e industriales pueden mantenerse en el tiempo sin mermar la capacidad de producir biomasa del medio donde tienen lugar. Bien, en la estimación de los coeficientes de rendimiento este aspecto está implícito y, por ello, los resultados obtenidos hay que interpretarlos con cierta prudencia. Por ejemplo, si consideramos el coeficiente de rendimiento de la tierra de cultivo (que es la relación existente entre el rendimiento medio del ámbito estudiado y el rendimiento medio mundial) puede darse la circunstancia que aquellas zonas cuyas prácticas agrícolas sean menos agresivas con el medio (las extensivas y poco exigentes en *inputs* industriales) ofrezcan un menor coeficiente y, por lo tanto, reduzcan las disponibilidades locales de tierra ecológicamente productiva. En nuestro caso el ámbito estudiado se inserta en un contexto en el que un número importante de prácticas agrarias son de carácter extensivo, a pesar de los importantes procesos de modernización a la que se han visto sometidas, y aunque algunas t

t  
de ellas, muy intensivas en recursos, alcancen rendimientos muy altos (por ejemplo, el arroz); otras, en cambio, tienen rendimientos muy por debajo de los rendimientos medios mundiales.

De este modo, ajustamos las disponibilidades realmente existentes de las distintas categorías de superficies bioproductivas tanto por la mayor o menor capacidad de generar biomasa (factores de equivalencia), cuanto por la capacidad de rendimiento de la propia superficie bioproductiva local.

El análisis de la huella ecológica «global» suministra una fotografía de la salud ecológica del Planeta en un momento determinado del tiempo. Sin embargo, no suministra información sobre los modos de producir y consumir actuales, de si éstos son o no sostenibles a largo plazo.

Los analistas de la huella no desconsideran, necesariamente, el hecho de que determinadas innovaciones técnicas puedan mejorar los rendimientos o reducir las necesidades de recursos.

Sin embargo, como ya se ha indicado en el capítulo precedente, en ocasiones, los avances tecnológicos que podrían traducirse en una reducción de los recursos utilizados, debido al aumento de los rendimientos productivos, son contrarrestados por un aumento en el consumo.

De hecho, lo que ha de tenerse en cuenta en el análisis de la sostenibilidad no es tanto obtener más con menos, cuanto reducir los requerimientos de recursos y servicios suministrados por la naturaleza hasta unos niveles que permitan que éstos puedan seguir pres-tándose en el futuro.

Puede afirmarse, pues, que el análisis de la huella ecológica permite establecer el desajuste existente entre la actividad económica y los requerimientos de 'capital natural'.

En resumen, como se ha comentado anteriormente, la huella ecológica no es un instrumento que nos diga cómo será el mundo en el futuro. Más bien, se trata de una herramienta cuya finalidad es ofrecer unos criterios que ayuden a la planificación y la gestión de la sostenibilidad, así como favorecer la toma de conciencia por la población de la incapacidad física del Planeta para seguir sosteniendo los estándares de producción y consumo actuales. Son en definitiva, criterios que pueden permitir ajustar las necesidades humanas a los recursos existentes con el propósito de que puedan seguir satisfaciéndose a lo largo del tiempo.

En esencia el análisis de la huella ecológica no es más que una herramienta que permite comparar las exigencias de recursos y servicios, derivadas de las necesidades de consumo, y las disponibilidades existentes. Siempre que, a escala planetaria, estatal, regional, local e, incluso, individual, se esté consumiendo por encima de las disponibilidades propias de recursos y servicios biofísicos, de forma continuada y creciente, se estará amenazando la sostenibilidad futura de la vida en el Planeta.



asta aquí hemos descrito con un cierto detalle los elementos que forman parte del análisis de la huella ecológica: metodología, técnicas, componentes, etcétera. En los epígrafes siguientes presentaremos el procedimiento seguido en nuestro caso y, al mismo tiempo, discutiremos algunos de los criterios generalmente adoptados en la estimación de la huella. Esto último, nos permitirá justificar los que hemos utilizados aquí y el propio procedimiento seguido.

Para la determinación de la huella ecológica de una población concreta es necesario: a) estimar el consumo anual para los diferentes productos y servicios consumidos, así como los desechos generados, expresados en unidades físicas y b) determinar las productividades para cada una de las categorías contabilizadas. El producto de los rendimientos por el consumo aparente resultante  $(P+M-X)$ , nos proporcionará la huella correspondiente a cada categoría de consumo. Para este cálculo se utilizan los rendimientos medios mundiales, posteriormente se ajusta por los rendimientos medios locales.

Las fuentes utilizadas para la obtención de la información de base para la estimación de la huella son las provenientes de los organismos públicos o privados reconocidos oficialmente. El uso de estas fuentes, que son las habituales en los análisis de la huella ecológica, nos permite realizar comparaciones y, al mismo tiempo, hacer explícita tanto sus limitaciones cuanto sus posibilidades para explotaciones distintas a las comunes.

### **Consideraciones generales en relación con la matriz de cálculo**

El ámbito temporal está referido al año 1995. Esta decisión se justifica principalmente por ser éste un año para el que puede disponerse del material estadístico necesario para alcanzar un cálculo de la huella con la mayor exactitud posible. A este año, además, se refiere la última publicación de las Tablas Input-Output para Andalucía, que es una de las fuentes que se utilizarán, como ya se expone más adelante, para la estimación de la huella ecológica andaluza.

No obstante, para numerosos cálculos se ha empleado la media de los años correspondientes al período 1993 – 1996, con el objeto de reducir las alteraciones debidas a factores climatológicos, estacionales, y otros que pudiesen distorsionar los resultados alcanzados. Esto está, a nuestro criterio, más que justificado para el caso de la estimación de la huella agraria y ganadera –al considerar la producción para la determinación del consumo aparente–, pero también puede aplicarse, y así se ha hecho, respecto de la huella energética.

## **3.7. Cálculo y estimación de la Huella Ecológica**

De hecho, 1995 fue un año especialmente castigado por la sequía viéndose resentida la producción agraria ese año de forma considerable, como se pone de manifiesto en los diferentes informes agrarios dimanados por los distintos organismos oficiales (Anuario de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el año de referencia o el propio informe de la Consejería de Agricultura y Pesca en la Memoria correspondiente a ese año). Esto es importante porque además de que se presentarían unas cantidades de unidades producidas inferiores a la media, no hay que olvidar que en la estimación de la huella se hace uso de las productividades medias mundiales y, ciertamente, no todas las áreas del planeta se ven afectadas por las mismas situaciones climáticas.

Se han establecido algunos cambios que pueden mejorar la presentación, posibles usos y la interpretación de los resultados obtenidos en el análisis de la huella ecológica, y se han introducido en la matriz de cálculo.

En primer lugar, se ha utilizado el código Standard International Trade Classification (SITC), suministrados por la Clasificación Estándar de Comercio Internacional, de Naciones Unidas. Esta clasificación, que facilita miles de referencias, codifica las distintas categorías de consumo garantizando que se tengan presente la totalidad de las materias consumidas. Además de facilitar su contabilización y comparación en su caso.

Estos códigos representan las distintas categorías de bienes que se incluyen en cada fila de la matriz de cálculo de la huella ecológica. El SITC fue desarrollado por Naciones Unidas en 1950 y se usa para relacionar los bienes que se intercambian internacionalmente. Esta clasificación ha sufrido, a lo largo de su existencia, varias revisiones. La actual, que es la que se utiliza aquí, es la tercera<sup>23</sup>.

Se ha incluido una columna correspondiente a la intensidad energética incorporada de las materias primas. La intensidad energética aquí considerada es aquella que se corresponde con la energía específica incorporada en cada producto. Esto es, nos indica cuánta energía es consumida para la obtención de las materias primas y los productos manufacturados. La intensidad energética incluye, pues, toda la energía necesaria para que los distintos bienes estén en condiciones de ser consumidos por el consumidor final. La unidad utilizada es [Mj/kg] o [Gj/kg], unidades de medida equivalentes.

Asumimos, aquí, al igual que en numerosos trabajos sobre estimación de huella ecológica y los diseñadores originales de esta herramienta Mathis Wackernagel y William Rees, que la energía utilizada procede de los combustibles fósiles. Aunque es posible, para análisis más concretos, distinguir entre varios tipos de fuentes ener-

23 Para más información se pueden visitar las páginas de Naciones Unidas, a través de Internet, que facilitan esta clasificación completa con uno, dos, tres, cuatro o cinco dígitos. También se puede acudir al documento publicado por las propias Naciones Unidas: *Commodity Indexes for the Standard International Trade Classification*. Revision 3, Vol I y II, Statistical Paper Series M, N° 38/Rev.2. Department for Economic and Social Information and Policy Analysis, United Nations, New York, 1994.

géticas. Las estimaciones consideradas se toman principalmente del estudio de CO<sub>2</sub> de Patrick Hofstetter (1992), mejorada por Mathis Wackernagel, Lillemor Lewan y Carina Borgström Hansson, 2001.

Se incluye una columna para las importaciones y las exportaciones con las cifras monetarias. Esto es especialmente útil para el estudio del comercio exterior y establecer las oportunas comparaciones entre los saldos de comercio exterior expresados en unidades físicas y los obtenidos si las unidades utilizadas son las monetarias. Se ha estimado, al mismo tiempo, la huella correspondiente a las importaciones y exportaciones. Estas columnas son útiles porque a partir de ellas puede estudiarse, con el nivel de detalle que permite la tabla, estudiar la capacidad para exportar sostenibilidad de las distintas economías y las necesidades y capacidad de importación de éstas.

Para la determinación de las exportaciones y las importaciones, en el caso de Andalucía, se ha hecho uso de la Tabla Input-Output de Andalucía (TIOA), correspondiente al año 1995 (las últimas existentes). Esto es debido a que las cifras de intercambios comerciales con el exterior suministradas por las distintas estadísticas, al no existir 'aduana regionales', proporcionan una información muy limitada para la determinación del consumo aparente en un área cuya demarcación territorial sea inferior a la estatal. En el caso del Estado español el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia de Administración Tributaria es el organismo que facilita esta información; y, por ejemplo, en ella no están contemplados los flujos comerciales entre las distintas Comunidades Autónomas.

Por el contrario, las TIOA, a pesar de que la información esté expresada en valores monetarios exclusivamente y el nivel de desagregación sea menor, nos permite aproximarnos a unas cifras de flujos comerciales con el exterior que, con la limitación de que los datos obtenidos lo son a través de métodos indirectos, salvan las importantes limitaciones que presentan las estadísticas oficiales del comercio exterior cuando éstas están referidas a un ámbito territorial más reducido que el del Estado.

Para los derivados agrarios se han utilizado, cuando la estimación directa no ha podido realizarse al no disponer de información, coeficientes técnicos de conversión. Muchos de ellos los facilita la FAO. No obstante, teniendo en cuenta que existen diferencias entre las características de las explotaciones agrarias y los productos obtenidos entre unos lugares y otros, siempre que ha sido posible, se ha tratado de obtener coeficientes de conversión propios (siempre calculados, puesto que esta información no la facilitan las estadísticas oficiales)<sup>24</sup>.

24 En el caso de la producción de aceite de oliva virgen y de vinos se han cotejado las cifras suministradas por las estadísticas oficiales de Andalucía con las que se hubiesen obtenido en caso de aplicar los coeficientes técnicos, siendo ambas muy similares. En el caso de la producción del aceite de oliva virgen, si usamos los coeficientes técnicos de conversión facilitados por la FAO, el resultado habría sido para el período estudiado de 4,8 kilogramos de aceite por kilo de aceituna. El resultado obtenido, por su parte, al dividir la producción de aceituna de almazara por la producción de aceituna es de 4,73 (2.202.408 Kg/465.726 Kg). En el caso de la producción de vinos los coeficientes técnicos de conversión de la FAO proporcionan la cifra de 1,4. En nuestro caso la ratio es de 1,41 (231.781 Kg/164.437 Kg).

## Producciones

En la producción de carne se han tenido en cuenta las toneladas de carne en canal. La piel, lana y otros derivados se contabilizan por separado. Existen, no obstante, toda una suerte de desechos que a nuestro entender no son significativos para el cálculo y que, por esta razón, no han sido deducidos. Tales como: pezuñas, cuernos y otros.

La carne procedente de animales cinegéticos no se contabiliza porque se considera contabilizada en la huella forestal. Así mismo, la carne de cerdo y pollo no se contabilizan al considerarse contabilizada en la huella agrícola.

Para los derivados lácteos la producción se ha obtenido a partir de los coeficientes técnicos de conversión. Así pues, para obtener un litro de crema o nata son necesarios 8,33 litros; para obtener un kilo de mantequilla 28,6 litros; un kilo de leche condensada requiere 2,9 litros; la leche evaporada 2,3 litros y la leche en polvo 9,1 litros de leche entera de vaca respectivamente. Para la obtención de un kilo de queso de vaca son necesarios 7,7 litros de leche entera de vaca; para el queso de oveja, tanto la carne de cerdo como de aves, así como los huevos, destinados al consumo humano, asumimos que proceden del consumo del cereal en grano y, por ello, no se contabilizan, la relación es de 8,33 litros de leche entera de oveja por kilo de queso elaborado; y para la elaboración de un kilo de queso de cabra son necesarios 12,5 litros de leche de cabra.

Tanto la producción de carne como sus derivados se consideran materias primas y asumimos que se producen a partir del consumo de pasto exclusivamente. Esto, además, se justifica para no incurrir en una doble contabilización. Obviamente, estas cifras podrían mejorarse si añadiéramos al consumo animal (ganado vacuno, caprino y ovino) el grano consumido y distinguiéramos entre animales estabulados (que se alimentan principalmente de pienso y grano) y animales no estabulados (que se alimentan de pastos y otros productos de la dehesa), pero esta información no está disponible a efectos de estos cálculos.

Los componentes de consumo se tratan con un alto nivel de desagregación, el mayor que permiten las estadísticas oficiales. Es obvio, que no es necesario un nivel de detalle tan amplio para la estimación de la huella ecológica, ya que ésta puede obtenerse con un mayor nivel de agregación. Sin embargo, hemos preferido recoger la mayor información posible para favorecer un estudio posterior más pormenorizado de las distintas categorías cuando se estime necesario. Así pues, se persigue con ello reunir los datos necesarios para la estimación de la huella, pero, al mismo tiempo, realizar una aportación, aunque modesta y con limitaciones, a una contabilidad física que complete la generalmente disponible en unidades monetarias.

Las cifras de producción vegetal y de carne se han tomado teniendo en cuenta las proporcionadas por las estadísticas oficiales estatales (INE, MAPA,...) y las suministradas por la FAO, en cada caso se han tomado aquella que hemos considerado más conveniente. En el caso de Andalucía se ha utilizado la información facilitada por las distintas Consejerías de la Junta competentes en este ámbito y por el Instituto de Estadística de Andalucía.



## Rendimientos

Los rendimientos agrarios tanto mundiales como estatales, autonómicos y provinciales están referidos a los años 1993, 1994, 1995 y 1996.

Cuando no se ha dispuesto de rendimientos medios mundiales para alguna categoría de consumo se han utilizado los locales. Esto no influye en la determinación de la huella puesto que para ella se usan cifras agregadas para los que sí existe información. Además, el hacerlo de este modo tiene la ventaja adicional de comparar el comportamiento de determinadas categorías en la determinación de la huella total.

En relación con el rendimiento medio de la carne se calcula como cociente entre el peso total de la carne y derivados, ponderados por sus coeficientes energéticos respectivos, y la superficie de pastizal.

Los coeficientes de conversión de eficiencia son los siguientes (expresados en Kj): carne de ganado bovino, caprino y ovino, 16; leche entera de vaca, 5; cerdo, pollo y huevos de aves, de 5 a 6—no obstante, estas categorías no se contabilizan en el cálculo de la huella—. La ratio de conversión de la productividad media para la carne se estima en 7,1 ya que el coeficiente de conversión para el pienso, de origen vegetal, y el forraje es de 7,1. Con estas cifras es posible determinar el rendimiento medio de la producción de carne y sus derivados. La lana se multiplica por 2 al ser su eficiencia la mitad que la de la carne. La leche además de afectarla por su coeficiente (5 Kj/Kj) hay que dividirla por 4,78 ya que un Kj de leche es 4,78 veces mayor que un Kj de carne de vaca.


Más adelante, empero, se propondrá un procedimiento diferente para estimar el rendimiento de la carne y derivados y para comparar los rendimientos medios mundiales con los rendimientos medios locales.

---

A los consumos agrícolas de Andalucía se ha añadido café, té y cacao puesto que aunque no existe producción propia su consumo es importante. Para la determinación de este último se ha tenido en cuenta el saldo comercial del Estado español al que hemos aplicado un coeficiente, en el que se ha considerado la población y la renta disponible por habitante, para trasladar la cifra estatal al ámbito andaluz.

En los dos capítulos que siguen presentamos los criterios, la información utilizada y los resultados alcanzados para el Estado español y Andalucía. En la exposición de los resultados de la huella ecológica del Estado español entramos en un cierto nivel de detalle para explicar qué criterios hemos seguido y cómo se han calculado los distintos elementos que contribuyen a la determinación final de la huella tanto para el propio Estado español como para Andalucía, de ahí que en ocasiones se hagan referencias a uno y a otra. Naturalmente, cuando mostremos los resultados alcanzados para Andalucía omitiremos estos pasos, salvo que la exposición lo exija, con el propósito de no ser reiterativos.





CAPÍTULO IV.  
EL CÁLCULO DE LA HUELLA  
ECOLÓGICA/CAPACIDAD DE CARGA  
ADQUIRIDA DEL ESTADO ESPAÑOL







La superficie de tierra bioproductiva la hemos agrupado siguiendo la clasificación que establece la Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas (FAO). Es, por otra parte, la clasificación que siguen la mayoría de los Institutos Públicos de Estadística. En concreto, a efectos de este análisis

la superficie considerada es la establecida tanto por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) como por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, que no difieren en exceso de la utilizada en la estimación de la huella por otros autores. En nuestro caso, hemos considerado la conveniencia de utilizar estas fuentes por ir nuestro ámbito de estudio desde un nivel mayor, el estatal, a uno más reducido, el municipal. Para este último, las estadísticas locales suministran información que no están disponibles en las estadísticas de la FAO, la utilizada generalmente en los cálculos de la huella ecológica<sup>1</sup>.

La delimitación de los usos no es clara. Es difícil separar, en ocasiones, las distintas funciones que desempeñan las diferentes categorías de uso establecidas. Por ejemplo, el área forestal cumple funciones que tienen que ver con la preservación de la biodiversidad, la absorción del CO<sub>2</sub> excedente, la producción de biomasa para consumo animal (pastos, plantas,...) o para su utilización por los seres humanos (leña, madera, etc.), retención de la energía solar y su transformación a través de la fotosíntesis en productos útiles para los seres vivos.

El criterio seguido en nuestro caso, para determinar la capacidad disponible de superficie bioproductiva, ha sido respetar la clasificación que se muestra a continuación. Así mismo, para la estimación de la superficie destinada a pastos se han considerado la correspondiente a prados y pastos y la superficie de erial o pastos (pastos accidentales que escasamente alcanza a mantener diez kilos de peso vivo por hectárea y año). A esta superficie se podría haber añadido también una parte de monte maderable, monte abierto (habitualmente usado para el pastoreo) y monte leñoso. Al no poderse establecer una división clara entre las diferentes funciones (las estadísticas disponibles no lo hacen en su totalidad), se ha optado por no incorporarlas.

Para la superficie marina hemos utilizado la cifra suministrada por World Resource Institute (1994). Esta superficie se estimó para 1995, para el Estado español, en 40,7 millones de hectáreas. Es la superficie bioproductiva destinada a la alimentación humana incluyendo la necesaria para la producción de harina de pescado, que utiliza aproximadamente un tercio de las extracciones pesqueras totales<sup>2</sup>.

Además, las diferentes categorías de superficie, que van a ser uti-

## 4.1. La superficie bioproductiva

1 Óscar Capintero (2003) ha analizado los flujos de energía, materiales y huella ecológica para la economía española correspondiente al período 1955-95. Ver Tesis Doctoral, inédita.

2 La producción mundial notificada de la pesca de captura y la acuicultura fue de 125 millones de toneladas, en 1999. La harina de pescado es el principal producto derivado que se utiliza para fines no alimentarios. Se prevé que la demanda y la oferta de pescado para la reducción a harina de pescado se mantendrá estable entre 30 y 35 millones de toneladas en los próximos años [FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). 1996-1998-2000].

## Usos del suelo para el cálculo de la huella del Estado español (miles de hectáreas)

Fuente:  
FAOSTAT (www.fao.org).  
Wackernagel, M. «Calculation of the World citizen's average Ecological Footprint (1961-1997 data)».  
WRI (1994). Elaboración propia.

Superficies	1993	1994	1995	1996	Media
Arable y Cultivos Permanentes	19.657	19.496	18.753	19.144	19.263
Pastizales	10.376	10.687	10.966	10.995	10.756
Explotaciones de Madera	4.964	4.823	5.287	4.867	4.985
Pastizales y Explotaciones de Madera	15.340	15.510	16.253	15.862	15.741
Área Forestal (absorción CO <sub>2</sub> )	12.979	12.970	12.970	12.970	12.972
Superficie Construida	1.968	1.968	1.968	1.968	1.968
Total Superficie Terrestre Disponible	49.944	49.944	49.944	49.944	49.944
Superficie Marina Productiva	40.070	40.070	40.070	40.070	40.070

Aprovechamientos	España (1)	Andalucía (1)	Sevilla provincia (1)
	miles de hectáreas	miles de hectáreas	miles de hectárea
Cultivos herbáceos	10.274,5	1.815,5	656,0
Barbechos y otras no ocupadas	3.771,0	465,5	77,5
Cultivos leñosos	4.707,7	1.678,5	200,4
<b>TIERRAS DE CULTIVO</b>	<b>18.753,2</b>	<b>3.959,4</b>	<b>933,9</b>
Prados naturales	1.499,6	57,4	11,0
Pastizales	5.506,7	795,7	87,7
<b>PRADOS Y PASTOS</b>	<b>7.006,3</b>	<b>853,1</b>	<b>98,7</b>
Monte maderable	7.216,3	1.054,8	51,0
Monte abierto	4.210,8	887,3	119,4
Monte leñoso	4.964,2	645,3	102,7
<b>TERRENO FORESTAL</b>	<b>16.391,3</b>	<b>2.587,5</b>	<b>273,1</b>
Erial a pastos	3.959,9	644,2	6,5
Espartizal	407,0	139,6	0,0
Terreno improductivo (2)	1.370,0	146,9	32,1
Superficie no agrícola (3)	2.019,5	296,4	52,1
Ríos y lagos	580,5	108,8	7,3
<b>OTRAS SUPERFICIES</b>	<b>8.336,9</b>	<b>1.335,9</b>	<b>97,9</b>
<b>SUPERFICIE GEOGRÁFICA TOTAL</b>	<b>50.487,7</b>	<b>8.735,9</b>	<b>1.403,6</b>
Asociación de cultivos herbáceos o barbecho con monte abierto	315,6	235,4	28,0

### Distribución general de la tierra (1995)

(1) Varía la superficie geográfica total, respecto del año anterior, por revisión de la de Cantabria, Barcelona, Girona, Tarragona, Valencia y Sevilla.

(2) Son aquellos que aun encontrándose dentro de superficies agrícolas no son susceptibles de ningún aprovechamiento, ni siquiera para pastos, tales como desiertos, pedregales, torrenteras, cumbres nevadas, etcétera.

(3) Son las superficies destinadas a otros usos como asentamientos humanos, edificaciones, caminos, carreteras, vías férreas, zonas industriales, fines militares, etcétera.

Fuente:  
Anuario de Estadística Agraria, 1997.  
Anuario de Estadística Agroalimentaria, 1999. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Elaboración propia

lizadas para la determinación del espacio bioproductivo necesario para satisfacer las necesidades de consumo y absorber los desechos generados, tienen una distinta capacidad de producción de biomasa. Esto es, un pastizal tiene una menor capacidad de proporcionar biomasa por unidad de superficie que, por ejemplo, la superficie agrícola. En este sentido, y para poder alcanzar una medida homogénea, se utilizan, en el cálculo de la huella, como ya se ha dicho, unos coeficientes, denominados «factores de equivalencia» que permiten establecer una comparación entre la capacidad de las diferentes categorías de superficie bioproductivas para generar biomasa.

La superficie bioproductiva necesaria para satisfacer las necesidades de consumo y absorber los desechos generados por una población dada se compara, posteriormente, con las disponibilidades locales de superficie biológicamente productiva. Como resultado de esta comparación obtendremos el déficit o superávit ecológico global para esa población.

Anteriormente se han aplicado unos coeficientes para expresar la diferente capacidad de generar biomasa de las distintas categorías de tierra y, de este modo, homogenizar los resultados finales. Para determinar la disponibilidad existente de superficie bioproductiva, se ajusta la superficie realmente existente, que suministran las estadísticas oficiales, por los factores de equivalencia correspondientes y por unas cifras, denominadas «factores de rendimiento» que establecen una comparación entre el rendimiento medio mundial y el rendimiento medio local de cada categoría.

#### Determinación de los factores de equivalencia:

**a) Superficie agrícola:**

La superficie agrícola es considerada como la que mayor biomasa produce por unidad de superficie. Y es, en consecuencia, la de referencia. Para el año de referencia, 1995, se estimó en 3,4 veces la productividad media mundial para las distintas categorías de tierra y mar bioproductivo.

**b) Superficie de pastos:**

En este caso se compara la energía contenida en los alimentos cultivados (esto es, la productividad de los cereales expresada en términos de contenido energético) a la producción primaria de pastos (aproximadamente 5Gj por hectárea y año).

**c) Superficie forestal:**

En la determinación de este factor se considera la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> de la superficie forestal y se compara con la superficie agrícola. Se asume que la producción de cereales es casi la mitad de la producción de biomasa. Además, se aplica un factor 2, que indica la relación existente entre la producción de fruta y la producción primaria neta total. Desde el inicio de la revolución verde, 1960, hasta la actualidad las plantaciones de frutales pasaron de representar 1/3 a 1/2 del total de la biomasa plantada, de ahí que se aplique este factor 2.

De acuerdo con los datos de IPCC, el rendimiento medio forestal para la producción de biomasa, fue en 1995, de 2.006 kg/ha/año (expresado en madera seca).

**d) Superficie marina:**

El factor de equivalencia para la superficie bioproductiva marina se calcula estimando cuánta tierra sería necesaria para producir la misma cantidad de carne de un animal que se alimenta exclusivamente de cereal en grano (por ejemplo, aves de corral), en términos de kilojulio de contenido alimentario.

Además, se compara el rendimiento de la producción pesquera y el correspondiente a los cereales cada uno multiplicado por los correspondientes contenidos energéticos de ambos. Estos son 5,4 MJ/kg y 11,8 MJ/kg, respectivamente. Dividiendo este último por el coeficiente de conversión de eficiencia (3,9).

Fuente:

Wackernagel, M., et al. Calculation the World citizen's average Ecological Footprint (1961-1997 data).



Para el cálculo de los factores de rendimiento se ha utilizado el criterio que hemos considerado más adecuado. Aquellos que puedan alcanzar una mayor exactitud en función de los datos disponibles para los diferentes ámbitos de estudio. Evidentemente, parte de los crite-

## 4.2. Determinación de los factores de rendimiento

rios empleados en diferentes trabajos del cálculo de la huella ecológica. A pesar de ello, como sucede en otros apartados de la estimación de la huella, se han introducido algunos cambios que pensamos pueden mejorar los resultados finales.

Es necesario advertir que dependiendo de cual sea el criterio utilizado los resultados variarán. No obstante, esto no altera el criterio general en cuanto al carácter conservador en la estimación la huella, siguiendo ésta infraestimada (principalmente, por la falta de datos existente).

### Determinación del factor de rendimiento para la agricultura

Generalmente, se utilizan para su cálculo el cociente entre el rendimiento medio mundial y el rendimiento medio local de algunos cultivos. En concreto, se suele comparar el rendimiento de los cereales. En nuestro caso hemos considerado el rendimiento de todas las categorías agrícolas (cereales, hortalizas y frutas, otras) y no sólo las de algunas de ellas. La determinación del factor de rendimiento agrícola en la estimación de la huella del Estado español se calculó del modo siguiente:

#### Cálculo del factor de rendimiento agrícola (1993-1996)

Fuente:  
FAOSTAT. [www.fao.org](http://www.fao.org).  
Elaboración propia

	Mundo	Estado español
Superficie agrícola (hectáreas)	1.217.270.294	17.803.428
Producción agrícola (toneladas)	5.593.263.104	87.724.331
Rendimiento agrícola (kg/ha)	4.594,921	4.927,384
	Factor de rendimiento =	1,072355

Estos rendimientos están siempre referidos a un horizonte temporal determinado, en nuestro caso al período comprendido entre los años 1993 y 1996 (se ha considerado su media). Y, en cualquier caso, dependerán de la tecnología existente y el estado de los suelos. En este sentido, es necesario indicar que la fertilidad de los suelos está siendo continuamente alterada y que las ganancias de productividad alcanzadas debida al cambio técnico no tienen una proyección universal. Esto es, la presión a que se está sometiendo a los suelos en determinados enclaves del planeta y la dificultad de acceder a las mejoras tecnológicas aplicadas a las prácticas agrícolas, sobre todo en los países pobres, impiden que se produzcan ganancias netas de productividad. Son estos lugares los más afectados por la degradación y pérdida de recursos del suelo debido principalmente a la erosión, la tala indiscriminada de madera, la salinidad del agua asociada a la irrigación, la coevolución de plagas y patógenos asociados al uso de controles químicos, el impacto del cambio climático global y la pérdida de diversidad biológica de los ecosistemas.



## Determinación del factor de rendimiento forestal

El criterio usual es comparar la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> de los bosques locales y la existente para los bosques mundiales<sup>3</sup>. Este criterio, que es útil a escala planetaria, plantea el problema, cuando pretendemos aproximarlos a realidades locales, de la falta de información disponible. Es por ello, que nosotros comparamos el rendimiento medio de las distintas explotaciones forestales locales con las mundiales. Se han considerado la producción de madera, leña y carbón vegetal.

	Mundo	Estado español
Leña y carbón vegetal (miles m <sup>3</sup> )	2.707	1.864.760
Madera en rollo industrial (miles m <sup>3</sup> )	12.997	1.489.530
Superficie (miles de hectáreas)	8.388	3.454.382
Rendimiento (kg/ha)	1.872,198	971,025
	Factor de rendimiento =	1,928

## Determinación del factor de rendimiento para la superficie de pastos

En este caso, se suelen utilizar dos criterios. Uno de ellos se apoya en el que usualmente se ha venido utilizando, en los análisis de la huella, para la determinación del rendimiento de la producción de carne de vaca y ternera, oveja y cabra. El resto de la producción de carne, se asume, que procede de ganado alimentado con grano procedente de los cereales (pollos, gallinas, cerdos, etcétera); y, por tanto, no es considerada, para la determinación del rendimiento, en esta categoría de superficie bioproductiva. Este primer criterio compara la producción de carne y sus derivados corregidos por los coeficientes de conversión energéticas correspondientes.

El segundo criterio, que es el seguido en nuestros cálculos, compara los rendimientos locales y mundiales basándose en la producción de carnes y derivados, considerando los coeficientes de contenido energético nutricional ajustados por sus correspondientes coeficientes de conversión energética. Veamos a continuación los resultados en función del criterio utilizado.

## Primer criterio para la determinación del rendimiento de los pastizales

En este caso, la productividad media de la «producción animal» se calcula como el cociente entre el peso total de todos los productos derivados de los animales, que asumimos que se alimentan exclusivamente de pastos<sup>4</sup>, y el área total ocupada por los pastizales mundiales. Al sumar los diferentes productos derivados de los animales éstos son ponderados por sus respectivos coeficientes de conversión de eficiencia.

Los coeficientes de conversión de eficiencia son los siguientes: La ratio kilojulios (kj) de entrada por kj de salida para la carne de va-

## Cálculo del factor de rendimiento forestal

Fuente:  
FAO. Elaboración propia

3 Los bosques pueden actuar a modo de depósitos, sumideros y fuentes de gases de efecto invernadero y, por tanto, tienen gran importancia en la moderación del intercambio neto de este tipo de gases entre la tierra y la atmósfera. Los bosques actúan como depósitos almacenando carbono en la biomasa y en el suelo. Son sumideros de carbono cuando aumenta su extensión o productividad, que dan lugar a la absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico. A la inversa, actúan como fuente cuando la quema y decadencia de la biomasa y la perturbación del suelo producen emisiones de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto invernadero. En la actualidad, las emisiones netas de CO<sub>2</sub> debidas a los cambios registrados en el uso de la tierra (principalmente la deforestación que tiene lugar sobre todo en las zonas tropicales) suponen aproximadamente el 20 por ciento de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> de origen humano (Schimel et al.: 1996). Citado en Situación de los Bosques del Mundo, 1999. Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [www.fao.org/docrep/W9950S/w9950s04.htm#P148\\_31329](http://www.fao.org/docrep/W9950S/w9950s04.htm#P148_31329)

4 Obsérvese que al considerar que el ganado bovino, ovino y caprino se alimenta exclusivamente de pastos estamos subestimando la huella de esta categoría. Si incluyésemos en el cálculo los

cereales en grano consumidos para la alimentación de ganado la huella alcanzada sería superior, siendo, además, el rendimiento de la superficie agrícola superior a la de pastos.

ca, cabra y oveja es 16; para la leche es de 5. (Para el cerdo, el pollo y los huevos, se estima entre 5 y 6; no obstante, estos productos no se incluyen en esta fila puesto que se considera que los cerdos y los pollos no se alimentan de pasto sino de granos y forraje correspondientes a la tierra de cultivo). La ratio de conversión de la productividad media de la producción de carne se estima en 7,1. Con estas cifras, calculamos la productividad media mundial como el producto de todos los derivados del ganado bovino, lanar y caprino (incluyendo las pieles y 2 veces la lana ya que se estima que su coeficiente de conversión de eficiencia es 2 veces inferior al de la carne) por 16/7,1. La producción de leche se multiplica por 5/7,1. La leche, además, hay que dividirla por 4,78 ya que un kg de leche es 4,78 veces mayor que un kilojulio de carne.

El coeficiente de conversión de eficiencia para el pienso, de origen vegetal, y el forraje para calcular la productividad media de la carne es de 7,1. Puesto que, la productividad del cereal se considera la unidad; así pues, sería 1/7,1.

La forma de determinar el rendimiento de la superficie de pastos, para la estimación de la huella ecológica, es como sigue:

### Cálculo del factor de rendimiento para la superficie de pastos

Fuente: FAOSTAT. INE. Elaboración propia

	Mundo	Estado español
	Toneladas/habitantes	Toneladas/habitantes
Carne de vaca y ternera	53.592.919	511.207
Carne de oveja y cabra	10.326.046	240.427
Leche entera de vaca	483.253.163	6.803.193
Cuero fresco de vaca y ternera	6.697.436	42.684
Cuero fresco de oveja	1.773.830	22.032
Cuero fresco de cabra	699.840	918
Habitantes	5.661.865.000	39.669.394
Rendimiento (kg/ha) =	43,2639	72,6727
	Factor de rendimiento =	1,68

(producción de carne de vaca y ternera + producción de carne de oveja y cabra + (producción de cueros frescos de vaca y ternera + cueros frescos de oveja + cueros frescos de cabra) + 2 x producción de lana grasienta) x 16 / 7,1 + producción de leche fresca entera de vaca x 5 / 7,1 / 4,78) / habitantes.

### Segundo criterio para la determinación del rendimiento de los pastizales

Este método nos proporciona los rendimientos tanto de la carne como de los cueros y la leche. Es similar al anterior y los resultados varían ligeramente. A continuación presentamos la forma de cálculo y la determinación final del factor de rendimiento.

El factor de rendimiento se calcula comparando el rendimiento medio local de la superficie de pastos y el rendimiento medio mundial correspondiente. Esto es:

$$\text{Factor de rendimiento} = \frac{\text{Rto. local}}{\text{Rto. mundial}} = \frac{9,81}{3,86} = 2,54$$

Estado Español	Producción	Contenido Energético Nutricional	Coefficiente Eficiencia	Coefficiente Eficiencia Ajustado	Bioproducción Primaria Pastizales	Rendimiento
	Miles de t	[Gj/t]	[kj/kj]	[kj/kj]	[Gj/año]	[Kg/Ha]
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)x(2)x(4)	(7)=(6)x1000/(2)/(4)
Carne de Vaca y Ternera	511.207	12,1	15,4	14,2	87.917.507	57,03
Carne de Oveja y Cabra	240.427	11,2	7,8	7,1	19.173.487	122,98
Leche	6.803.193	2,2	5	5,0	74.835.126	891,57
Lana	30.575			7,1	2.438.269	122,98
Cueros frescos	65.634			14,2	10.079.614	70,19
de Vaca y Ternera	42.684			14,2	7.340.805	
de Oveja y Cabra	22.950			7,1	1.830.172	
total de la biomasa de origen animal alimentado con pasto:					203.614.980	
total de la superficie de pasto y forestal destinada a pasto:					20.761.573	
bioproduktividad primaria media local de pasto para la producción de carne:					<b>9,81</b> (6)	

Mundo	Producción	Contenido Energético Nutricional	Coefficiente Eficiencia	Coefficiente Eficiencia Ajustado	Bioproducción Primaria Pastizales	Rendimiento
	Miles de t	[Gj/t]	[kj/kj]	[kj/kj]	[Gj/año]	[Kg/Ha]
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(1)x(2)x(4)	(7)=(6)x1000/(2)/(4)
Carne de Vaca y Ternera	53.592.919	12,1	15,4	14,2	8.877.140.103	23,29
Carne de Oveja y Cabra	10.326.046	11,2	7,8	7,1	699.990.095	56,91
Leche	483.253.163	2,2	5	5,0	5.315.784.793	350,72
Lana	2.644.635			7,1	179.276.568	56,91
Cueros frescos	65.634			14,2	1.457.232.491	23,29
de Vaca y Ternera	6.697.436			14,2	1.109.364.424	
de Oveja y Cabra	2.473.670			7,1	202.093.306	
total de la biomasa de origen animal alimentado con pasto:16.529.424.049						
total de la superficie de pasto y forestal destinada a pasto:					4.284.539.053	
bioproduktividad primaria media local de pasto para la producción de carne:					<b>3,86</b> (6)	

Como puede apreciarse las cifras obtenidas de acuerdo a uno u otro criterio difieren considerablemente. En el primer caso, el factor de rendimiento alcanza un valor de 1,68, mientras que siguiendo el segundo criterio esta cifra se eleva a 2,54. La capacidad disponible de esta categoría de tierra varía, en función del criterio utilizado, en 0,25 hectáreas por habitante. No obstante, como ya se ha referido anteriormente, en este caso hemos considerado más conveniente el uso del segundo criterio aunque eleve la capacidad disponible y altere, en consecuencia, el criterio más conservador seguido en todos los cálculos.

### Determinación del factor de rendimiento para la superficie marina

En este caso se considera que el rendimiento local coincide con el rendimiento mundial. Esta cifra, evidentemente, podría mejorarse si existiese información al respecto. De este modo, podríamos discriminar en función de las distintas artes de pesca, el tipo de pescado consumido, su procedencia, etcétera. El factor de rendimiento, por ello, es la unidad.

### Cálculo del factor de rendimiento para la superficie de pastos

Fuente: FAO. Elaboración propia

En los apartados que siguen a continuación se muestran los resultados obtenidos para los distintos componentes de la huella ecológica total: huella de las materias manufacturadas, agraria y pesquera, forestal y energética.

### 4.3. Determinación de la huella relativa a las materias manufacturadas consumidas

#### Energía incorporada en los componentes de consumo

Fuentes: Mathis Wackernagel, Lillemor Lewan and Carina Borgström Hansson (1998): Calculation of the Ecological Footprint of an average person in Sweden, Malmöhus County and the Kävlinge Watershed (Swedish 1994 data). Redefining Progress Calculation of the German average Ecological Footprint (1995 data). [www.rprogress.org](http://www.rprogress.org). Chambers, N., Simmons, C., Wackernagel, M. (2000): Sharing Natures Interest. Ecological Footprints as an indicator of sustainability. Earthscan Publications Ltd. London.



Para el cálculo de la huella de los productos elaborados o procesados se considera sólo el saldo comercial. Esto es, no se estima a partir del consumo aparente, sino por diferencia entre importaciones y exportaciones. La razón de este proceder es por considerar que el proceso de producción tiene lugar sobre materias primas que ya han sido contabilizadas. Las importaciones netas se ajustan, para el cálculo de la huella, por la intensidad energética de cada producto. Esta intensidad energética es la energía específica incorporada en el producto elaborado. Esto es, todo el consumo energético que tiene lugar desde el inicio del proceso de producción hasta la puesta a disposición de los productos en el mercado para ser consumidos. La unidad de medida es [Mj/kg] o [Gj/t], ambas equivalentes.

De acuerdo con el criterio general utilizado para la estimación de la huella se asume que la energía empleada en estos procesos tiene su origen en los combustibles fósiles. No obstante, en los análisis de la huella ecológica basado en los componentes, que alcanzan un mayor nivel de detalle, se suelen utilizar distintas fuentes (Wackernagel, et al., 2000). A continuación se relacionan las intensidades energéticas asociadas a diferentes materias primas y productos elaborados.

De acuerdo con el criterio general utilizado para la estimación de la huella se asume que la energía empleada en estos procesos tiene su origen en los combustibles fósiles. No obstante, en los análisis de la huella ecológica basado en los componentes, que alcanzan un mayor nivel de detalle, se suelen utilizar distintas fuentes (Wackernagel, et al., 2000). A continuación se relacionan las intensidades energéticas asociadas a diferentes materias primas y productos elaborados.

CATEGORÍAS	Intensidad Energética [Gj/t]	CATEGORÍAS	Intensidad Energética [Gj/t]
Aceite de semilla	10	Máquinas de oficina, ordenadores,...	300
Aceites de esencias y perfumes	40	Margarina y otros aceites y grasas	40
Aceites y grasas de animales	40	Material de cine, fotográfico,...	600
Algodón	10	Material de construcción	100
Alimentos para perros y gatos	20	Material de transporte(vehículos)	100
Aluminio	250	Material óptico	140
Armas y municiones	100	Materiales curtidos, teñidos,...	40
Azúcar de remolacha	15	Metales no férricos	60
Bebidas alcohólicas	15	Miel	10
Bebidas analcohólicas	10	Minerales (incluidos fertilizantes)	2
Bebidas y tabaco	10	Minerales metálicos	2
Cacao	20	Minerales no metálicos	1
Café	75	Monedas (excepto de oro y plata)	500
Cañaño	5	Mostaza	30
Carne de animales de granja	80	Otros materiales de origen animal	10
Carne de vaca y ternera	80	Otros productos químicos	40
Carnes elaboradas y derivados	80	Papel	35

CATEGORÍAS	Intensidad Energética [Gj/t]	CATEGORÍAS	Intensidad Energética [Gj/t]
Caucho	20	Papel impreso	35
Cenizas y escorias de metales	2	Pasta de papel	10
Ceras y grasas vegetales	40	Pescado	100
Cereales	10	Pienso (elaborado de aceites)	20
Chatarra de metal	50	Plástico puro	40
Chocolate	50	Plástico refinado	50
Cristal y cerámica	20	Preparados de caucho	50
Cueros	10	Preparados de fruta	20
Dulces	20	Preparados de pasta	20
Equipamientos eléctricos	100	Preparados de vegetales	20
Equip. deportivo, material de escritura, pintura, instrumentos musicales, ...	100	Productos de la piel	20
Equipos de sonido y telefonía	140	Productos de madera y corcho	15
Especies	75	Productos de perfumería, limpieza, etc.	100
Extracto de malta	20	Productos derivados del plástico	50
Fertilizantes sintéticos	100	Productos médicos y farmacéuticos	200
Fertilizantes	50	Productos químicos inorgánicos	40
Fibras sintéticas	50	Productos químicos orgánicos	40
Flores y plantas ornamentales	10	Productos transformados del cereal	20
Fruta	10	Pulpa de papel	15
Grasas y aceites vegetales	40	Quesos	65
Harina de otros cereales	10	Raíces y tubérculos	5
Harina de trigo	20	Salsa de soja	10
Harinas de pescado	100	Salsa de tomate (ketchup)	30
Hierro y acero (1ª transformación)	50	Salsas sazonadas	20
Hortalizas de invernadero	100	Tabaco	10
Hortalizas frescas	5	Tabaco elaborado	100
Huevos	65	Té	75
Instrumentos de precisión	100	Tejidos de algodón	20
Joyería	300	Tejidos de fibra	20
Lana	10	Tejidos sintéticos	50
Leche	10	Tejidos 50% algodón y 50% sintéticos	45
Legumbres	10	Transacciones especiales n.c.	100
Madera	10	Vidrio y cerámica	20
Manufacturas metálicas	60	Vinagre	20
Manufacturas y estructuras metálicas	100	Zapatos	20
Maquinaria pesada	100	Zumos de fruta	20

Para la determinación de la huella correspondiente a las materias procesadas se han agrupado las diferentes categorías de consumo de manera análoga a la realizada por la Encuesta Industrial de Productos. Esto ha permitido comparar los datos que suministra la Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT) para el Comercio Exterior<sup>5</sup> y la producción proporcionada por dicha Encuesta. Algunos datos han sido ajustados teniendo en cuenta ambas fuentes. Está justificado, a fortiori, en nuestro caso, el uso de este criterio puesto que de esta forma podemos trasladar los resultados alcanzados a escala estatal al ámbito de Andalucía y, de este modo, poder estimar la huella de las materias primas procesadas en esta Comunidad

5 Según la Agencia Estatal de Administración Tributaria (1995): «La Estadística del Comercio Exterior de España se obtiene a partir de las siguientes fuentes:

- Σ Comercio con terceros países, tiene como base la Declaración de despacho en Aduana (DUA ó Documento Único Administrativo)
- Comercio intracomunitario, desde el año 1993, no existen fronteras entre los países que integran la Unión Europea ni, por lo tanto, formalidades aduaneras. Por tanto, en general, se ha establecido la obligación por parte

<sup>t</sup> de los operadores económicos de formalizar la Declaración estadística Intrastat, que recoge las correspondientes operaciones intracomunitarias. Dicha declaración constituye la base para la obtención de los datos estadísticos del comercio entre los Estados miembros.

Notas metodológicas:

- $\Sigma$  Los datos del Comercio Exterior de España publicados en el territorio nacional y los publicados sobre España por la Oficina de Estadística de la Comunidad Europea (EUROSTAT) se obtienen de la misma fuente. Sin embargo, si se comparan ambos datos, se observarán discrepancias debidas al tratamiento metodológico diferente que aplica EUROSTAT en determinados casos. A título de ejemplo, citaremos el hecho de que las operaciones realizadas en

### Energía incorporada a las materias procesadas y comercializadas, 1995 (Estado español)

Fuentes:  
INE. Anuario Estadístico, 1997.  
Encuesta Industrial de Productos, 1995. AEAT. Estadística de Comercio Exterior de España, 1995.  
Elaboración propia.  
(Termina en página 142)

Autónoma. Más adelante, veremos cómo este paso es necesario para poder hacer uso, para este propósito, de las Tablas Input-Output de Andalucía (TIOA).

Esta agrupación no impide que puedan presentarse las materias procesadas correspondientes a cada categoría con el objeto de poder realizar análisis más detallados si se considerase necesario. Hemos tratado, por ello, de recoger el mayor número de componentes y la energía incorporada a su saldo comercial respectivo, mostrando la aportación de cada una de ellas al resultado final. El total agregado se presenta en Petajulios (Pj) para su posterior conversión a Gigajulios por habitante y año (Gj/hab/año). Como veremos más adelante esta cifra se incorporará a la huella de deterioro energético como una categoría más junto a la energía final consumida, procedente de diferentes fuentes (carbón, petróleo, gas natural, hidráulica, natural...)

Presentamos a continuación los resultados alcanzados para el Estado español. En el caso de las materias primas procesadas, como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente [apartado 4.1.d)], sólo se considera el saldo comercial. Esto es, en la determinación del consumo final no se considera la producción por entender que los productos finales proceden de materias primas ya contabilizadas como tales e incurriríamos, si las considerásemos de nuevo, en una duplicación de los datos. La energía incorporada a cada categoría es la necesaria para su obtención y la puesta a disposición de los consumidores.

CONCEPTO	M (Tm)	X (Tm)	Intensidad energética (Gj/t)	Energía incorporada (Pj)
<b>Alimentación, bebidas y tabaco</b>	6.075.100	2.892.500	20	64,850
Preparados de carne y pescado	82.600	94.600	80	-0,960
Azúcares y artículos de confitería	648.800	274.700	20	7,482
Cacao y sus preparados	127.000	65.300	20	1,234
Preparados a base de cereales y harinas	129.900	126.000	20	0,078
Preparados de legumbres y frutos	324.100	863.400	20	-10,786
Preparados alimenticios diversos	116.500	107.600	20	0,178
Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre	755.300	1.070.000	15	-4,721
Residuos de industrias alimenticias	3.828.100	261.900	20	71,324
Tabaco y sucedáneos de tabaco elaborado	62.800	29.000	100	3,380
<b>Textil y confección</b>	909.600	466.500	32	14,086
Seda	700	100	20	0,012
Lana y pelo, hilados y tejidos de crin	34.600	27.100	20	0,150
Algodón	166.100	115.700	20	1,008
Las demás fibras textiles vegetales	40.000	2.000	20	0,760
Filamentos sintéticos o artificiales	129.600	63.100	50	3,325
Fibras sintéticas o artificiales discontinuos	214.400	110.400	50	5,200
Guata, fieltro y tela sin tejer	43.100	32.100	45	0,495
Alfombras y revestimientos para suelos	15.600	8.800	20	0,136
Tejidos especiales	6.800	4.700	20	0,042

CONCEPTO	M (Tm)	X (Tm)	Intensidad energética (Gj/t)	Energía incorporada (Pj)
Tejidos impregnados, recubiertos,...	22.400	24.600	40	-0,088
Tejidos de punto	7.000	13.700	20	-0,134
Prendas y complementos de vestir de punto	46.000	16.700	20	0,586
Prendas y complementos de vestir excepto punto	56.900	12.800	20	0,882
Los demás artículos textiles confeccionados	126.400	34.700	20	1,834
<b>Cuero y calzado</b>	<b>218.700</b>	<b>150.800</b>	<b>20</b>	<b>1,358</b>
Pieles (excepto peletería) y cueros	159.800	49.900	20	2,198
Manufactura del cuero	24.100	4.300	20	0,396
Peletería y confección de peletería	1.200	4.400	20	-0,064
Calzados, artículos análogos y sus partes	33.600	92.200	20	-1,172
<b>Madera y corcho</b>	<b>4.598.700</b>	<b>1.811.000</b>	<b>14</b>	<b>39,883</b>
Madera, carbón vegetal y manufactura de madera	3.450.000	1.018.900	15	36,467
Corcho y sus manufacturas	16.300	57.600	15	-0,620
Pasta de madera	1.132.400	734.500	10	3,979
<b>Papel artes gráficas y edición</b>	<b>2.647.600</b>	<b>1.314.900</b>	<b>35</b>	<b>46,645</b>
Papel y cartón, manufacturas de pasta	2.601.800	1.133.600	35	51,387
Productos editoriales de prensa u otras	45.800	181.300	35	-4,743
<b>Químicas</b>	<b>7.831.600</b>	<b>5.916.800</b>	<b>48</b>	<b>91,952</b>
Productos químicos inorgánicos	2.013.400	2.149.200	40	-5,432
Productos químicos orgánicos	2.313.900	831.200	40	59,308
Productos farmacéuticos	25.300	37.000	200	-2,340
Abonos	2.413.300	1.514.500	50	44,940
Extractos curtientes, tintorería, pinturas	209.400	523.200	40	-12,552
Aceites esenciales y resinodes	85.700	66.600	40	0,764
Jabones, productos orgánicos y ceras	197.600	347.300	40	-5,988
Materias albuminoideas	89.300	33.400	40	2,236
Pólvoras explosivos, materias inflamables	9.100	5.000	100	0,410
Productos fotográficos y cinematográficos	37.200	12.100	600	15,060
Productos diversos de la industria química	437.400	397.300	40	1,604
<b>Manufacturas del caucho y plástico</b>	<b>2.354.100</b>	<b>1.845.800</b>	<b>50</b>	<b>25,415</b>
Materias plásticas y sus manufacturas	1.739.300	1.434.600	50	15,235
Caucho y manufacturas del caucho	614.800	411.200	50	10,180
<b>Productos minerales no metálicos</b>	<b>18.616.500</b>	<b>15.186.100</b>	<b>1</b>	<b>3,430</b>
Sal, azufre, tierras, piedras, yesos,...	7.588.100	13.170.600	1	-5,583
Minerales, escorias y cenizas	11.028.400	2.015.500	1	9,013
<b>Producción, 1ª transformación y fundición de metales</b>	<b>10.678.200</b>	<b>4.604.500</b>	<b>50</b>	<b>303,685</b>
Fundición de hierro y acero	10.678.200	4.604.500	50	303,685
<b>Productos metálicos</b>	<b>1.776.700</b>	<b>1.842.100</b>	<b>63</b>	<b>-4,132</b>
Manufacturas de fundición, hierro y acero	825.400	1.060.800	60	-14,124
Cobre y manufacturas de cobre	290.500	179.300	60	6,672
Níquel y manufacturas de níquel	23.200	1.000	60	1,332
Aluminio y manufactura de aluminio	328.400	316.100	250	3,075
Plomo y manufactura de plomo	54.400	9.200	60	2,712
Cinc y manufactura de cinc	16.100	181.000	60	-9,894
Estaño y manufactura de estaño	6.800	500	60	0,378
Los demás metales comunes	8.800	1.300	60	0,450
Herramientas y artículos de cuchillería	129.900	28.300	60	6,096
Manufacturas diversas de metales comunes	93.200	64.600	60	1,716
<b>Maquinaria y equipos; óptica y similares</b>	<b>1.149.600</b>	<b>878.800</b>	<b>105</b>	<b>28,344</b>
Reactores nucleares, calderas y artefactos mecánicos	1.085.500	855.800	100	22,970
Instrumentos y aparatos de óptica	53.300	21.700	140	4,424
Relojería	6.900	900	100	0,600
Instrumentos de música	3.900	400	100	0,350

CONCEPTO	M (Tm)	X (Tm)	Intensidad energética (Gj/t)	Energía incorporada (Pj)
<b>Material eléctrico y electrónico</b>	612.100	509.200	100	10,290
Máquinas y aparatos eléctricos	612.100	509.200	100	10,290
<b>Material de transporte</b>	1.612.800	3.141.300	100	-152,850
Vehículos y material de vías férreas	18.300	40.000	100	-2,170
Vehículos automóviles, tractores, ciclomotores,...	1.453.900	2.704.000	100	-125,010
Navegación aérea o espacial	2.100	2.200	100	-0,010
Navegación marítima o fluvial	138.500	395.100	100	-25,660
<b>Otras industrias manufactureras</b>	1.381.400	8.359.400	52	-363,809
Manufacturas de piedra, yeso, mica,...	217.700	1.274.600	20	-21,138
Productos cerámicos	272.900	3.331.400	20	-61,170
Vidrio y manufactura del vidrio	612.500	455.900	20	3,132
Perlas, piedras preciosas, metales preciosos	5.800	2.600	300	0,960
Armas y municiones	2.500	10.800	100	-0,830
Muebles	146.800	271.300	15	-1,868
Juguetes, juegos, artículos para recreo	87.000	47.800	50	1,960
Manufacturas diversas	26.700	13.100	50	0,680
Objetos de arte sin codificación asignada	9.500	2.951.900	100	-294,240
			Total (Pj) =	109,147
			Total (Gj/hab/año) =	2,751

El paso siguiente para la determinación de la huella ecológica es calcular la huella energética. En ella contabilizamos el consumo de energía primaria consumida en el año para el que se efectúa el análisis. Esta energía es el resultado de la producción interior de energía primaria y la procedente del exterior más el saldo comercial de energía eléctrica. Esta última está disponible de forma agregada, no diferenciando por fuentes de origen. No obstante, los balances de energía eléctrica permiten desagregar esta cifra y poder imputar a cada fuente la parte correspondiente.

### Balace de energía eléctrica del Estado español, 1995

Fuentes:

Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA)<sup>1</sup>, Red Eléctrica de España (REE). Elaboración propia.

(1) Incluye hidráulica, eólica y solar del Régimen Especial.

(2) Incluye la generación térmica del Régimen Especial.

Año 1995	Millones de KWh	% sobre el total
Hidroeléctrica	24.450	14,46
Térmica Clásica (1)	89.199	52,75
Carbón		50,67
Gas Natural		0,66
Fuel-Oil		1,42
Térmica Nuclear (2)	55.445	32,79
Total	169.094	100,00

### Consumo de energía primaria, Estado español (Ktep)

Fuentes:

Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT), REE y UNESA. Elaboración Propia.

(1) Este cálculo se ha realizado sobre la media del período 1993-96.

	1993	1994	1995	1996	1993-96	Gj/hab/año (1)
<b>Total</b>	95.338	96.210	96.661	95.741	95.950	101,2001
Carbón	18.356	17.399	19.054	17.272	18.720	19,7448
Petróleo	53.935	54.260	52.689	51.468	52.920	55,8152
Gas Natural	6.015	7.487	8.244	8.645	7.192	7,5854
Hidráulica	2.161	2.422	1.987	3.476	2.352	2,4810
Nuclear	14.644	14.442	14.465	14.611	14.530	15,3254
Resto	228	201	222	269	236	0,2484



La desagregación se ha realizado acudiendo a la información suministrada por UNESA<sup>6</sup> y REE. De esta forma podemos imputar a cada fuente el consumo energético derivado del saldo comercial. No obstante, estas cifras hay que considerarlas con cierta precaución. Hay que tener en cuenta que las importaciones de energía eléctrica proceden fundamentalmente de Francia. En 2001 el 65,9 por ciento de la electricidad importada procedía de Francia. Este país cuenta con el parque nuclear mayor de la Unión Europea, con 60 unidades nucleares, siendo la contribución nuclear media a la producción eléctrica total del 75 por ciento<sup>7</sup>. En el caso de España, para el año 1996, fue del 37,9 por ciento (REE) y en los años 1998 y 1999 del 30,2 y 28,3 por ciento respectivamente (Internacional Atomic Energy Agency-IAEA).

Una vez comentado los diferentes aspectos metodológicos utilizados para la determinación de la huella, pasamos a mostrar los resultados alcanzados en la estimación de la huella ecológica para el Estado español.

Se han introducido algunas modificaciones respecto a otras estimaciones de la huella para el caso español. En concreto, las obtenidas por Wackernagel, et al. en *La Huella Ecológica de las Naciones*, para los años 1993 y 1995 y la más reciente de WWF, también con datos de 1995. Los cambios introducidos responden a las mejoras que en diferentes trabajos sobre la huella se han ido alcanzando y a algunas aportaciones nuestras, que, pensamos, están justificadas por los ámbitos de análisis escogidos.

Los niveles de agregación utilizados lo son por exigencias de los datos disponibles. Así, la agrupación de las diferentes categorías de consumo pretende homogeneizar las cifras ofrecidas para los distintos ámbitos de análisis (Estado español y Andalucía).

Vamos a ir detallando los resultados alcanzados, a través de las matrices de los grandes agregados de la huella: la agraria, forestal, marina y energética. Posteriormente, trasladaremos los datos de cada una de ellas a una matriz global que refleje la huella ecológica total. Y, por último, compararemos la huella resultante con las disponibilidades existentes y de este modo obtendremos el superávit o déficit ecológico correspondiente. En los Anexos se muestran estos grandes agregados de forma más detallada.



Para la determinación de la huella agraria y pesquera se han usado las estadísticas de la FAO. Esta es la fuente utilizada en los análisis de la huella del Estado español actualmente existentes. Generalmente, éste ha sido el criterio utilizado salvo que las

t Ceuta y Melilla —debido a que no forman parte del territorio estadístico comunitario— son recogidas por EUROSTAT como si se trataran de operaciones de terceros países, y no de España.

•Σ Los datos correspondientes a la Masa Neta (Peso en Toneladas) no son indicativos, ya que el Reglamento (CE) nº 2385/96 de la Comisión (Diario Oficial de las CC.EE. L 326 de 17.12.96) estableció que, a partir de 1º de enero de 1997, la declaración de la masa neta por parte del obligado en las operaciones de comercio intracomunitario sería facultativa para una serie de subpartidas de la Nomenclatura Combinada, recogidas en el correspondiente Anexo. (<http://www.aeat.es/aduanas/estadist/home.html>).

6 UNESA fue creada en 1944 por iniciativa de 18 empresas del sector eléctrico bajo la denominación de Unidad Eléctrica, S.A., con la finalidad de atender la creciente demanda de energía eléctrica y desarrolla la infraestructura eléctrica que permitiera extender la oferta al conjunto del territorio estatal. En la actualidad, debido a la entrada en vigor de la Ley del Sector Eléctrico 54/1997, en 1998, ha perdido la condición de Sociedad Anónima y se constituye como Asociación. Esta Asociación es la responsable del 94 por ciento de la producción total de electricidad en España. El 6 por ciento restante se realiza por los autoprodutores, que son empresas que producen energía eléctrica para su propio consumo y manda el sobrante a la red.

7 Revista de divulgación sobre ciencias (BORNET): <http://www.bornet.es/>. Datos tomados de la Internacional Atomic Energy Agency ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)), organismo dependiente de Naciones Unidas.

#### 4.4. La huella agraria y pesquera

exigencias del análisis nos obligasen al uso de otras fuentes estadísticas o que el uso de otras fuentes alternativas, a las usualmente utilizadas para las estimaciones de la huella, permitiesen mejorar los resultados alcanzados.

La huella agraria contabiliza tanto el consumo de productos agrícolas como el consumo de carnes y derivados de la producción animal. En la presentación de la huella ecológica total, sin embargo, éstos se presentan por separado para imputar a las superficies agrícolas y de pastos las correspondientes huellas.

Conceptos	Producción Tm	Importaciones Tm	Exportaciones Tm	Huella Ecológica Has/pc
H.E. Agrícola				0,4349
Hortalizas y Frutas	17.931.788	1.228.000	7.698.000	0,0246
Hortalizas y Melones	10.569.360	332.000	3.338.000	0,0122
Cítricos	4.712.557	242.000	3.173.000	0,0033
Frutales no cítricos	2.649.871	654.000	1.187.000	0,0067
Vid y Olivos	7.928.677	80.000	395.000	0,0426
Viñedo	4.973.600	65.000	260.000	0,0160
Olivar	2.955.077	15.000	135.000	0,0458
Otros Cultivos	56.890.267	13.032.000	10.275.000	0,3677
Cereales	16.662.478	5.329.000	2.286.000	0,1765
Leguminosas	279.272	699.000	12.000	0,0301
Tubérculos	7.138.250	3.914.000	181.000	0,0213
Otros	32.810.267	3.205.592	123.264	0,1442
H.E. Producción Ganadera				1,4658
Carne	3.940.280	274.471	245.375	
Vaca y Ternera	511.207	36.234	46.132	0,5426
Ovina y Caprina	240.427	16.182	7.694	0,1103
Leche	6.803.193	189.230	47.817	0,4992
Queso	156.500	83.720	16.209	0,1260
Mantequilla	27.800	6.573	23.785	0,0218
Lana	30.575	15.746	5.500	0,0303
Piel	65.634	84.478	31.967	0,1358
Vaca y Ternera	42.684	44.369	19.527	0,0949
Ovina y Caprina	22.950	20.745	5.068	0,0222
Total HE Agraria:				1,9007
H.E. Consumo Marino (1)	1.320	239	75	0,9360

### Huella agraria del Estado español, 1995

Fuentes:  
FAO. Elaboración propia.  
(1) No incluye acuicultura.

Como puede apreciarse en el cuadro anterior la superficie necesaria para satisfacer las necesidades de consumo derivada de la producción agraria y pesquera, sin considerar los transformados agrarios, es de 28.367 metros cuadrados por habitante. Esto es, cada ciudadano residente en el Estado español necesitaba en 1995 aproximadamente 4 campos de fútbol para cubrir sus necesidades alimentarias, sin incluir la superficie.

La huella agrícola representa el 22,9 por ciento de la huella agraria total. Sólo la producción de carne aporta a la huella agraria el 34,4 por ciento. Estas cantidades de cualquier modo son poco indicati-

vas para poder determinar qué aportación realiza a la huella ecológica total una alimentación basada en productos vegetales y una dieta alimentaria rica en productos cárnicos. Para ello deberíamos destraer de la huella agrícola la producción vegetal destinada al engorde de ganado y añadir la parte correspondiente de los vegetales transformados o procesados.

### La huella alimentaria

Para determinar la aportación de una dieta rica en productos cárnicos deberíamos, en consecuencia, añadir el grano destinado al consumo animal y los transformados de la carne. Expresado en otros términos, la aportación de una dieta alimentaria basada en la producción vegetal a la huella total sería aún más reducida y, en consecuencia, una dieta alimentaria basada en la producción de carnes aún mayor.

Más aún, los cereales, que suponen el 40,5 por ciento de la huella agrícola, tienen como destino los siguientes: alimentación animal, 66,0 por ciento; semillas, 5,8 por ciento; industria, 3,13 por ciento; desechos, 0,4 por ciento; otros usos, 4,1 por ciento; y alimentación humana (sin considerar el cereal procesado), 20,5 por ciento.

Sin entrar a discutir si es más saludable una dieta rica en vegetales que otra basada en el consumo de productos de origen animal, sí puede afirmarse, desde el punto de vista del aprovechamiento energético, que la primera es más eficiente que la segunda. Existe, en este sentido, un consenso bastante amplio en Ecología en considerar que cada avance en la cadena trófica supone una pérdida energética de aproximadamente un 90 por ciento. Esto es, la energía se divide por diez a cada paso que se produce en la cadena trófica (Margaleff, R., 1998; Smith, R. L. & Smith, T.M., 2001; Odum, T.H., 1980; Odum, E.P., 1972...) aunque el aporte proteínico procedente de este tipo de producto alimentario pueda ser relativamente superior. Si lo que consideramos, de otro lado, es la aportación de una y otra a la huella ecológica total también llegaríamos a la misma conclusión.

Esta discusión es pertinente porque en los últimos decenios se ha producido, en general, y especialmente en los países desarrollados de los que el Estado español no es una excepción, una transformación muy importante en la dieta alimentaria en virtud de la cual se ha pasado de una dieta rica en productos vegetales a una dieta basada en el consumo de carne y sus derivados.

Según reflejan las cifras suministradas por la FAO la producción mundial de carne en el mundo registró entre los años 1970 y 1999 un rápido crecimiento al pasar de 100 millones de toneladas a 229 millones, durante este período. Con un incremento anual medio de un 2,8 por ciento. Además, en los países de menor renta es donde

se registran unas tasas mayores de crecimiento, un 3,9 por ciento anual. En los países denominados desarrollados, sin embargo, la tasa de crecimiento se situó en 1,6 por ciento de media anual. Esta tendencia continuará en los próximos años debido al crecimiento esperado de la población y la creciente urbanización de ésta. Es justamente en los países de menos recursos monetarios donde se producirán los mayores aumentos de la población y, al menos hasta ahora, las preferencias de consumo se han orientado siguiendo los patrones seguidos por los países más desarrollados.

Del total de la carne consumida la que presenta unas mayores tasas de crecimiento, en las últimas décadas, es la carne de pollo. En el período considerado se incrementó, su consumo, a una tasa anual media de un 5,0 por ciento. Ocupando el tercer lugar después de la carne de cerdo y bovina, por este orden. El consumo de huevos aumentó a una tasa media del 3,1 por ciento. El consumo de carne de cerdo, por su parte, creció a una tasa anual media del 3,1 por ciento. Por último, el consumo de carne bovina se incrementó alrededor de un 1 por ciento anual medio. Estas tres categorías de carnes acumulan más del 90 por ciento de la carne producida y consumida mundialmente.

Es por ello, que la generalización de una dieta cada vez más rica en productos de origen animal representa unas exigencias muy importantes de suelo, muy por encima de las capacidades realmente disponibles. Llegados a este punto es conveniente realizar algunas indicaciones: (i) la producción de carne de cerdo, vaca y de pollo se realiza, de forma cada vez más generalizada, a través de prácticas intensivas y de manera estabulada siendo la fuente de alimentación de estos animales el grano, el forraje o las harinas de origen animal; (ii) la generalización del consumo de este tipo de carnes y sus derivados ha provocado una pérdida de diversidad y un empobrecimiento en la dieta alimentaria mundial; buena parte de la producción agrícola se destina a la alimentación de este tipo de animales reduciendo la práctica de otros cultivos que constituían, y en alguna medida lo siguen siendo, la dieta principal de muchas de las poblaciones con un menor nivel de renta monetaria; (iii) las tendencias anteriores se refuerzan en estos países, que, además, será donde más crecerá la población y la urbanización de sus asentamientos.

Según las cifras recogidas por el *Atlas del Estado Medio Ambiental* (Seager, J., 2000): el 56 por ciento del terreno agrícola en EE. UU. se dedica a la producción de carne; entre 1966 y 1993 se talaron 103.600 kilómetros cuadrados de selva amazónica (el 40 por ciento de ella se dedicó a la producción de carne); la demanda de carne en Japón se multiplicó por 3,5 entre 1985 y 1989. En este último

año, se vendieron en Tokio más hamburguesas que en Nueva York; el pescado destinado a la elaboración de harinas para la alimentación animal pasó de representar, en 1950, algo más de 3 mil toneladas a más de 28 mil en 1988; el 49 por ciento de la degradación de suelo en África se debe al exceso de pastoreo; la producción de carne se erige en una práctica agraria muy demandante de agua. Así, con los sistemas agrícolas actuales se requieren 249 litros de agua, por término medio, para producir un kilogramo de trigo y 24.802 litros para producir un kilogramo de carne.

Todo ello evidencia la importante presión que la producción de carne y sus derivados ejercen sobre los distintos ecosistemas. Además, la generalización de esta pauta de consumo, que va asociada indisolublemente al estilo de vida de una población crecientemente urbanizada, minora los medios para la supervivencia de las poblaciones más empobrecidas, aquellas cuyos recursos monetarios son muy escasos y, por ello, se encuentran excluidas de los circuitos del mercado para la adquisición de productos alimentarios. Es por ello, que el alto consumo de carne tiene, además, una alta significación moral (Riechmann, J., 2000).

En muchos de estos países incluso llega a producirse más grano para la alimentación del ganado que para su propia alimentación. Grano procedente de cultivos de cereales que han ido desplazando a los que tradicionalmente sirvieron para alimentar a estas poblaciones<sup>8</sup>. Así, el pequeño grupo de vegetales triunfante en la revolución verde ha desplazado a las leguminosas y vegetales ricos en proteínas<sup>9</sup>, destinadas a la alimentación humana. Son hábitos alimentarios que ponen de manifiesto que la razón fundamental que explica el hambre en el mundo no es la insuficiencia de alimentos o la capacidad para producirlos sino el desigual acceso que se tiene a los recursos realmente disponibles. Paradójicamente mientras que la hambruna sigue siendo un fenómeno actual, los países de mayor capacidad adquisitiva siguen preocupados por las producciones excedentarias, generalmente subvencionadas.

A finales del siglo pasado, la población mundial obtenía el 95 por ciento de sus alimentos de 30 cosechas. Cuatro de las cuales –trigo, arroz, maíz y patatas– suman un porcentaje superior a las restantes juntas (Seager, J., 2000). En definitiva, la generalización de una dieta basada en el consumo de productos derivados de la producción animal muestra no sólo la ineficiencia del modelo alimentario inducido por la extensión del estilo de vida urbano sino que provoca un importante deterioro del medio, una reducción de la diversidad y, como consecuencia de todo ello, el deterioro de las condiciones de vida de amplios sectores de la población mundial.

8 A principios de la década de los pasados años noventa se había producido un cambio importante en la producción de cereales en el mundo, puesta de relieve fundamentalmente en los treinta años que le precedieron. El trigo y el arroz fueron los grandes beneficiarios de la explosión cerealística que alimentó el crecimiento de esos años. Esto en perjuicio de otros cereales que tenían una consideración inferior, aunque fuesen los que han estado alimentado a una parte muy importante de la población mundial sobre todo la de los países de menos recursos monetarios. Ambos representaban, en 1988, el 60 por ciento de la cosecha total de cereales; el 23,2 por ciento correspondió al maíz, utilizado principalmente para alimento del ganado; la cebada representaba algo menos del 10 por ciento y el mijo y el sorgo, los más consumidos por estas poblaciones, representaban conjuntamente un escaso 6 por ciento del total (Bessis, S., 1992).

9 Tradicionalmente una manera de obtener la dieta adecuada de proteínas basándose en la alimentación vegetal consistía en cierta combinación de este tipo de alimentos. Por ejemplo, las legumbres deficientes en triptófano, metionina y cisterna son buenas fuentes de isoleucina y lisina; el arroz, por su parte, es deficiente en isoleucina y lisina pero rico en otros aminoácidos esenciales. Así pues, una combinación de arroz y legumbres proporciona la proteína necesaria como podría hacerlo los huevos o un bistec. En la actualidad, debido a los problemas asociados a una dieta de origen básicamente animal, se pone un mayor énfasis en el cultivo de plantas ricas en proteínas, como el «maíz de lisina» que contiene uno o más aminoácidos esenciales para los seres humanos (Curtis, H. y Barnes, N., 1995).

Tal como comentábamos anteriormente, la población española no ha sido ajena a estos cambios. Estas transformaciones en los hábitos alimentarios se inician a partir de la puesta en marcha de los Planes de Estabilización a finales de los años 50 y principios de los 60, que coincide con el época dorada del crecimiento económico y de la modernización agraria, y que se irán consolidando a lo largo del tiempo. El consumo de alimentos en el Estado español ha experimentado, en los últimos cincuenta años, importantes cambios que se han visto reflejados tanto en la proporción del gasto destinado a ellos, como en la composición de la dieta y grado de elaboración demandados de los productos agroalimentarios (Naredo, J. M.; Abad, C., 1997; Contreras Hernández, J.; 1996; 1997; Alonso, L.E. y Conde, F., 1994).

El incremento de renta, la creciente urbanización de la población y el efecto demostración que provocaba una emulación de las pautas de consumo seguidas por los países de mayor renta media disponible marcaron estos cambios que se ajustaban a las dinámicas seguidas por la distribución del gasto en los procesos de crecimiento económico, como el que se vivió principalmente en los años 60 y 70.

Resulta cada vez más evidente que el aumento de la renta media disponible en un ámbito territorial cualquiera no es la razón única que explica el cambio en los hábitos alimentarios. La alimentación, además, no es una mera actividad biológica (Contreras Hernández, J., 1997; Alonso, L.E., 1994), sino que tiene otros componentes entre los que el efecto demostración, que ejercen las culturas alimentarias de los países más ricos, juega un papel destacado. En el Informe *Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español 2000*, la Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación se refería a estos cambios del modo siguiente:

«La alimentación es un complejo fenómeno biológico, nutricional, y también sociocultural en el sentido antropológico. Las importantes transformaciones económicas, demográficas, sociales y culturales (los procesos de urbanización, industrialización, las modificaciones en los ritmos de trabajo y sociales, la incorporación de la mujer al ámbito del trabajo fuera del hogar, el aumento de la escolarización, la industrialización de la alimentación, la transformación en el campo de la comercialización, nuevos modelos alimentarios, etc.) ocurridas en España han supuesto significativas modificaciones en la estructura de la dieta y el consumo alimentario (...) Respecto a la [dieta tradicional] (...) se notan desviaciones más altas para el consumo de productos proteicos y grasas (...) Se mantiene una evolución de la estructura del gasto, disminuyendo la importancia de los productos hidrocarbonatos, manteniéndose la de los vinos y aumentando las de los proteicos».

De este modo, la inelasticidad que presenta el capítulo de la alimentación ante los incrementos de renta y la distribución del gasto total, lejos de responder a una ley natural, generalmente presentada como Ley de Engel<sup>10</sup>, es la consecuencia de las asimétricas relaciones de poder existentes que permiten la imposición de los hábitos alimentarios de las culturas dominantes al resto de las poblaciones y de un

10 La baja elasticidad-renta de los productos alimentarios es la base sobre la que se sostiene la conocida como Ley de Engel. Esta ley establece que la elasticidad-renta de los productos del sector agroalimentario es menor que la unidad. Esto es, a medida que aumentan los ingresos de las personas, estos incrementos no se traducen en aumentos proporcionales de la cantidad de alimentos demandados. En otras palabras, esta Ley trata de explicar cómo a medida que el ingreso de una población determinada aumenta, una proporción cada vez menor de éste se destina al gasto en alimentos. Esta formulación encubre, de una parte, el diferente tratamiento monetario que tienen las distintas partidas de consumo; y, de otro lado, induce a un cierto automatismo entre mayor nivel de renta y una relativa emancipación de los bienes básicos para la subsistencia. Es como si al hacer crecer la renta estuviésemos, al mismo tiempo, reduciendo las necesidades alimentarias básicas.

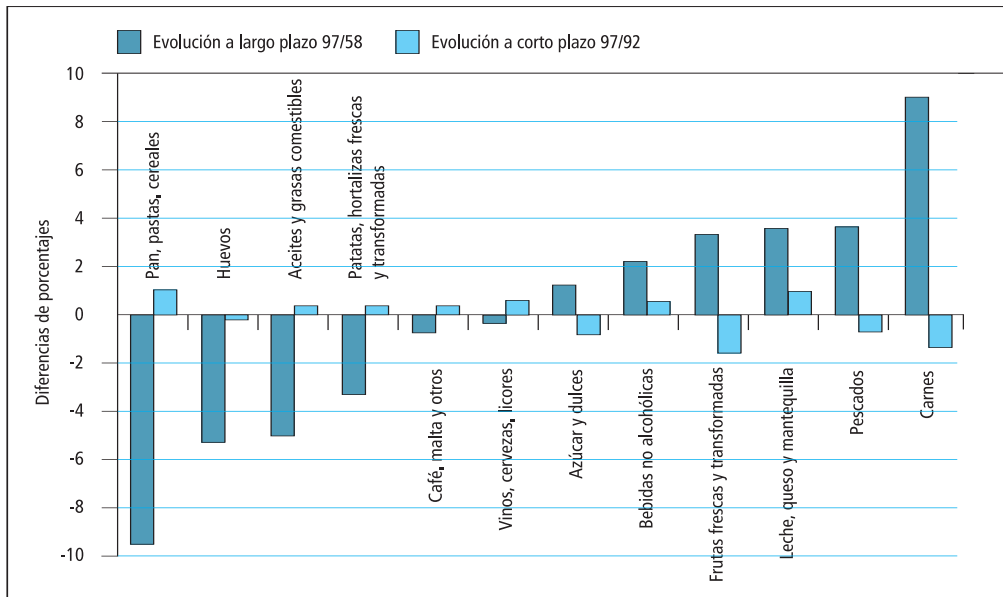
11 En este sentido ver el artículo de José Manuel Naredo (1998): «Sobre pobres y necesitados» en Necesitar, desear, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad. Jorge Riechmann (coordinador).

12 Las estadísticas proporcionadas por el MAPYA revelan que, por término medio, el consumo de alimentos de origen animal y el de productos transformados son cada vez más importantes en la dieta alimentaria española. En el año 2000, se consumieron, en el Estado español, un 5 por ciento más de bollería industrial y platos preparados, a pesar de ser un 7,8 por ciento más caros; más pescado y fruta fresca; disminuyó el consumo de aceite de oliva un 6,5 por ciento; el consumo de vino se redujo en un 9,2 por ciento y aumentó el consumo de pollo y cerdo.

tratamiento sui géneris de valoración, establecido por la economía estándar, de las diferentes categorías de consumo (Naredo, J.M.; Abad, C., 1997; Contreras Hernández, J., 1996). Estos preceptos, efectivamente, se verifican si consideramos los grandes agregados monetarios, en el caso del Estado español recogidos en la Encuesta de Presupuestos Familiares o en el Panel de Consumidores, que son el resultado de agregar poblaciones muy heterogéneas<sup>11</sup>.

### Evolución de la estructura del gasto en los hogares españoles

Fuente: MAPA. Sector agroalimentario español 1998



	1964-70	1971-80	1981-90	1991-96	1999 (1)
1. Productos alimenticios, bebidas y tabaco	34,46	29,84	26,50	22,50	23,95
2. Vestido y calzado	11,62	9,96	9,12	8,57	9,52
3. Alquileres, calefacción y alumbrado	17,02	15,58	14,60	13,55	13,33
4. Muebles, accesorios y enseres domésticos	9,96	8,98	7,35	7,28	6,00
5. Servicios médicos y de conservación de la salud	2,84	3,65	3,69	5,50	2,93
6. Transportes y comunicaciones	9,19	13,51	14,77	15,67	17,82
7. Ocio y cultura	7,16	7,16	7,12	7,46	7,27
8. Otros bienes y servicios	16,51	18,08	22,93	24,40	19,19
Consumo final de no residentes	9,30	7,46	7,26	6,63	
Consumo final de residentes	0,55	0,70	1,18	1,70	
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

De cualquier modo, lo que sí puede constatarse es el cambio operado en la dieta alimentaria y la preferencia, dentro de la partida de gasto correspondiente a alimentación, por alimentos de un mayor contenido proteínico (basado en carne y sus derivados) y más elaborados. Este fenómeno que surge en las décadas gloriosas de crecimiento económico ininterrumpido, se afirma en las décadas posteriores<sup>12</sup>.

### Composición del consumo privado desagregado por funciones (sobre el total, en términos reales)

Fuentes: INE y Banco de España.

t

t  
Elaboración propia.  
(1) Gastos reales medios, pesetas corrientes de 1999, en porcentaje sobre el total (base 1997). Sigue la estructura de gastos de la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares.

### Evolución del balance alimentario en España (características de la dieta, por persona y día)

Fuentes:

Naredo y Abad, 1997. Encuesta Continua de Presupuestos Familiares.  
INE. Elaboración propia.

### Evolución balance alimentario, Estado español (ingesta/persona/día; base 100 primer año de la serie)

Fuente: FAO. Elaboración propia.

Estos cambios en los hábitos alimentarios, que aproxima la dieta alimentaria a la dieta de los países centrales –conocida como continental– y la distancia de la denominada mediterránea, se pone de relieve también al analizar la evolución del contenido calórico de la dieta y su composición.

	1964	1975	1981	1991	1995	1999
Calorías Total (kcal.)	3.008	3.318	2.914	2.634	2.739	2.768
Calorías cereales	1.060	903	783	698	448	455
Proteínas Total (grs.)	87	95	98	93	90	95
Proteínas animales	32	49	60	60	57	59
Materias grasas	108	126	131	121	130	136

	1961-1973	1974-1980	1981-1990	1991-1999	1961-1999
Productos vegetales	101,10	97,62	107,05	98,98	106,50
Productos animales	163,94	115,71	112,83	107,90	261,69
Calorías (kcal)	109,57	101,36	108,45	101,30	127,43
Productos vegetales	85,58	94,13	109,82	94,25	77,80
Productos animales	164,02	114,96	110,83	111,90	263,64
Proteínas (gr)	111,76	104,63	110,40	104,64	139,82
Productos vegetales	127,63	104,60	117,32	104,28	192,32
Productos animales	165,02	117,81	120,77	106,41	282,96
Grasas (gr)	139,91	109,68	118,72	105,16	222,09

Así mismo, se configura una estructura del gasto total semejante a la de los países de su entorno, entre los que la partida alimentaria va perdiendo peso relativo. Expresado en euros constantes de 1985, el gasto medio por hogar en alimentación, bebidas y tabaco supuso, en 2001, el 21,78 por ciento del total del gasto medio (INE, 2002). Si comparamos estas cifras con la media de la Unión Europea, para 1999, la proporción del gasto total destinado a alimentación era del 20 por ciento para el Estado español y del 17 por ciento para la UE respectivamente (MEDAGRI, 1999; Fuentes Estadísticas, 99-00).

### Importancia relativa del gasto alimentario (porcentaje del gasto medio alimentario sobre el gasto medio total)

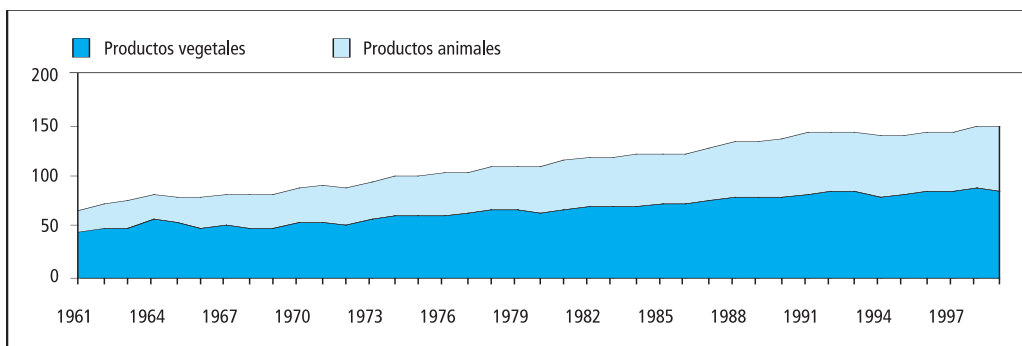
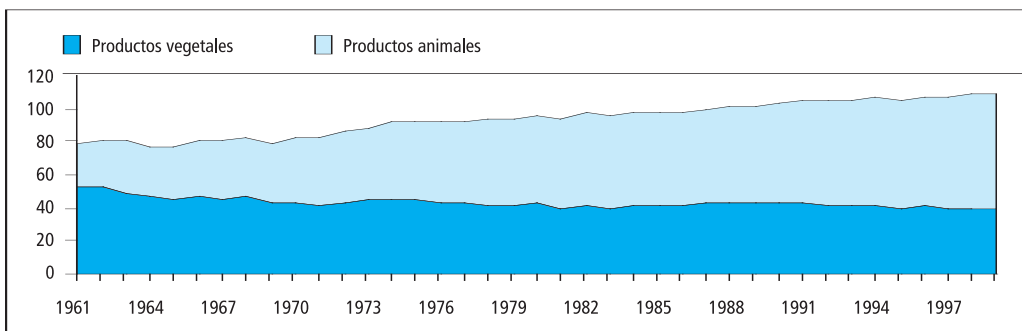
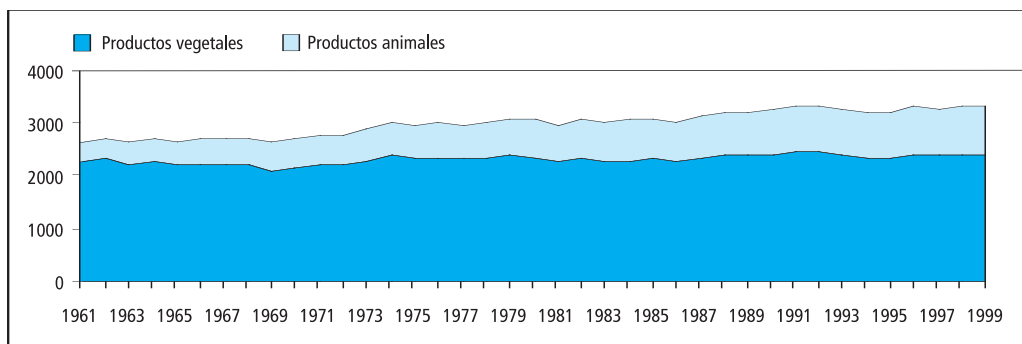
Fuentes: Naredo y Abad (1997).  
MEDAGRI (1999).  
Eurostat (1999-2000).  
Elaboración propia

	1958	1964-65	1973-74	1980-81	1990-91	1999
Estado español	55,3	48,6	38,0	30,7	23,0	20,0
CEE - UE	n.d.	n.d.	27,9	22,5	21,6	17,0
			CCE-9	CCE-10	CEE-12	UE-15

Estas tendencias, características de los procesos de modernización y urbanización en los que se ha visto involucrado el Estado español en la segunda mitad del siglo pasado, se ven reflejadas no sólo en la menor participación del gasto alimentario en el presupuesto del gasto total de las familias españolas sino, también, como indicábamos más arriba, en la composición de la dieta alimentaria.

Las dinámicas anteriores, asociadas a lo que se ha dado en llamar «fenómeno alimentario», que ha tenido lugar principalmente en





los países de mayor poder adquisitivo, ponen de relieve la tendencia homogeneizadora –que reduce la diversidad anteriormente existente e implanta una variedad alimentaria universal soportada e inducida por la gran distribución alimentaria– en el consumo alimentario y la aproximación progresiva a un canon alimentario que no encuentra una explicación única en los aumentos de la renta disponible ni pueden ser entendidos, exclusivamente, desde la perspectiva del consumo.

Efectivamente, de acuerdo con la información suministrada por las estadísticas oficiales puede apreciarse que los incrementos en el consumo medio de calorías por persona y día (3.354 kilocalorías en

### **Evolucion balance alimentario, Estado español (1961-1999). Calorías, Proteínas y Grasas consumidas**

Fuente:  
FAO. Elaboración propia

1999, ligeramente superior a la media de los países del centro y norte de Europa) se deben principalmente al aumento en las calorías consumidas de origen animal, de igual modo a lo que ocurre con las proteínas y las grasas de origen animal que han crecido más que proporcionalmente a lo que lo han hecho las proteínas y grasas de origen vegetal. Es conveniente observar, en este sentido, que en términos termodinámicos mantener una dieta poco equilibrada es mucho más costoso, al requerir más sustancias y energía para su sostenimiento.

Así mismo, puede afirmarse, de acuerdo con los datos disponibles, que se ha producido una reducción relativa de la partida alimentaria en el presupuesto de gasto total. Cambios significativos en la composición de la dieta, en la que ganan peso relativo la carne, pescado, productos lácteos, frutas frescas y los preparados o transformados alimentarios, entre los que cobran cada vez mayor importancia los denominados productos servicios (aquellos que incorporan una cierta elaboración en el momento de la venta) en perjuicio de cereales, leguminosas, vegetales ricos en proteínas, o aceites y grasas vegetales (Díaz Méndez, C.; Gómez Benito, C., 2001).

También se han visto alteradas las prácticas de abasto. Las tiendas tradicionales pierden posiciones a favor de las nuevas formas de comercialización. Esta nueva forma de abastecimiento alimentario ha modificado sustancialmente las relaciones entre consumidor y productor, entre el producto y su consumo (Cano, A.; Soler, M., 1999). Ha favorecido, además, el aumento de los residuos (envases y embalajes) y de las exigencias energéticas (movilidad, instalaciones,...). Ha alterado las pautas y los comportamientos en el acto de consumo. Y ha inducido, también, a un «nuevo individualismo» (Contreras, J., 1999) que refuerza ese singular «apartheid mental» que los seres humanos poseemos y que nos hace insensibles a la fuerte relación de dependencia real de los recursos que la naturaleza nos proporciona e insensibles, también, a los problemas que origina una práctica de consumo a la que sólo puede acceder una pequeña parte de la población mundial.

Este tránsito de un sistema alimentario, el tradicional, más simple a uno, el actual, más complejo, altamente tecnificado e industrializado genera importantes problemas ambientales y da origen a fenómenos excluyentes. Estas circunstancias quedan ocultas tras las estadísticas al uso puesto que los registros oficiales no pretenden explorar comportamientos alimentarios y sus consecuencias, sino consumos alimentarios desde el punto de vista del valor añadido generado<sup>13</sup>. Por ello, se hace imprescindible ir más allá si efectivamente deseamos disponer de diagnósticos que nos ayuden a visualizar las

13 Limitaciones que se ponen de manifiesto en las dos principales fuentes que estudia, en el Estado español el consumo, el Panel de Consumidores del MAPA y la Encuesta de Presupuestos Familiares como ha indicado Contreras (1999) en su análisis de las «Estadísticas y pautas de consumo: ¿sabemos realmente lo que comemos?».

limitaciones desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental y social de estas prácticas.

Esto obliga a una mayor comprensión de este fenómeno (Contre-ras, J., 1997; Díaz Méndez, C.; Gómez Benito, C., 2001) y, en la medida de lo posible, a su cuantificación. Para esto último el análisis de la huella ecológica proporciona una herramienta que permite hacer visibilizar el impacto ambiental –en una unidad de medida perceptible (has/hab)– de estos cambios que han tenido lugar en las pautas y comportamientos de consumo en los países más desarrollados y que progresivamente van provocando un efecto demostración en el resto del planeta.



En el análisis de la huella ecológica la estimación de la huella forestal no está dissociada de las necesidades de absorción de CO<sub>2</sub>, ya que los bosques desempeñan funciones de sumidero además de suministrar recursos como madera y leña. Nosotros hemos considerado las cifras proporcionadas por el INE, MIMAM

y la FAO, tanto para la producción, importaciones, exportaciones y la determinación de los rendimientos medios mundiales y locales.

14 El Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM), en su II Inventario Forestal Nacional (1986-1996), contabiliza en el Estado español 10.625.698 hectáreas de superficie arbolada. De ellas 1.300.000 se dedican a los cultivos forestales (plantaciones de eucalipto, chopo, pino pinaster, pino radiata y otros). La superficie resultante es de bosque; esto es, 9,3 millones de hectáreas, el 21 por ciento de la superficie estatal. El primer inventario se realizó para el período comprendido entre los años 1965 y 1974. El tercero, actualmente en proceso, se inició en 1997.

## 4.5. La huella forestal

### Producción Forestal (datos de 1995)

Fuente: FAO: Situación de los Bosques en el mundo, 1997. Elaboración propia

	Estado español		Mundo	
	Producción Miles toneladas	Superficie forestal Miles hectáreas	Producción Miles toneladas	Superficie forestal Miles hectáreas
Leña y carbón vegetal	2.707		1.864.760	
Madera en rollo industrial	12.997		1.489.530	
Madera aserrada	3.262		429.645	
Paneles de madera	2.735		149.385	
Pasta de papel	1.462		178.543	
Papel y cartón	3.767		284.383	
<b>Total</b>	<b>26.930</b>	<b>8.388</b>	<b>4.396.246</b>	<b>3.454.382</b>

	Producción toneladas	Importaciones toneladas	Exportaciones toneladas	H.E. ha/hab
Madera en rollo industrial	12.461.750	1.700.250	244.250	0,3613
Leña y carbón vegetal	2.797.750	102.769	64.905	0,0390
<b>Total H.E.</b>				<b>0,4003</b>

En concreto, el rendimiento de la madera y leña consumida está calculada como cociente entre la madera en rollo industrial y la leña y carbón vegetal extraídas de los bosques y la superficie forestal correspondiente, a partir de los datos suministrados por la FAO a través de su Informe anual sobre la Situación de los Bosques en el Mundo (FAO, 1997). Esta decisión se ha tomado para obtener rendimientos comparables y para ello hemos considerado conveniente utilizar la misma fuente<sup>14</sup>.

### Huella Forestal del Estado español

Fuente: FAO. Elaboración propia

### Áreas Naturales protegidas. Estado Español (1999)

Fuente: WWF (1999)

Según el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), y el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN), sólo el 26 por ciento de los parques naturales, el 1 por ciento de las reservas naturales y el cero por ciento de los sitios naturales y otros gozan de protección.

15 La información existente sobre las explotaciones forestales es escasa. El Anuario de Estadística Agraria, por ejemplo, contiene datos macroeconómicos tales como valor añadido, producción, comercio internacional, etc. Sin embargo, la información sobre costes, beneficios y resultados económicos de las explotaciones forestales, en términos de recursos utilizados, así como, sobre datos microeconómicos o bien no están disponibles o bien no están publicados. Esta limitación de información se debe, entre otras causas, a las carencias estructurales de información sobre los resultados económicos de las explotaciones forestales. El alto porcentaje, además, de explotaciones privadas hace aún más difícil la obtención de estos datos (WWF, 1999).

Para la determinación de la huella forestal, en cambio, hemos considerado la información proporcionada por las estadísticas forestales de la FAO y las del INE. Esta decisión se justifica por la diferencia en las cifras suministradas por ambas fuentes. Se han comparado ambas con resultados similares para la producción presentando las mayores discrepancias en el comercio exterior. Para mantener el mismo criterio que se ha seguido en la estimación de la huella agraria y pesquera se han utilizado las cifras suministradas por la FAO<sup>15</sup>.

Si bien en la huella forestal se consideran principalmente las explotaciones forestales las funciones de los bosques son más amplias. Es más, desde el punto de vista de la sostenibilidad y la preservación de la diversidad los bosques juegan un papel muy importante. Sin embargo, la escasa protección y la sobreexplotación de éstos son la nota dominante en este tipo de espacios. El Informe para el Estado español de WWF/Adena European Forest Scorecards 2000 (1999), refleja algunas de las carencias que pueden apreciarse en el II Inventario Forestal Nacional, considerada la principal fuente de datos en esta materia.

Figura protegida	Número	Superficie (ha)	Media (ha)
Parque Nacional	11	220.207	20.019
Parque Natural	81	1.973.070	24.359
Reserva Natural	75	44.930	599
Sitio Natural	34	68.200	2.006
Otros	402	881.988	2194
Total	603	3.188.395	5.288

De acuerdo con la propia WWF/Adena, la inclusión de los distintos tipos de bosques en una red representativa de áreas protegidas –Red Natura 2000– en el Mediterráneo se presume como una solución de emergencia «en un último intento» de conservación del patrimonio común: la biodiversidad. Sin embargo, solamente el 7,87 por ciento de los bosques peninsulares están protegidos de acuerdo a los planes de protección españoles: Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) y el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN). Además, únicamente han sido identificadas 5.000 hectáreas de bosque (0,04 por ciento del total) inalterado por la acción humana.

El nivel de protección, asimismo, no es el mismo ni en todo el territorio español ni para todos los tipos de bosques. De hecho, de los 5,5 millones de hectáreas de encinares existentes, tan sólo 26.000 hectáreas pueden considerarse de alta calidad. Las formaciones con menor protección de superficie, a su vez, son por su importancia en los bosques ibéricos: los encinares (con 4,7 por ciento bien conservados), sabinas (6,91 por ciento de buena protección), pinares de pino resinero (7,18 por ciento) y castaños (2,11 por ciento).

La dehesa constituye uno de los sistemas de arbolado más deteriorado. La desatención, la escasa regulación, la pérdida progresiva de las prácticas ganaderas extensivas, entre otras, constituyen las causas de pérdida de estos ecosistemas cuya diversidad de funciones garantizan las mejores condiciones para su preservación.

Paradójicamente los bosques españoles (peninsulares e insulares) que tienen reconocida una gran riqueza biológica –debido a la diversidad geológica, climática, edafológica, hidrográfica, etcétera, que atesoran, unida a los cambios paleográficos y paleoclimáticos y junto al hecho de que la península ibérica es puente entre continentes para los desplazamiento de especies animales– disponen de una de las más deficientes regulaciones, en esta materia, en relación con los países de su entorno.

Al mismo tiempo, los escasos estudios existentes y las insuficientes fuentes de información dificultan diagnósticos adecuados de gestión y conservación conforme a las exigencias actuales. Más bien, parecen indicar estas carencias que estos asuntos adolecen de la consideración necesaria, tal vez porque se les considere poco relevantes en la práctica o quizá porque aún siga existiendo una visión excesivamente pintoresca de lo que se considera naturaleza.

De aquí que la presión sobre ellos es cada vez mayor y sus funciones, en consecuencia, están progresivamente reduciéndose o perdiendo calidad. Por ejemplo, la presión que ejerce la práctica turística<sup>16</sup> o las explotaciones forestales intensivas son insuficientemente estudiadas y, por ello, inadecuadamente gestionadas.

La naturaleza sigue viéndose desde fuera, bien como un objeto a explotar o como un lugar de recreo olvidando la estrecha conexión con ella y la fuerte dependencia de sus funciones de soporte vital.

A pesar del reconocimiento de que la gestión forestal se ha hecho más intensiva en algunas zonas, con un aumento relativamente generalizado de las cortas a hecho (conocidas como «matarrasas») y la explotación de los recursos forestales y de admitir que los bos-

16 En relación con la actividad turística en estos espacios sólo el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) suministra información, siendo, en cualquier caso, parcial e insuficiente.

Especies	Área (x 1000 ha)	%
<i>Pinus sylvestris</i>	517	15,9
<i>Pinus nigra</i>	359	11,0
<i>Pinus pinaster</i>	723	22,2
<i>Pinus pinea</i>	240	7,4
<i>Pinus halapensis</i>	495	15,2
<i>Pinus canariensis</i>	23	0,7
<i>Pinus radiata</i>	191	5,9
<i>Populus X</i>	72	2,2
<i>Eucalyptus</i>	348	10,7
Otras especies	287	8,8
Total	3.255	100,0

### Repoblacion forestal (1940-1987)

Fuente:  
WWF (1999).  
Elaboración propia.

Países	1961	1970	1980	1985	1990	1995	2000
Alemania	73,79	114,09	140,72	154,78	201,79	193,90	233,02
Canadá	122,55	154,11	167,01	186,94	200,47	214,83	263,30
España	13,26	42,98	71,92	76,31	110,45	130,45	167,30
Estados Unidos de América	184,54	236,79	263,48	281,08	307,18	334,52	330,80
Finlandia	99,73	157,69	231,11	258,63	293,60	374,51	430,01
Francia	60,80	96,34	115,01	113,93	153,78	165,50	191,75
Italia	35,66	67,80	93,81	92,61	122,18	145,22	191,55
Japón	54,29	120,41	153,94	168,60	228,91	241,05	250,41
Reino Unido	100,69	123,75	120,86	136,28	161,34	187,93	188,37
Suecia	123,27	191,35	209,12	230,51	250,50	231,48	279,69

### Consumo de papel y cartón (Kilogramos por habitante)

Fuente: FAO. Elaboración propia

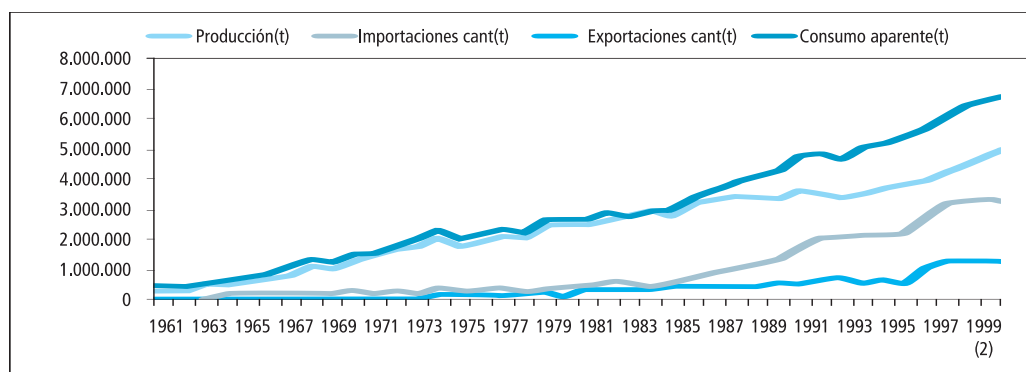
ques más antiguos, de enorme interés para la preservación de la biodiversidad, están sometidos a un acoso continuado, las medidas propuestas apuntan en la dirección contraria a su mantenimiento. En este sentido, las distintas acciones adoptadas se inclinan por el aumento cuantitativo de biomasa (buena parte de ella destinada a la explotación industrial) mientras que las consideraciones relativas a la preservación quedan relegadas a una posición más subordinada.

Esto es, las masas forestales españolas, en general, están caracterizadas por explotaciones extensivas y no naturalizadas de eucalipto y pino radiata (cuyo destino es la industria papelera) en las zonas de influencia atlántica y por la infrautilización y abandono de montes mediterráneos. Eso va unido a una escasa planificación territorial, ausencia de tratamiento silvícola y una falta de ordenación de montes, escasamente un 8 por ciento (WWF, 1999).

En el Estado español el consumo de papel, uno de los principales destinos de las explotaciones forestales, ha registrado un notable incremento en las últimas décadas. En 2000 se consumieron en España 6,7 millones de toneladas de papel, lo que supuso una media de 167,3 kilos por habitante. Esta cifra se encuentra lejos del consumo medio de EE.UU. que se situó en 330,8 kilos por habitante pero muy por encima de la media mundial de 49,5 kilos por habitante (FAOSTAT, 2001).

### Consumo de papel y cartón Estado español (1961-2000)

Fuente: FAO. Aspapel. Elaboración propia

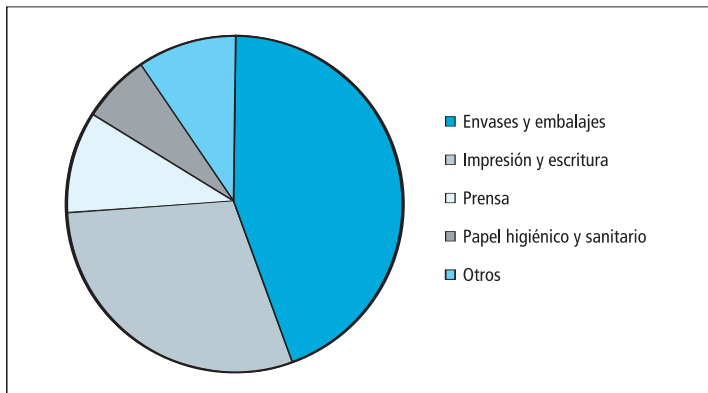


En el período comprendido entre los años 1996 y 2001 se produjo, en el Estado español, un crecimiento de la producción de papel del 36 por ciento frente al 17,5 por ciento de la UE y superiores a los registrados en EE.UU., Canadá y Japón. Las exportaciones experimentaron un crecimiento acumulado, en el mismo período, del 72 por ciento. Este importante crecimiento refleja la vocación exportadora del Estado español que se ha ido consolidando en los últimos años –en términos de análisis de la huella ecológica podemos afirmar que se está exportando sostenibilidad–, convirtiéndose en el cuarto exportador de pasta de papel de la UE (Aspapel, 2002). Sin embargo, como puede apreciarse en el gráfico anterior, el fuerte incremento registrado en el consumo de papel a partir de mediados de los ochenta se ha cubierto, fundamentalmente, por el crecimiento de las importaciones.

El consumo de fibras vegetales, en particular el procedente de la madera<sup>17</sup>, para la fabricación de pasta de papel supone el principal impacto forestal de la industria papelera. Este consumo representó, en 1998, el 19 por ciento de la extracción mundial de madera (el 42 por ciento de toda la madera extraída para usos industriales). En el Estado español se consumieron en ese mismo año 5 millones de m<sup>3</sup> de madera (básicamente de eucalipto, pino radiata y chopo) para la elaboración de papel, que supuso más del 40 por ciento de la madera extraída –parte de este consumo es debido a la madera y el papel importado, 23 y 19 por ciento respectivamente– (Aspapel, 2001).

Las nuevas tecnologías de la información y la creciente tercerización han impulsado un uso progresivo del papel. La virtual desmaterialización de la economía, en la era de la sociedad informacional, puede, a este respecto, ser cuestionada. En el período comprendido entre los años 1985 y 2000 el consumo de papel para impresión y escritura aumentó en un 163 por ciento, justo en el momento en que se produce la penetración de los PCs en los ho-

<sup>17</sup> De acuerdo a las cifras suministradas por la FAO, en 1998, el 50 por ciento de la fibra para producción de papel procedía de madera virgen.



**Consumo de papel (1999), por usos**

Fuente: Aspapel. Elaboración propia

### La industria del papel es muy exigente en recursos y un importante agente contaminante:

- Constituye el 5º sector industrial en consumo de energía.
- Una planta moderna de papel reciclado requiere 2 toneladas de agua por cada tonelada de papel producido. La fabricación de papel de pasta química (pasta extraída tratando las piezas o cortes de madera por digestión o tratamiento químico) requiere 15 toneladas de agua por cada tonelada de papel producido.
- Las emisiones de contaminantes derivadas de la producción de papel se traducen en compuestos orgánicos volátiles, óxido nitroso y de azufre, acetona, metanol, organoclorados, ácido clorhídrico y sulfúrico, partículas y monóxido de carbono y, debido al alto uso de energía, CO<sub>2</sub>.
- En 1991, el 27 por ciento de los residuos tóxicos y peligrosos producidos en España procedían de la industria papelera. Los compuestos clorados utilizados para blanquear el papel son muy contaminantes: dañan el sistema endocrino, inmunológico y reproductor, siendo muchos de estos compuestos cancerígenos.

gares españoles. La producción de papel y cartón ascendió en 2000 a 4,8 millones de toneladas, en buena medida debida al fuerte impulso que registraron las nuevas formas de distribución comercial, que apoyan buena parte de sus productos en el embalaje y envasado. De hecho, tanto envases como embalajes constituyen, en la actualidad, dos de los componentes de los residuos sólidos urbanos que registran mayor crecimiento.

La gestión integral de los bosques debe considerar los distintos aspectos aquí reseñados. Para ello, es condición sine qua non disponer de la información adecuada, en la actualidad escasa y dispersa, y de indicadores que radiografien los distintos aspectos involucrados en esta gestión. El análisis de la huella ecológica podría cubrir algunas de estas necesidades si estuviese disponible la información necesaria. En una primera aproximación, proporciona una medida biofísica del consumo de madera, leña y papel.

## 4.6. La huella energética



Para la estimación de la huella energética consideramos tanto la energía primaria consumida en el horizonte temporal de análisis como el consumo de materias primas transformadas. Estas últimas se contabilizan ajustando el saldo comercial por unos coeficientes que indican la energía incorporada a cada

uno de los productos transformados.

Como puede apreciarse en el cuadro siguiente la superficie bioprodutiva necesaria para abastecer las exigencias energéticas de un ciudadano medio del Estado español se elevan a 14.751 metros cuadrados. El consumo de petróleo representa más de la mitad (53,5 por ciento)



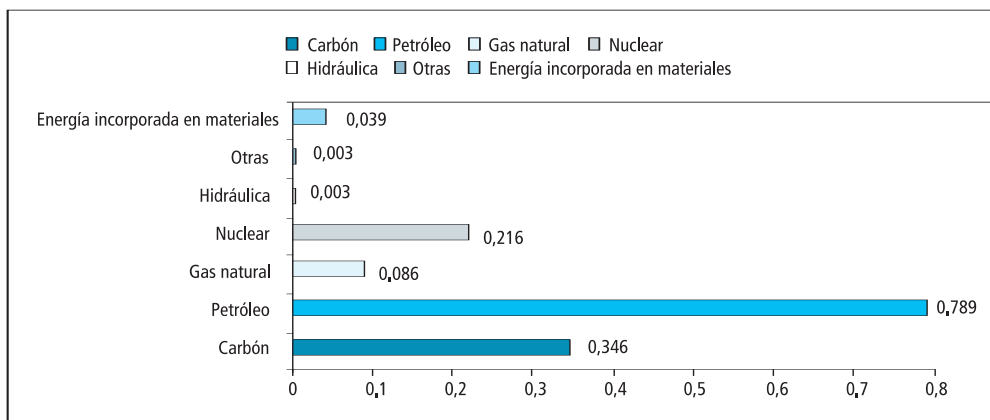
	Energía primaria tep	Consumo energético Gj/hab/año	Factores de equivalencia Gj/ha/año	H.E. Has/hab
Carbón	18.020.297	19,0063	55	0,3456
Petróleo	53.087.849	55,9927	71	0,7886
Gas natural	7.597.546	8,0133	93	0,0862
Nuclear	14.540.545	15,3362	71	0,2160
Hidráulica	2.511.262	2,6487	1000	0,0026
Otras	230.000	0,2426	98	0,0025
Energía incorporada en materiales HE energética		2,7514	71	0,0388
				<b>1,4751</b>

de la huella generada. La energía incorporada al saldo comercial de las materias primas procesadas representa 2,63 por ciento del total.

A su vez, el saldo comercial de las materias procesadas, que pueden traducirse a sus respectivas hectáreas de superficie bioprodutiva, nos muestran el distinto comportamiento de las diferentes categorías en el comercio internacional, pudiendo posteriormente compararse con los saldos expresados en términos monetarios.

### Huella energética del Estado español, 1995

Fuentes:  
UNESA; AEAT; REE; CNE; MINER;  
INE; Wackernagel et al. (2000).  
Elaboración propia



Es importante indicar que la huella energética constituye el principal componente de la huella ecológica global del Estado español, representando más del cuarenta por ciento (41,63 por ciento) de ésta.

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto la estrecha relación existente entre los cambios observados en las pautas de consumo y el modelo de vida urbano. Pues bien, los comportamientos derivados de un estilo de vida muy exigente en recursos y extremadamente generador de desechos se ponen claramente de manifiesto cuando analizamos tanto el consumo de energía como de materiales. El modo de vida urbano que se ha extendido a prácticamente todo el territorio español en los últimos 40 años, fundamenta su éxito en el uso de los combustibles fósiles como principal fuente de abastecimiento energético.

Como ha podido comprobarse, lejos de reducirse las exigencias

### Huella energética del Estado español, 1995 Energía primaria consumida (ha/hab)

Fuentes:  
UNESA; AEAT; REE; CNE; MINER;  
INE; Wackernagel et al. (2000).  
Elaboración propia

	Automóviles 1000 habitantes		Gasolina litros por persona y año		Carne kilos por persona y año		Papel kilos por persona y años		Café kg/hab/año
	1990	1996	1987	1997	1988	1998	1988	1998	1997
Austria	387	458	438	345	104	106	133	243,3	8,1
Bélgica	385	424	383	334					
Dinamarca	320	331	398	502	103	127	247,9	245,2	9
Finlandia	386	379	469	488	63	69	302,1	419,9	11
Francia	405	437	443	334	98	100	141	180,9	5,7
Alemania	386	500	482	491	100	87	176,6	205,2	7,1
Grecia	171	223	265	383	70	82	50,4	97,1	4,3
Irlanda	227	272	314	428	101	111	95,4	104,3	1,6
Italia	476	533	288	434	82	88	112,4	167,1	5,1
Holanda	368	370	310	353	81	106	187,8	246,8	9,2
Luxemburgo									
Portugal	162	269	141	263	53	85	70,1	106,1	3,9
España	309	376	235	302	89	111	100,2	156,2	4,6
Suecia	426	413	649	621	59	71	242,2	212,8	8,5
Reino Unido	341	360	519	507	72	76	159,2	201	2,5
Europa	224	289	232	303	58	72	80	111,5	
Asia	16	23	30	50	15	25	18,1	26	
Oriente Medio y Norte de África		43	127	149	21	22	9,9	15,5	
África Subsahariana	11	14	31	31	12	13	5,3	4,8	
América del Norte	563	484	1618	1637	113	120	300,3	295	
Centroamérica y el Caribe		69	182	204	32	39	31,1	34,7	
Sudamérica		32	122	148	48	61	26,5	34,9	
Oceania	344	364	710	692	98	93	126,9	133,7	
Países desarrollados	296	326	548	626	66	77	137,9	160,2	
Países en desarrollo	9	15	39	55	18	26	11	17,5	
Mundo	77	84	186	182	33	37	44,6	49,2	

## Recursos consumidos

Fuentes:

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Coffee Organization, International Energy Agency (IEA), World Bank ( [www.wri.org/wr-00-01/pdf/erc5n\\_2000.pdf](http://www.wri.org/wr-00-01/pdf/erc5n_2000.pdf) )

de recursos éstas han estado creciendo incluso a tasas muy superiores a las registradas por el crecimiento de la población. Es más, cuanto más se pone el énfasis en los procesos de «desmaterialización» por los que transita la actividad económica gracias a la irrupción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y la aparente superación de la dependencia de los materiales y energía, base del crecimiento del modo de acumulación fordista –y del actual posfordista o informacional–, mayores son las exigencias de materiales y mayor el consumo de energía.

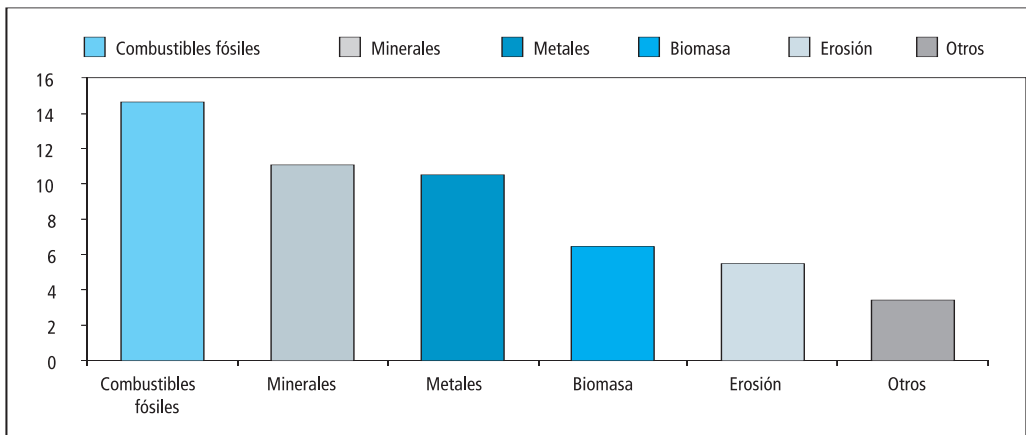
No obstante, pese a constituir el creciente requerimiento de recursos una de las expresiones más características del modelo urbano-industrial y una de las principales causas de su insostenibilidad, «permanece cuantitativamente indefinido» (Naredo, J.M.; Valero, A., 1999) y oculto tras el velo monetario. Ello hace estadísticamente complicado la imputación a las diferentes categorías de los correspondientes requerimientos energéticos. Un vacío estadístico que no puede ser cubierto por el voluntarismo de investigadores individuales sino que requiere la atención de los distintos institutos estadísticos y demás organismos públicos con responsabilidades en este campo.

Stefan Bringezu y Helmut Schütz, del Instituto Wuppertal alemán, han estimado para la Agencia Medioambiental Europea los Requerimientos Totales de Materiales<sup>18</sup> de la Unión Europea (EEA, 2001), analizando su evolución en el período comprendido entre los años 1985 y 1997. En 1997 las exigencias de materiales totales de la UE-15 ascendieron a 49-50 toneladas por habitante (18,2 t/hab combustibles fósiles; 10,7 t/hab minerales; 10,1 t/hab metales; 6 t/hab biomasa; 5 t/hab erosión). Si bien los materiales demandados para el funcionamiento de la actividad económica se incrementaron durante el período analizado en torno a un 6 y 8 por ciento, la población permaneció prácticamente estancada (la tasa de crecimiento anual medio se situó entre un 0,3 y un 0,2 por ciento). Esto es, las necesidades de materiales crecieron más que proporcionalmente a lo que lo hizo la población.

Los combustibles fósiles, minerales y metales contribuyeron en un 78 por ciento al volumen total de recursos solicitados, mientras que la biomasa apenas representó el 12 por ciento del total.

### Requerimientos totales de materiales, UE (1995)

Fuente:  
EEA (2001).  
Elaboración propia



Los requerimientos directos de materiales (Direct Material Input–DMI), utilizados para su transformación, presentan un desigual comportamiento dependiendo del país miembro de que se trate. La media de la UE fue, en el año 1997, de 30 toneladas por habitante, las 20 toneladas restantes, hasta alcanzar las 50 toneladas por habitante, proceden del exterior. Esta cantidad se vería incrementada si se incorporasen las importaciones de metales preciosos (platino, oro, plata, etcétera).

En la mayoría de los Estados miembros el crecimiento económico ha estado asociado al aumento de los requerimientos totales de materiales. No obstante, se observan algunas diferencias. Por ejemplo, tres Estados del Sur de Europa (griego, portugués y español) re-

18 Los requerimientos totales de materiales (Total Material Requirement–TRM) contabilizan de forma agregada el volumen acumulado de materias primas extraídas de la naturaleza como exigencias del funcionamiento de la actividad económica en un territorio determinado. Considera tanto los flujos que se pierden en el proceso de extracción y los derivados del uso de estas materias para su transformación posterior como los flujos de materiales con el exterior. A este respecto, ver los resultados alcanzados para el Estado español (Carpintero, O., 2002).

gistran el período comprendido entre los años 1988 y 1997 incrementos de toneladas por habitante y decrementos de ecus por kilogramo superiores a la media. Estas diferencias pueden explicarse por un diferencial productivo importante y por la especialización productiva. Por ejemplo, los requerimientos directos (DMI) de carbón en la UE-15 se repartieron del siguiente modo: Reino Unido, 40,1 por ciento; Alemania, 39,6 por ciento; y España 15,4 por ciento sobre el total respectivamente. No obstante, si atendemos a las extracciones totales, que incluyen los desechos, las participaciones sobre el total presentan una distribución diferente a la anterior: Estado español, 42,8 por ciento; Alemania, 31,4 por ciento; y Reino Unido, 23,2 por ciento.

Estado miembro	Toneladas/habitante	ECU/kilogramo	Toneladas/habitante Δ1988/1997	ECU/kilogramo Δ1988/1997
Finlandia	39	0,45	-3	11
Irlanda	35	0,41	3	77
Suecia	34	0,52	-3	7
Bélgica y Luxemburgo	34	0,41	24	-5
Dinamarca	33	0,56	17	-2
Holanda	29	0,51	4	17
Austria	24	0,59	2	14
Alemania	24	0,70	-2	33
España	22	0,35	12	6
Francia	22	0,70	-1	13
Grecia	20	0,31	19	-6
Reino Unido	19	0,71	0	12
Portugal	15	0,30	36	-5
Italia	15	0,81	-3	17

### Requerimientos directos de materiales (DMI)

Fuente: EEA (2001).

A finales del pasado siglo la minería movía anualmente, en el mundo, del orden de 70 mil millones de toneladas. Las demandas de minerales y las extracciones de compuestos fósiles (bauxita, cobre, plomo, cinc, oro, petróleo, carbón, estaño, níquel, hierro, etc.) no han dejado de crecer desde el advenimiento de la sociedad industrial, adoptando un crecimiento exponencial, que se ha visto acentuado desde mediados del siglo pasado. La creciente movilidad motorizada, las demandas de infraestructuras, la edificación y demás exigencias de la sociedad urbano-industrial han hecho inútiles las ganancias en la eficiencia y éstas han sido absorbidas por los aumentos en los requerimientos de materiales que han crecido muy por encima de los incrementos de población registrados (Ortiz, A., 1999).

De modo semejante, la información disponible de consumo energético nos permite observar el mantenimiento en el tiempo de altas tasas de crecimiento a pesar de las distintas alarmas que anunciaban tanto el agotamiento de los recursos fósiles, fuente principal de energía, cuanto los problemas ambientales que su explotación estaba ocasionando.

Mostraremos a continuación algunas cifras que son ilustrativas

de este crecimiento que alcanza cifras relativamente muy superiores a lo que ha crecido la población. Estas cifras son la expresión de un binomio que se encuentra en la base del modelo de crecimiento actual a pesar de la aparente virtualidad y «desmaterialización» alcanzada por la actividad económica: transporte/energía.

En los últimos 20 años el transporte de mercancías, en la UE-15, aumentó un 60 por ciento y el de viajeros un cuarenta por ciento. El transporte es el principal responsable del consumo energético total y de los requerimientos totales de materiales. Las exigencias energéticas del transporte se elevaban, en 1999, al 43 por ciento de la demanda total de energía.

La mayor parte del transporte se realiza por carretera. De los 2,97 billones de toneladas kilómetro (7.970 tKm/hab) de mercancías transportadas el 45 por ciento lo hizo por carretera; el 40 por ciento por mar; el 8 por ciento por ferrocarril; y el 7 por ciento restante en transporte fluvial y otros. En relación con el transporte de personas, los 4,79 billones de personas kilómetro (12.750 pKm/hab) se desplazaron un 79 por ciento en coche; en autocares y autobuses el 8,5 por ciento; en ferrocarril el 6 por ciento; en avión el 5,5 por ciento; y en tranvía y metro el 1 por ciento restante.

Las inversiones en infraestructura aumentaron en el período comprendido entre los años 1985 y 1996 en un 50 por ciento. El destino principal de estas inversiones fueron carreteras y autovías. Esto no hace más que estimular una modalidad de transporte que presenta serios problemas económicos, sociales y ambientales en detrimento de otras como, por ejemplo, el ferrocarril menos lesiva desde el punto de vista ambiental, menos costosa económicamente y menos excluyente socialmente. Tanto en la UE-15 como en el Estado español, en los últimos 30 años, se han perdido el 10 por ciento de las líneas férreas. En este mismo período el transporte de mercancías por carretera aumentó un 41 por ciento, mientras que las mercancías que se transportaron por ferrocarril se redujeron en un 7 por ciento.

A pesar de las recomendaciones y compromisos adoptados para reducir la emisión de gases efecto invernadero derivados de la actividad humana, en general, y del transporte, en particular, se sigue incentivando la modalidad de transporte que en mayor medida colabora con la emisión de estos gases. En 1999, el 83,2 por ciento del CO<sub>2</sub> emitido por el transporte, en general, se debe a la carretera. El transporte por carretera fue, en 1996, el responsable del 40 por ciento de NO<sub>x</sub>; 56 por ciento de CO<sub>2</sub>; 31 por ciento compuestos orgánicos volátiles; y el 4 por ciento de SO<sub>2</sub>.

Este fenómeno que no es extraño a los países de nuestro entorno se ve acentuado en el caso del Estado español. Por ejemplo, el nú-

### Cifras de movilidad en la UE-15

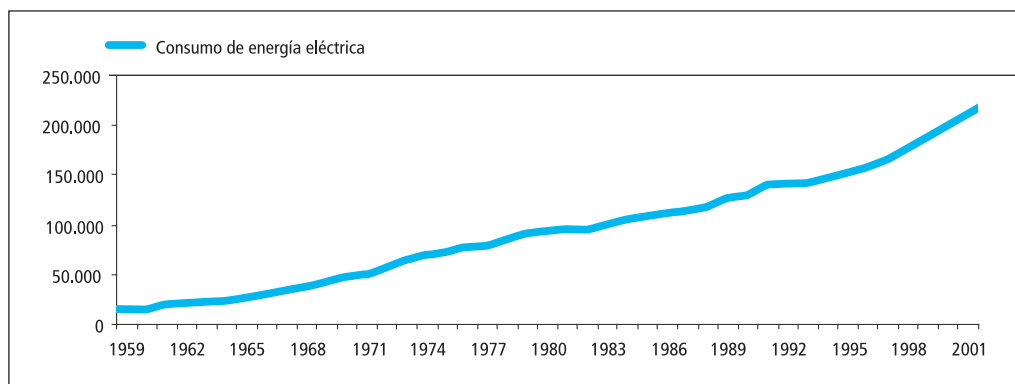
- Ratio persona/vehículo: 1,66
- Ratio Km/vehículo/año: 13.400
- Se realizan 3 viajes por persona y día. Aproximadamente 400.000 millones de viajes al año.
- Aproximadamente la mitad de los viajes son de más de 3 Km.
- La mitad de los viajes realizados en coche recorren una distancia igual o inferior a 6 Km.
- La distancia media recorrida es de 13 Km.
- Las personas ocupan 1 hora al día en desplazamiento en coche.
- El 40 por ciento de los viajes son de ocio; el 30 por ciento por razones de trabajo y estudio; mientras que un 20 por ciento son desplazamientos para comprar.

mero de vehículos por cada mil habitantes se multiplicó por 6, por encima de la media europea que lo hizo en 2,5 veces, en los últimos 30 años. Las inversiones en infraestructura se incrementaron, en el período 1985-96 en un 145 por ciento. El destino principal de estas inversiones, tal como indicábamos con la UE-15, son las carreteras y autovías. De igual modo, se pierden el 10 por ciento de las líneas férreas. El transporte interior se multiplicó, entre los años 1970 y 1999, por 4, mientras que en la UE-15 lo hizo por 3. El protagonismo del transporte por carretera se pone de manifiesto al observarse que el 85,6 por ciento de las mercancías transportadas en 1999 lo hicieron a través de esta modalidad de transporte<sup>19</sup>.

El otro componente del binomio energía/transporte también registra aumentos importantes, muy por encima del crecimiento de la población. El consumo de energía eléctrica ha estado creciendo, en el Estado español, desde 1959 hasta 2001, a una tasa media anual del 6,6 por ciento. Esto es, se ha estado duplicando cada 10 años. Registrándose tasas crecientes desde los años sesenta, los años posteriores a la puesta en marcha de los Planes de Estabilización que desataron un desarrollismo desmedido que ignoraba las limitaciones biofísicas y los efectos indeseables sobre el medio. En 1999, aún la intensidad primaria –calculada por cociente entre los consumos de energía primaria y el PIB– superaba al de la media de la UE-15 en un 17 por ciento (IDAE, 2001)

Esta creciente demanda de energía, además, desplazó la fuente de abastecimiento hacia los combustibles fósiles respecto de los cuales el Estado español presenta un déficit estructural, despreciando las fuentes energéticas renovables que fueron perdiendo peso relativo a lo largo del tiempo. En 1999 las energías renovables representaban tan sólo el 5,9 por ciento del total muy lejos del objetivo del 12 por ciento que figura en el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, que responde a los compromisos establecidos tras la aprobación del Libro Blanco sobre Energías Renovables (European Commission, 1997; Comisión Europea, 2001) –resultado de las dis-

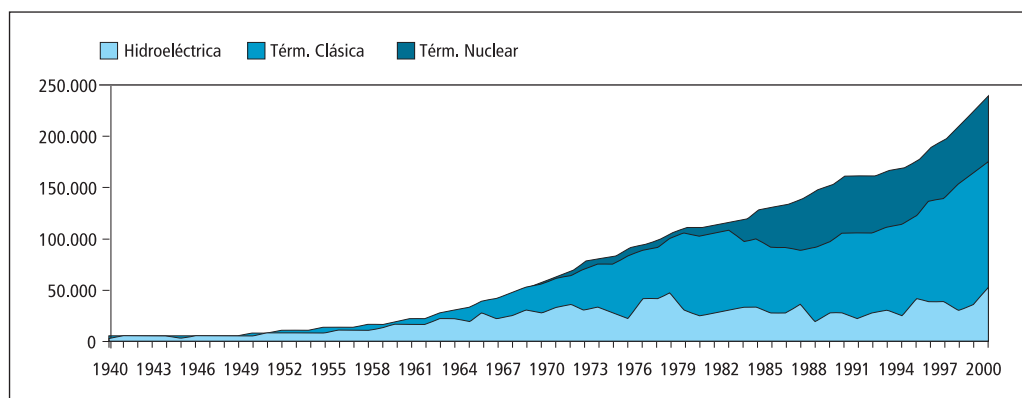
19 Esta tendencia contraviene una de las principales medidas de política de transportes que la Comisión Europea contempla en el horizonte de 2010 (European Commission, 2001).



cusiones suscitadas por el Libro Verde presentado por la Comisión en noviembre de 1996– que establece una estrategia y un plan de acción comunitarios para conseguir que en 2010 el 12 por ciento de la energía primaria consumida sea renovable.

### Consumo de energía eléctrica en España (Gwh)

Fuente:  
UNESA.  
Elaboración propia



Efectivamente, el modelo de crecimiento en el que se basaba y sigue basándose el funcionamiento de la economía y las dinámicas urbanas se apoyaron en una fuente energética barata y de enorme rendimiento calórico. Obsérvese que un territorio en el que un 80 por ciento de su población se asienta en núcleos urbanos presenta unas exigencias energéticas superiores a otra dispersa en el territorio con un mayor equilibrio urbano-rural. Por ejemplo, una hectárea de distrito metropolitano consume 1.000 veces más energía que un área de tipo rural tradicional (Bettini, V., 1998).

El hecho de que más del 80 por ciento de la energía generada proceda de combustibles fósiles además de acentuar las tensiones existentes en el mundo, en particular en las áreas tradicionales de extracción de crudo donde la guerra se ha naturalizado y convertido en un ingrediente más de la vida cotidiana, incrementa los riesgos de un cam-

### Producción de energía eléctrica en España (Gwh)

Fuente:  
UNESA. Elaboración propia  
Anotaciones:  
(1) La producción hidráulica incluye la generada por las instalaciones eólicas y solar.  
(2) La producción termoelectrica clásica incluye la generada por todas las instalaciones termicas del Regimen Especial

bio climático indeseado debido a la concentración de gases efecto invernadero derivados de la combustión fósil. Esto es, de las «interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático» (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMCC).

## 4.7. Demanda total y Capacidades disponibles



En este apartado presentaremos una matriz que resume la participación de los distintos componentes de consumo en la huella ecológica total. Se trata de tener una fotografía del impacto de la actividad humana, a través del consumo, en la biosfera. Posteriormente, compararemos la huella ecológica obtenida y la capacidad bioproductiva disponible, cuya diferencia nos indicará el superávit o déficit ecológico resultante.

La presentación de los resultados finales se muestra en la siguiente matriz. En ella puede apreciarse la participación de cada uno de los grandes agregados de consumo en la huella ecológica total, así como las diferentes categorías de superficie biológicamente productiva.

		Necesidades de superficie biológicamente productiva						
		Cultivos	Pastos	Mar	Bosques	Absorción CO <sub>2</sub>	Superficie Ocupada	H.E.
Categorías de uso	Agricultura	1,4640						1,4640
	Ganadería		0,6215					0,6215
	Pesca			0,0694				0,0694
	Foresta				0,5609			0,5609
	Materias Primas Transformadas					0,0543		0,0543
	Energía consumida (*)					2,0126		2,0126
	Superficie ocupada, construida						0,1824	0,1824
	<b>H. E.</b>	1,4640	0,6215	0,0694	0,5609	2,0669	0,1824	<b>4,9651</b>

### Matriz de consumo y superficie biológicamente productiva

Fuente:

Elaboración propia.

(\*) Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (absorción CO<sub>2</sub>).

### La matriz energética

Esta matriz, que resume las hectáreas de tierra bioproductiva para cubrir las exigencias de consumo, podría diseñarse de un modo distinto. Por ejemplo, podría resultar de interés conocer qué parte de la huella energética total va destinada a la alimentación humana procedente del consumo de vegetales y cuánta a la alimentación basada en el consumo de carne. También sería pertinente conocer de qué forma se distribuye el consumo energético; esto es, cuál es la aportación de los distintos sectores a la huella energética y, como consecuencia, a la huella ecológica total. Esta información, además, puede permitir entrar en aspectos no estrictamente cuantitativos y calificar el déficit contraído, así como su procedencia.

Para esta desagregación nos basamos en la información proporcionada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Ener-

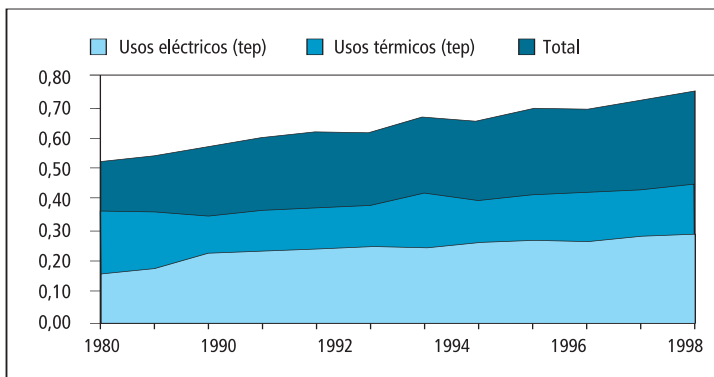


gía (IDAE), organismo dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología así como en las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Fomento. El IDEA, en su Boletín número 3, proporciona información desagregada del consumo de energía por sectores: industria, residencia, transporte y servicios. Por su parte, las estadísticas del Ministerio de Fomento nos permiten determinar la cuota de transporte correspondiente a los productos agroalimentarios.

Obsérvese que el análisis de la huella ecológica proporciona criterios en virtud de los cuales es posible concebir si un estilo de vida es o no sostenible.

El estilo de vida urbano-industrial, que se va extendiendo como una mancha de aceite e impregnando los diferentes asentamientos humanos a lo largo del territorio, ha aumentado extraordinariamente las necesidades de energía exosomática, que, generalmente, procede de territorios distintos al que estas poblaciones ocupan. Éste es el caso del Estado español como ya se ha referido en apartados anteriores. La huella energética es, por lo demás, la de mayor impacto pues representa más del cuarenta por ciento de la huella total.

En efecto, en los últimos veinte años del pasado siglo los requerimientos energéticos de los hogares crecieron proporcionalmente más que la población. En el período comprendido entre los años 1980 y 1999 el consumo de energía de los hogares españoles creció un 28,2 por ciento, mientras que la población sólo creció un 5,8 por ciento.



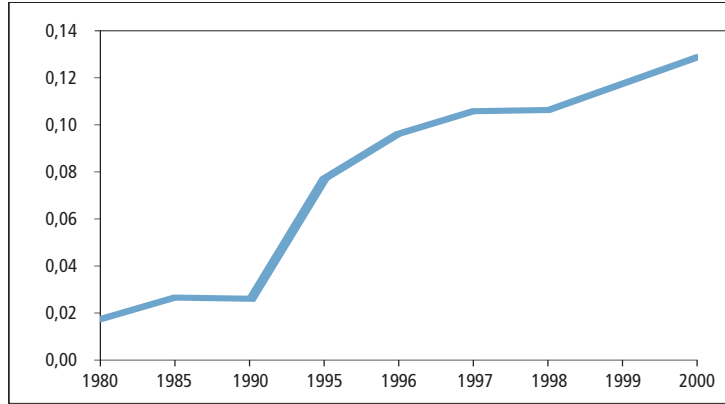
### Consumo de energía en los hogares (tep)

Fuente: IDAE. Elaboración propia

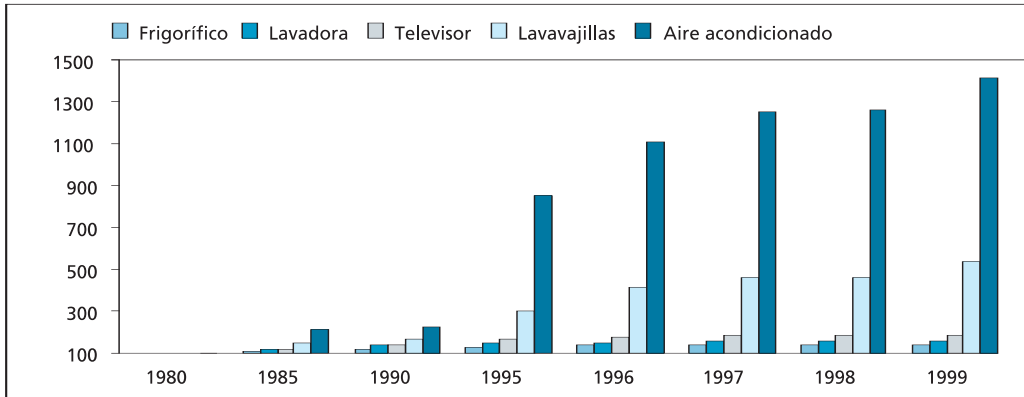
Las mayores demandas de energía de los hogares, sin considerar las derivadas del uso del vehículo privado a las que haremos referencia más adelante, proceden de la calefacción que representa el 49,3 por ciento del total de la energía consumida. Si consideramos los equipamientos de los hogares y su evolución –período 1980 a 2000– observaremos que el mayor crecimiento registrado corresponde a los aparatos de aire acondicionado (1.310 por ciento) pasando de 0,01 por hogar, en 1980, a 0,12 por hogar en 2000.

### Aparatos de aire acondicionado (equipos por hogar)

Fuente: IDAE. Elaboración propia



Los cambios en las pautas de comportamiento, los incrementos de renta y las pautas urbanísticas han modificado las preferencias y necesidades en las partidas de gastos y la dotación de equipos en los hogares, más orientados a la búsqueda de confort y de elementos que permitan un mayor aislamiento en ellos. Además, el tipo de edificación, prisionera de las presiones especulativas, ha aumentado las exigencias de dotaciones de aparatos de calefacción y aire acondicionado.



### Equipamiento en electrodomésticos, equipos por hogar (1980, base 100)

Fuente: IDAE. Elaboración propia

La construcción, uno de los sectores que más ha animado el crecimiento económico en las últimas décadas, se ha convertido en uno de los campos prioritarios de estudio de adecuación ambiental. La arquitectura bioclimática, que se ha desarrollado teniendo en cuenta los principios básicos de «construir con el clima», se muestra como una manera de satisfacer las necesidades de vivienda favoreciendo importantes ahorros de energía de hasta un 70 por ciento. Sin embargo, su aplicación es aún muy reducida (Celis D'Amico, F, 2000).

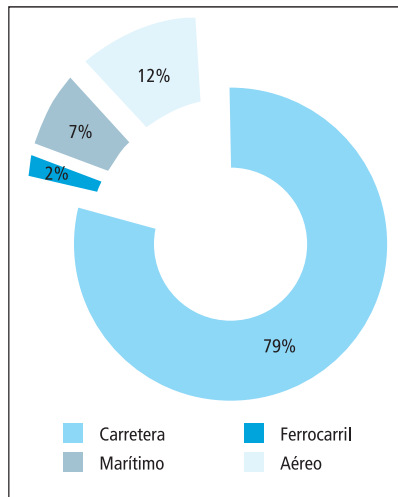
La puesta en marcha de la Directiva 76/93, SAVE, de la Unión Europea que obliga a los Estados miembros, entre otras cosas, al cum-

plimiento de la denominada Calificación Energética de Edificios –que en el caso del Estado español revisa la NBE-CT-79 (Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas del años 79), cuyo objetivo principal era aislar térmicamente los edificios en el contexto energético y económico de los años 70– puede reducir las exigencias energéticas de los hogares actuales.

Hemos comentado a lo largo de este texto que la sociedad occidental y el modo de acumulación actual basan su funcionamiento en el transporte. El transporte representa la principal partida de gasto energético con un 43,6 por ciento del total, en 1999. El consumo de energía de los vehículos privados, a su vez, concentran el 45 por ciento de lo consumido por el transporte.

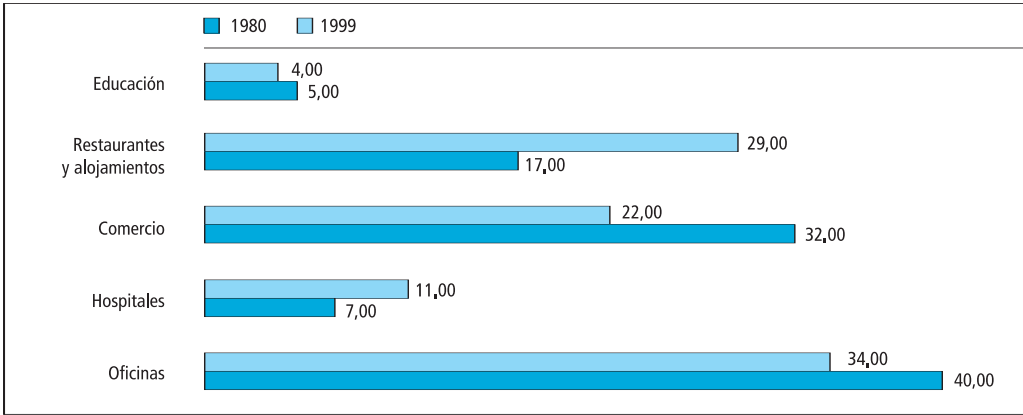
A pesar de haberse registrado importantes avances en la tecnología de la automoción que permiten un importante ahorro energético, el consumo ha seguido creciendo, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al transporte. Esto se explica por la creciente movilidad horizontal principalmente derivada del transporte de mercancías por carretera y del uso creciente del vehículo privado para los desplazamientos; reforzado, este último, por los cambios operados en el diseño urbano (división funcional y expansión en el territorio) y por las actividades de ocio fuertemente dependientes del uso del vehículo. En otras palabras, los ahorros debido a las ganancias en eficiencia son absorbidos por los incrementos en el consumo.

El consumo de energía del sector servicios en 1999 ascendió a algo más de 6 millones de toneladas equivalentes de petróleo, un 21 por ciento más que en 1995. La electricidad constituye la fuente energética principal, el 67 por ciento de la energía consumida. El escaso desarrollo de las estadísticas referidas a este sector y su problemática delimitación hacen que las cifras que se puedan manejar sean muy deficientes. No obstante, puede afirmarse que lo característico no es su tendencia a la inmaterialidad y a la desmaterialización sino las exigencias crecientes tanto de materiales, como ya se puso anteriormente de manifiesto, y de energía. En efecto, el consumo de energía de los edificios públicos,



**Consumo de energía por el transporte, 1995 (Ktep)**

Fuente: IDAE. Elaboración propia



**Consumo de energía final de los servicios, por subsectores (Ktep)**

Fuente: IDAE. Elaboración propia

oficinas, comercio, hostelería, etcétera –asociados al sector servicios– supone, en la actualidad, por ejemplo, aproximadamente un tercio del consumo energético de la Unión Europea [COM(2001) 226].

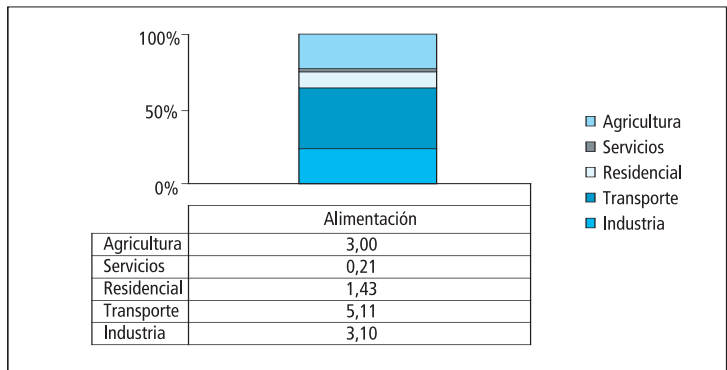
El subsector que ha registrado el mayor crecimiento en cuanto a requerimientos energéticos fue el de Restaurantes y Alojamientos que de participar en un 17 por ciento en el consumo total del sector en 1980 pasó a representar, en 1999, el 29 por ciento de los consumos. Esto explica, en parte, los cambios operados en los hábitos de consumo y también al peso creciente del turismo en la dinámica de la economía española.

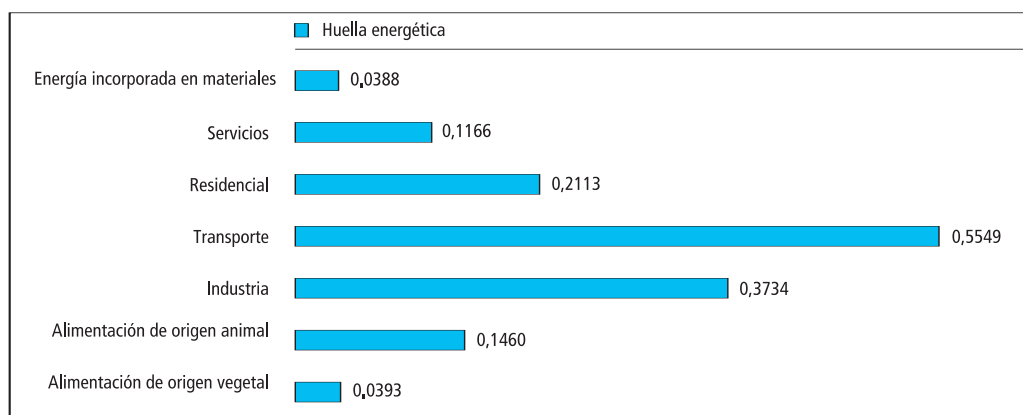
Veamos, por último, los requerimientos energéticos de la producción agroalimentaria, desagregándola en función de su procedencia vegetal o animal. Para ello necesitamos conocer, de una parte, la ingestas calóricas de un español medio y, de otra, la energía empleada en la industria, transporte, servicios y en la propia producción agroalimentaria.

En 1995, la ingesta calórica de un español medio fue de 3.213 kilocalorías diarias, de las cuales 2.343 fueron de origen vegetal y 870 de origen animal. La alimentación consumió el 12,86 por ciento de

**Consumo energético de la alimentación, por sectores**

Fuente: IDAE. Elaboración propia





la energía consumida por los diferentes sectores, que alcanzó la cifra de 101,2 Gigajulios por habitante y año.

La huella energética, pues, puede presentarse desglosada por sectores como aparece en el segundo cuadro<sup>20</sup>.

Por último, de los cuadros siguientes puede obtenerse por diferencia el superávit o déficit ecológico para cada una de las superficies bioproductivas derivadas de las exigencias de consumo.

La diferencia entre las necesidades y las disponibilidades dan cuenta del déficit o superávit ecológico en que incurre el territorio sometido a estudio. En el caso del Estado español se registra un déficit de 2,0778 hectáreas por habitante, casi dos veces la capacidad disponible. Expresado en otros términos, para satisfacer las exigen-

### Huella energética, por sectores

Fuentes:  
IDAE. Elaboración propia

### Superficie demandada, Estado español (1995)

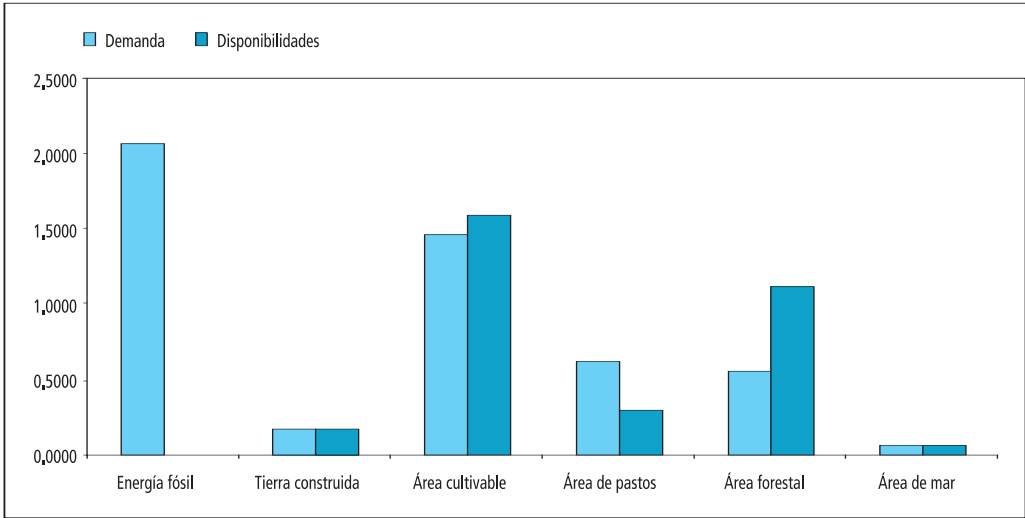
Fuentes:  
Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas en cuadros anteriores

### Superficie disponible para el desempeño de las actividades humanas. Estado español, 1995

Fuentes:  
Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas en cuadros anteriores

	Total (Ha/hab)	Factor de equivalencia	Total equivalente (Ha/hab)
Energía fósil	1,48	1,40	2,0669
Tierra construida	0,05	3,37	0,1824
Área cultivable	0,43	3,37	1,4640
Área de pastos	1,47	0,42	0,6215
Área forestal	0,40	1,40	0,5609
Área de mar	0,94	0,07	0,0694
<b>H.E. Total</b>	<b>4,77</b>		<b>4,9651</b>

	Factor de rendimiento	Superficie disponible	Factor de equivalencia	Superficie ajustada
		Ha/hab		Ha/hab
Energía fósil			1,4	
Tierra construida	1,01	0,05	3,4	0,1824
Área cultivable	1,01	0,47	3,4	1,6096
Área de pastos	2,54	0,28	0,4	0,2980
Área forestal	1,93	0,41	1,4	1,1163
Área de mar	1,00	1,01	0,1	0,0748
<b>Total</b>				<b>3,2810</b>
(menos 12% para biodiversidad)				0,3937
<b>Disponibilidad Total</b>				<b>2,8873</b>




### **Demanda y Disponibilidades de superficie bioproductiva (ha/pc)**

Fuentes:  
Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas en cuadros anteriores

cias de consumo de un español medio se requeriría una superficie de más de una vez y media la superficie total del territorio estatal.

Hasta aquí hemos presentado la metodología y resultados de la estimación y análisis de la huella ecológica, concretándolos para el caso del Estado español. Este ámbito territorial es el que menos problemas presenta desde el punto de vista del acceso a datos en términos físicos, aunque las series disponibles y la desagregación sean aún muy limitadas. En los capítulos que siguen nos centraremos en el cálculo y análisis de la huella ecológica para Andalucía y pondremos una metodología para estimar la huella de la Aglomeración Urbana de Sevilla.

20 Para el cálculo de la participación de la alimentación en la huella energética se considera que cada vez que se asciende un escalón en la cadena trófica se aprovecha aproximadamente sólo el 10 por ciento de la energía bioquímica contenida en la biomasa ingerida.



CAPÍTULO V.  
EL CÁLCULO DE LA HUELLA  
ECOLÓGICA/CAPACIDAD DE CARGA  
ADQUIRIDA DE ANDALUCÍA









os cálculos para la determinación de la huella ecológica de Andalucía se apoyan en las consideraciones generales que precedieron la presentación de los resultados de la huella ecológica del Estado español. No obstante, en adelante indicaremos aquellos aspectos que supongan una modificación o

aportación a lo señalado o aquellos otros que entendamos necesitan ser señalados de nuevo por la operatividad de la exposición.

En primer lugar, reflejamos la superficie bioproductiva utilizada para el cálculo y los factores de rendimiento agrícola, ganadero, forestal y marino.

A continuación, presentamos los resultados alcanzados para la huella en Andalucía de modo similar a como se hizo para el caso del Estado español. Esto es, se muestran la huella agraria y marina, forestal y energética, la huella ecológica total, la capacidad de superficie bioproductiva disponible y el superávit o déficit ecológico del territorio de Andalucía.



ara la estimación de la superficie bioproductiva nos hemos basado en la información proporcionada por el Anuario Estadístico de Andalucía para el año 1998, los Informes del Medio Ambiente en Andalucía de la Consejería de Medio Ambiente y la información facilitada por la Consejería de Obras Públicas

y Transporte. Esta información, aunque presente algunas diferencias con la utilizada para el caso del Estado español, ofrece un nivel de detalle superior para el ámbito territorial de Andalucía y, es por esta razón, que hayamos decidido hacer uso de ella para la estimación de la huella ecológica de Andalucía.

El Anuario Estadístico de Andalucía de 1998 proporciona, para el año 1995, la siguiente desagregación de la superficie total distinguiendo entre las distintas tipologías de uso:

Conceptos	Km <sup>2</sup>
<b>Superficie en valores absolutos (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>87.561,17</b>
<b>Superficies edificadas e infraestructuras</b>	<b>1.554,21</b>
Zonas urbanas	918,52
Zonas industriales, comerciales e infraestructuras técnicas	252,18
Zonas mineras, vertederos y áreas de construcción	327,48
Zonas verdes y espacios de ocio	56,04
<b>Zonas húmedas y superficies de agua</b>	<b>1.504,30</b>
Zonas húmedas y superficies de aguas litorales	736,39
Zonas húmedas y superficies de aguas continentales	767,91

## 5.1. La superficie bioproductiva

### Usos y coberturas vegetales del suelo por provincias. Año 1995 (Km<sup>2</sup>)

Fuente: IEA, Anuario Estadístico de Andalucía, 1998

## Usos y coberturas vegetales del suelo por provincias. Año 1995 (Km<sup>2</sup>)

Conceptos	Km <sup>2</sup>
<b>Territorios Agrícolas</b>	41.124,85
Áreas agrícolas homogéneas	34.741,65
Áreas agrícolas heterogéneas	6.383,21
<b>Áreas forestales y naturales</b>	43.377,80
Formaciones arboladas densas	4.482,26
Formaciones de matorral denso con arbolado	5.686,22
Formaciones de matorral disperso con arbolado	10.225,39
Formaciones de pastizal con arbolado	4.862,27
Cultivos herbáceos con arbolado de quercíneas	1.137,42
Talás y plantaciones forestales recientes	1.006,95
Matorral sin arbolado	12.761,16
Pastizales no arbolados	2.371,16
Espacios abiertos con poca o sin vegetación	844,97

La asignación de superficie a cada una de las áreas utilizadas en el cálculo de la huella se ha hecho tratando de respetar el uso principal de cada tipo de superficie, como ya se hiciera para el Estado español. Los resultados alcanzados tanto en superficie absoluta, para la determinación de la capacidad de carga o disponibilidades de superficie bioproductiva, como en la determinación de los rendimientos pueden alterar ligeramente los resultados totales al no ser estrictamente iguales los criterios utilizados por FAOSTAT y el IEA en la tipología de superficies de uso. De cualquier modo, hemos considerado más conveniente utilizar las fuentes locales.

La determinación de la superficie bioproductiva marina de Andalucía nos permite estimar el rendimiento medio local. También, en este caso, hemos recurrido a fuentes locales para su determinación. La cifra utilizada es la proporcionada por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

## El territorio marítimo andaluz en cifras

Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía ([www.cma.junta-andalucia.es/mar\\_litoral/dominiomarino.html](http://www.cma.junta-andalucia.es/mar_litoral/dominiomarino.html))

## Superficies bioproductivas, capacidad de carga de Andalucía (Ha)

(\*) No se ha incluido el matorral sin arbolado, ni los espacios abiertos con poca o sin vegetación. Ambas superficies representan 13.606,13 hectáreas, el 15,5 por ciento de la superficie total.

Fuentes: IEA. Anuario Estadístico de Andalucía, 1998. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía ([www.cma.junta-andalucia.es/mar\\_litoral/dominiomarino.html](http://www.cma.junta-andalucia.es/mar_litoral/dominiomarino.html)). Elaboración propia

Concepto	Superficies
Longitud costas (Km)	917
Superficie aguas interiores (Km <sup>2</sup> )	2.281
Superficie mar territorial (Km <sup>2</sup> )	13.935
Extensión superficie zona económica exclusiva (Km <sup>2</sup> )	49.026

De acuerdo con la información anterior, la superficie asignada a cada tipo de suelo para la determinación de la capacidad de carga de Andalucía, ha sido la siguiente:

Categoría	Superficie
Tierra construida	155.421
Área cultivable	4.112.485
Área de pastos	723.343
Área forestal (*)	2.253.825
Área de mar	4.902.600



os factores de rendimiento para la superficie de cultivo, pastos, forestal y marina se han obtenido siguiendo los mismos criterios que se utilizaron en el caso del Estado español, aunque con las matizaciones que se han planteado anteriormente.

### Determinación del factor de rendimiento para la agricultura

En el cálculo del factor de rendimiento de la superficie de cultivo, que se determina como cociente entre el rendimiento medio local y el rendimiento medio mundial, se han considerado las producciones medias correspondientes al período 1993-96, por las mismas razones argumentadas en el caso del Estado español, y las superficies medias utilizadas en la producción de dicho período.

	Producción t	Superficie (*) Ha	Rendimiento Kg/Ha
Mundo	5.593.263.104	1.217.270.924	4594,92
Andalucía	13.765.039	2.989.098	4605,08
Factor de rendimiento superficie de cultivo			1,0022

Como puede apreciarse, en el cuadro anterior, el rendimiento medio agrícola de Andalucía es ligeramente superior al rendimiento medio mundial. De cualquier modo, al tratarse de rendimientos medios no se ven reflejadas las diferencias entre los distintos cultivos. Este aspecto es particularmente importante en una economía como la de Andalucía que basa su especialización productiva en la actividad agrícola, especialmente en determinados cultivos orientados, principalmente, a satisfacer la demanda externa (Delgado Cabeza, 2002).

En el cuadro que presentamos a continuación pueden apreciarse los diferentes rendimientos que presentan algunos cultivos al comparar los rendimientos medios locales y los mundiales alcanzados para el período analizado:

Cultivos	Mundiales	Andalucía
Arroz	3.685,9	7.611,6
Hortalizas	15.624,4	30.573,2
Calabacín	12.605,4	54.029,9
Pepinos	16.727,6	68.795,4
Tomate	26.971,5	59.963,1
Fresa	12.548,0	35.807,7
Manzano	8.297,6	16.319,2
Ciruelo	4.043,9	11.695,4
Melocotón y nectarina	6.576,1	9.863,3
Cítricos	13.685,9	15.383,0
Aceitunas	1.560,7	1.752,0
Uvas	7.542,4	5.455,8

## 5.2. Determinación de los factores de rendimiento

### Cálculo del factor de rendimiento de la superficie de cultivo, Andalucía (1995)

(\*) Se ha considerado la superficie en producción para el período analizado (1993-96).

Fuentes: FAOSTAT. Anuario de Estadísticas Agrarias de Andalucía, varios años. Anuario Estadístico de Andalucía, 1998. Elaboración propia

### Comparación rendimientos medios para algunos cultivos (Kg/Ha), 1993-1996

Fuente: Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía. Varios años. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Elaboración propia.

Las prácticas intensivas, el cultivo bajo plástico, la ingeniería genética, la utilización de fertilizantes y fitosanitarios, la mecanización y el uso creciente del regadío proporcionan productividades muy elevadas en cultivos que, como se ha comentado anteriormente, cada vez adquieren mayor importancia en la agricultura andaluza y cuyo destino es, fundamentalmente, el mercado exterior. En contraste, la productividad media del olivar y del viñedo es similar o ligeramente inferior, para este último, a la media mundial. A pesar de los procesos de «modernización» –que incluye la extensión de la práctica de regadío<sup>1</sup>–, una parte importante de estos cultivos (sobre todo el olivar) tienen lugar, todavía, en superficies relativamente extensas del territorio en régimen de secano. En efecto, de los 1,28 millones de hectáreas dedicadas al cultivo del olivar poco más del 10 por ciento tiene lugar en régimen de regadío. En el caso de la vid este porcentaje asciende al 7,3 por ciento de total de la superficie dedicada a la obtención de uva.

Una aproximación al alcance de la presión a la que se ve sometido el territorio andaluz y los considerables requerimientos de agua para el mantenimiento de estas prácticas, aspectos estos a los que volveremos más adelante, podría obtenerse a partir de las necesidades adicionales de tierra para alcanzar los mismos niveles de producción si ésta se obtuviera en régimen de secano (sin considerar la influencia de los *inputs* industriales en la realización del *output* final).

1 En 2000, de acuerdo por los datos suministrados por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, las hectáreas de olivar explotadas en régimen de regadío ascendían a 271.844, un 31,2 por ciento de la superficie irrigada en el territorio andaluz.

Cultivos	Rendimiento en secano	Producción	Superficie necesaria	Superficie utilizada	(Sup. necesaria)/ (Sup. utilizada)
	Kg/Ha	t	Ha	Ha	
Hortalizas					
Calabacín	5.650	184.404	32.638	3.413	9,56
Pepinos	5.968	247.182	41.418	3.593	11,53
Tomate	6.452	794.151	123.086	13.244	9,29
Fresa	2.425	235.149	96.969	6.567	14,77
Manzano	1.271	20.040	15.767	1.228	12,84
Ciruelo	3.178	20.081	6.319	1.717	3,68
Melocotón y nectarina	2.073	85.288	185.860	8.647	21,49
Aceitunas	1.424	2.353.996	1.653.087	1.277.364	1,29
Uvas	5.044	302.669	60.006	55.477	1,08

### Necesidades adicionales de tierra agrícola para cubrir la producción total en régimen de secano Andalucía, 1993-1996

Fuente: Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía. Varios años. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Elaboración propia

El cuadro anterior nos indica que para mantener los actuales niveles de producción de los cultivos en él relacionados (el 30,52 por ciento de la producción agrícola total), en régimen de secano, sería necesario utilizar el 74,11 por ciento de la superficie agrícola total. Esto pone de relieve cómo para la actividad agraria, principal demandante de agua en Andalucía, a falta de este recurso, mantener los actuales estándares de producción serían inviables. El problema del déficit hídrico viene derivado, en consecuencia, no tanto de la escasez de agua sino de unas prácticas agrarias muy exigentes en el uso

de este recurso. Especialmente la producción hortofrutícola cuyo 80,1 por ciento se vende fuera de Andalucía, muy dependiente, por tanto, de la demanda externa, y que va constituyéndose progresivamente en la principal componente de la producción final agraria (PFA) andaluza (Delgado Cabeza, 2002).

De acuerdo con el informe *El Suministro de agua en Andalucía: coste y calidad del servicio, 1999-2000* de la Cámara de Cuentas de Andalucía:

- n El consumo de agua de los regadíos representa el 80 por ciento de la demanda total de recursos hídricos. El 58 por ciento de las tierras de riego se destinan a cultivos herbáceos.
- n En 1998 las hectáreas en régimen de regadío, en Andalucía, ascendían a 815.921<sup>2</sup> (19 por ciento de la superficie cultivada y 53 por ciento de la producción final agraria), ubicadas en las cuencas de los ríos más importantes y el litoral. El 73 por ciento de la superficie regada se sitúa en la cuenca del Guadalquivir, principalmente en las delimitaciones de las provincias de Sevilla y Jaén, representando, ambas, el 51 por ciento de la superficie de riego total.
- n La práctica del regadío se ha extendido a lo largo de los últimos cincuenta años. Así, mientras que en 1950 la superficie de regadío era de 250.000 hectáreas a finales del siglo pasado esta superficie se multiplicó por 3,3 veces.
- n La provincia de Almería presenta un déficit hídrico anual de 288 Hm<sup>3</sup>. El Plan Hidrológico Nacional prevé transvasar 1.000 Hm<sup>3</sup> anuales, desde aguas arriba del delta del Ebro, de los cuales 820 Hm<sup>3</sup> anuales irán con destino al sureste peninsular y de ellos 90 Hm<sup>3</sup> anuales se destinarán a Almería.
- n El coste medio de agua para uso agrícola, en 1998 en Andalucía, fue de 6,4 pesetas por metro cúbico, incluyendo los costes fijos y variables a los que hacen frente los agricultores (30.479 pesetas por hectárea).
- n El precio medio del agua para uso urbano, es en Andalucía de 105,4 pesetas por metro cúbico facturado. De un total de 790,7 millones de m<sup>3</sup> facturados las provincias de Sevilla y Málaga concentran casi el 40 por ciento (21,7 y 18 por ciento, respectivamente).

En el *Inventario y caracterización de los regadíos andaluces* (1999)<sup>3</sup>, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía proporciona información de la superficie regada y su evolución en el tiempo, de la distribución de los recursos hídricos y el origen de éstos, así como de los precios pagados por los agricultores por su consumo.

2 En 2000 la superficie en regadío, en Andalucía, alcanzaba las 871.605 hectáreas, más de la quinta parte del total español.

3 La presencia del regadío en la historia de la agricultura andaluza no se reduce a los últimos 30 años (Sánchez Picón, A., 2001), sin embargo su extensión, intensificación y concentración en determinados cultivos son el fruto de un afán productivista que se ha acentuado en los últimos años, especialmente desde mediados de los años 80 con el acceso del Estado español a la actual Unión Europea, que coincide con la expansión de los mercados, las nuevas dinámicas reguladoras y la consecuente división regional del trabajo a escala europea y planetaria.

## Superficie regada por provincias y cuencas hidrográficas, 1998 (Ha.)

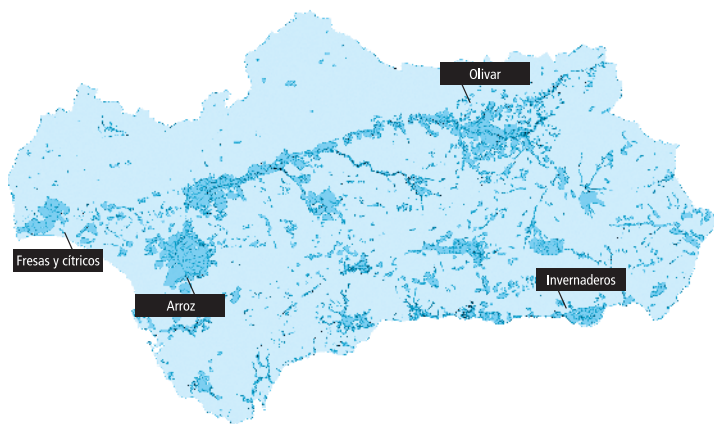
Fuente:  
Consejería de Agricultura y Pesca.  
Junta de Andalucía

Provincias	Cuencas					
	Guadiana	Guadalquivir	Guadalete y Barbate	Sur	Segura	Total
Almería				59.153	5.695	64.848
Cádiz		955	42.069	4.509		47.533
Córdoba	2.125	81.514				83.639
Granada		92.247		27.191		119.438
Huelva	24.279	6.938				31.217
Jaén		187.898			1.125	189.023
Málaga		1.079		50.870		51.949
Sevilla		228.274				228.274
<b>TOTALES</b>	<b>26.404</b>	<b>598.905</b>	<b>42.069</b>	<b>141.723</b>	<b>6.820</b>	<b>815.921</b>

Como ya se comentó con anterioridad el regadío se encuentra concentrado en la cuenca del Guadalquivir (el olivar de Jaén) y el litoral almeriense y onubense. En las dos últimas décadas del siglo pasado la superficie regada aumentó en un 50 por ciento, especialmente en el olivar jiennense (17,1 por ciento de la superficie regada), los invernaderos de Almería y la fresa y cítricos de Huelva. En concreto, los invernaderos de la provincia de Almería poseían, en 1998, un total de 25.700 hectáreas de regadío y la fresa y los cítricos de la costa de Huelva 20.500 hectáreas. Ambas con un importante volumen de aguas subterráneas.

## Localización de los regadíos andaluces, por explotaciones

Fuente:  
Inventario y caracterización de los regadíos de Andalucía.  
Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.  
Elaboración propia



## Origen del agua para riego, 1998

Fuente:  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

Provincia	Residual %	Subterránea %	Superficial %
Almería	1	64	35
Cádiz	0	17	83
Córdoba	0	11	89
Granada	2	19	79
Huelva	-	56	44
Jaén	5	20	75
Málaga	0	47	53
Sevilla	-	21	79

Buena parte de las aguas subterráneas utilizadas para el riego va destinada al cultivo hortofrutícola. Este recurso es utilizado por la carencia de aguas superficiales y por su mayor productividad respecto de la registrada para las aguas superficiales. Sin embargo, estas ganancias de productividad desconsidera la imposibilidad de que los acuíferos actuales –sujetos al principio de rendimientos decrecientes– puedan seguir suministrando el volumen y la calidad del agua actual, debido a la sobreexplotación, contaminación y salificación de las capas freáticas de las cuales se nutre.

Provincia	Coste agua (Ptas./m <sup>3</sup> )	Coste agua (Ptas./Ha.)
Almería	18,6	99.224
Cádiz	4,4	24.663
Córdoba	4,5	23.307
Granada	5,9	23.931
Huelva	10,1	45.658
Jaén	6,0	16.756
Málaga	5,3	30.724
Sevilla	4,4	26.738

### Coste medio del agua por provincias, 1998

Fuente:  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

Además, la fuerte inclinación productivista de sectores importantes de la agricultura andaluza, de forma muy significativa la orientada a satisfacer la demanda externa, se apoya en importantes incentivos y subvenciones sin las cuales este tipo de agricultura encontraría considerables dificultades para mantener las actuales tasas de rentabilidad y su viabilidad económica a medio plazo. Así, el coste soportado por el sector público se eleva a 20 de las antiguas pesetas por metro cúbico incluyendo los costes de las transformaciones en regadío; la subvención implícita al regadío de la Unión Europea por consumo de agua estimada asciende a 15 pesetas por metro cúbico. Por su parte, el coste directamente asumido por los agricultores es, por término medio, de 6 pesetas por metro cúbico, en él está incluido el coste en el que se incurre para la implantación de los sistemas de riego, la energía consumida para el bombeo y la mano de obra para la distribución del agua (Corominas, J., 2000).

Las diferencias de productividades reflejadas en el cuadro que se presenta a continuación están forzando la presión sobre las áreas más frágiles del territorio andaluz y justificando, al mismo tiempo, una especialización productiva de la agricultura andaluza muy exigente en recursos naturales derivada de un modelo de crecimiento económico que basa su razón de ser en la «eficiencia económica» expresada en términos monetarios (Delgado Cabeza, 2000), y que en el apartado agrícola supone la aceptación del modelo de «agricultura europea noroccidental» muy inadecuado para las condiciones edafológicas y climáticas del territorio andaluz<sup>4</sup> (Sánchez Picón, A., 2001).

4 En la actualidad, la provincia de Almería –la más árida del territorio andaluz– concentra la mayor aportación (23,8 por ciento de la PFA andaluza) a la producción final agrícola de Andalucía (Delgado Cabeza, 2002).

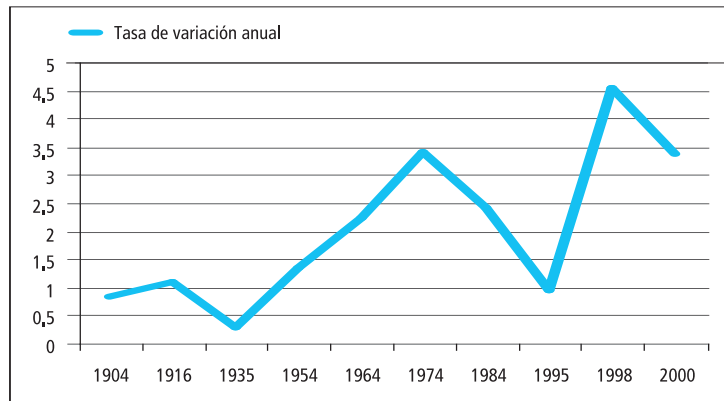
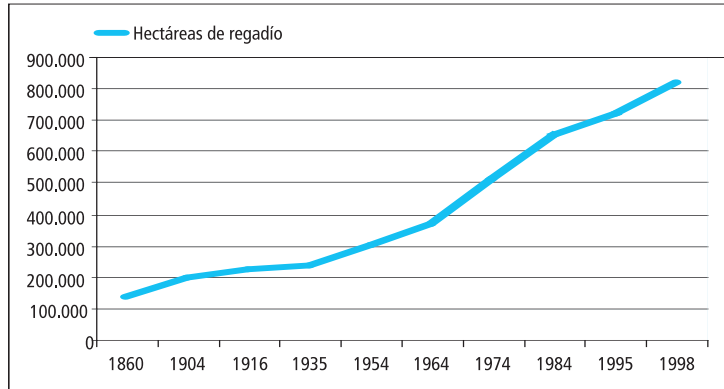
## Productividad del agua, 1998

Fuente:  
Consejería de Agricultura y Pesca.  
Junta de Andalucía

Provincia	Subterránea (Ptas./m³)	Superficial (Ptas./m³)
Almería	791	318
Cádiz	154	105
Córdoba	98	57
Granada	208	163
Huelva	643	489
Jaén	186	123
Málaga	158	108
Sevilla	115	51

## Evolución de la superficie de regadío en Andalucía (1860-2000)

Fuente:  
Sánchez Picón, A. (2001) y  
Consejería de Agricultura y Pesca. de  
la Junta de Andalucía.  
Elaboración propia



5 Aunque las cifras de regadío haya que tomarlas con cierta cautela debido a: la diversidad de fuentes, la difícil delimitación de algunas prácticas de secano y regadío (en cuanto al uso del agua), la existencia de regadíos no declarados, etcétera, es indiscutible el papel del riego en el devenir de la agricultura andaluza en la segunda mitad del siglo pasado y especialmente en sus últimas dos décadas.

Así pues, la «modernización» de la agricultura andaluza y, como consecuencia de ella, la transición de la «hidráulica tradicional» –propia de la agricultura orgánica precedente, intensiva en trabajo y basada en la energía animal y pequeñas intervenciones hidráulicas– a la «gran hidráulica» –intensiva en capital y basada en grandes obras hidráulicas y en el uso de combustibles fósiles–, se ha traducido en un aumento del consumo de agua<sup>5</sup>.

El agua como recurso se erige, por tanto, en uno de los factores limitantes del modelo de crecimiento y, por ende, exige una con-



sideración en el análisis de la huella ecológica. Su inserción en la estimación final, una vez salvadas las limitaciones que se han expuesto anteriormente, proporcionaría una información más ajustada a los déficits ecológicos en los que incurren las prácticas humanas, en general, y las económicas, en particular. Ofreciendo, al mismo tiempo, criterios para el uso más racional de un recurso cada vez más escaso tanto en cantidad como en calidad.

Otro aspecto vinculado a la producción y productividades agrícolas e insuficientemente considerado en el análisis de la huella es el uso creciente de insumos industriales (combustibles fósiles, fitosanitarios, fertilizantes, ingeniería genética...). De hecho, buena parte de la agricultura actual, la más dinámica, incorpora tal cantidad de inputs industriales y cambios técnicos que en rigor habría que referirse a ella en términos más de industrial que de actividad primaria propiamente dicha.

El uso creciente y abusivo de estos «medios de producción» tiene efectos indeseables tanto desde el punto de vista económico cuanto desde el punto de vista ambiental. Este hecho reconocido por la Junta de Andalucía<sup>6</sup> le ha llevado a redactar, a través de su Dirección General de Producción Agraria (Consejería de Agricultura y Pesca), el *Código de Buenas Prácticas Agrarias* con el propósito de racionalizar el uso de dichos medios de producción, aunque su aplicación no es de carácter obligatorio.

En su presentación queda formulado el objetivo fundamental que se persigue con su puesta en práctica: «el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente considerando el uso óptimo de las aportaciones nitrogenadas al suelo debidas a las prácticas agrarias y ganaderas, así como otras actuaciones en la actividad agraria»

La agricultura andaluza, no obstante, como aquellas otras cuya función principal es la de servir de suministro a mercados externos, para garantizar los niveles de producción y precios requeridos se ve forzada al desarrollo de prácticas agrarias con importantes impactos económicos, sociales y ambientales.

Desde el punto de vista ambiental, la técnica de protección o forzado, especialmente intensa en la zona cuyos suelos presentan la mayor fragilidad del territorio andaluz (poniente almeriense), pone de manifiesto el diferente papel de los distintos territorios en el mantenimiento de los estándares de consumo de las áreas del planeta de mayor poder adquisitivo. La presión, el deterioro y la merma o inviabilidad futura de generación de biomasa de las zonas esquilmas es el coste que estos lugares, que exportan sostenibilidad, soportan en el juego de la división territorial del trabajo que instituciones políticas, económicas y los mercados mundiales establecen.

6 En el Plan de Medio Ambiente en Andalucía (1997-2002), de la Consejería de Medio Ambiente, se constata lo siguiente: «En los nuevos sistemas agrarios, la ruptura de equilibrio medioambiental es mayor ya que, al primar la función productivista, se ha producido la sobreexplotación de acuíferos, la intensificación de la roturación de los suelos, el uso masivo de fertilizantes o la aparición de enormes cantidades de residuos (...). El consumo de plaguicidas y fertilizantes en Andalucía representa el 27% del total consumido en España ¿[la población representa el 18 por ciento del total]? (...) El cultivo bajo plástico ha dado lugar a la generación de 30,000 toneladas de este tipo de residuo...»

La huella ecológica incorpora la componente territorial en su análisis con el propósito de constatar la desigual posición de unos territorios y otros en el impacto global de la actividad humana en la ecosfera. Es por ello, que cuanto mayor profundidad alcancemos en el análisis de la huella el diagnóstico alcanzado será más satisfactorio. En las líneas que siguen a continuación haremos referencia a la presencia de fertilizantes y fitosanitarios en las prácticas agrícolas andaluzas actuales y su evolución. La incidencia de estos «medios de producción», en el análisis de la huella, si bien queda reflejada a través de las productividades alcanzadas queda desdibujada al no considerarse su impacto ambiental en los territorios donde éstos se aplican.

Forzado por una orientación de la producción agrícola, que cada vez mira más al exterior del territorio de Andalucía, y guiado por criterios de estricta rentabilidad monetaria, unos cultivos han ido ganando peso en la producción final agrícola en detrimento de otros.

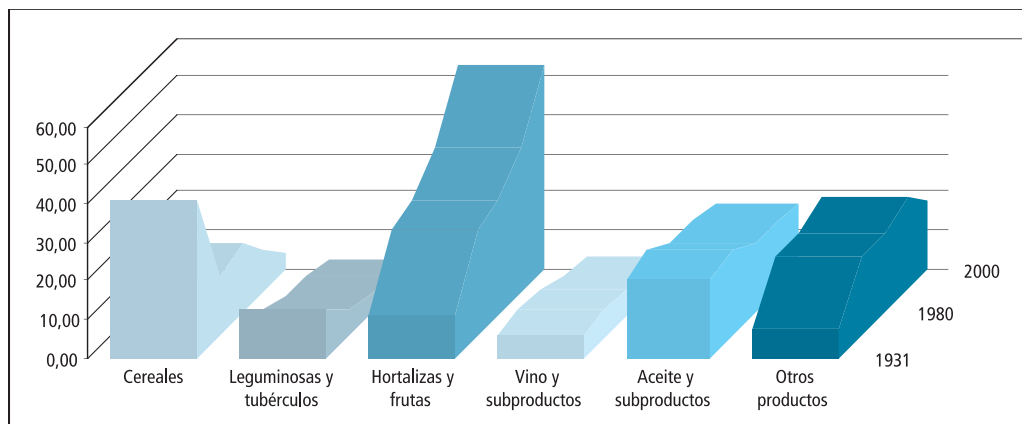
En 1931, los cereales, leguminosas y tubérculos representaban el 54,4 por ciento de la producción final agrícola; en 2000 esta cifra se reduce al 7,18 por ciento. En cambio, las hortalizas y frutales, que representaban en 1931 tan sólo el 11,7 por ciento de la producción final agrícola, en 2000 ascienden al 53,8 por ciento. Incluso el olivar que se ha mantenido hasta mediados de los setenta en torno al veinte por ciento pierde peso relativo y se sitúa al final del período analizado en el 17,6 por ciento del total.

### Participación en la producción final agrícola según cultivos

Fuentes: Sánchez Picón, A. (2001) y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.  
Elaboración propia

Cultivos	Años				
	1931	1976	1980	1990	2000
Cereales	41,20	15,69	18,81	10,87	4,75
Leguminosas	6,80	1,73	1,71	0,86	0,29
Tubérculos	6,40	5,19	2,78	3,01	2,14
Cultivos industriales, herbáceos	5,10	15,02	14,92	16,58	8,84
Hortalizas	7,30	19,53	21,15	30,70	44,78
Cítricos	1,40	2,46	2,65	2,00	4,25
Frutales no cítricos	3,00	5,44	6,38	4,82	4,74
Vino y subproductos	5,80	6,99	6,97	3,90	3,38
Aceite y subproductos	20,60	22,37	18,55	18,78	17,61
Flores y ornamentales	0,00	0,51	1,16	3,41	3,46
Otros productos	2,40	5,06	4,92	5,07	5,76
<b>Total producción final agrícola</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Cereales, leguminosas, tubérculos y olivar –elementos fundamentales de una dieta equilibrada, componentes básicos de la denominada dieta mediterránea y asociados a prácticas menos agresivas con el medio y menos exigentes en *inputs* industriales–, al principio del período suponían las tres cuartas partes de la producción final agrícola; en 2000, estos cultivos representan el 25 por ciento de esta producción. Esto es, ha invertido su posición en la distribución de la producción final.



Así pues, los cambios que han tenido lugar en la orientación de la producción agrícola tienen implicaciones de diversa naturaleza tales como las señaladas anteriormente y asociadas, entre otros aspectos, en el caso de Andalucía, a la capacidad de autoabastecimiento alimentario. En este sentido, es significativo que si bien a principios de los años ochenta la economía andaluza, de clara vocación agraria, era capaz de cubrir las necesidades de productos agroalimentarios en un 76,3 por ciento, a mediados de los noventa esta capacidad se redujo hasta un 67,5 por ciento (Delgado Cabeza, 2002).

Dentro de las implicaciones a las que se hacía referencia en el párrafo anterior nos interesa detenernos ahora en aquellas asociadas al uso creciente de las técnicas de protección y forzado de los cultivos, específicamente en el uso generalizado de fertilizantes que tienen lugar en el desarrollo de estas prácticas.

Estas técnicas persiguen alterar el vector ambiental con el propósito de hacer que los cultivos no dependan de las condiciones climatológicas. De hecho, la alternancia o vecería característica de algunas producciones agrícolas (olivar, cítricos, frutales,...), debido a estas técnicas, se ha visto mitigada en los últimos años, aumentando sus rendimientos y producciones medias.

En los gráficos siguientes, en los que se representa la evolución de la intensidad de fertilizantes (compuestos de nitrógeno) por unidad de superficie y de la producción de aceite de oliva respectivamente, obsérvese el similar comportamiento de ambos. Se ha producido, por tanto, una continuidad en el volumen producido y un aumento de éste. En efecto, siguiendo con el caso del aceite de oliva, mientras la producción media del quinquenio 1985-90 ascendió a 423.554 toneladas, diez años más tarde, quinquenio 1995-2000 es-

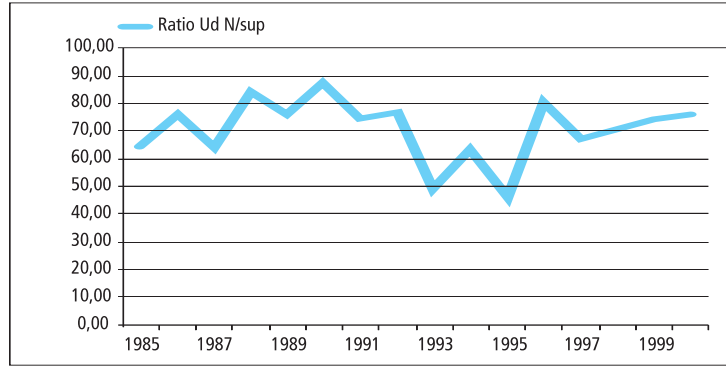
### Participación en la PFA andaluza de diferentes cultivos

Fuentes: Sánchez Picón, A. (2001) y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Elaboración propia

ta cifra se elevó a las 726.610 toneladas. En el caso de las frutas y hortalizas, si bien a finales de los años ochenta la producción media se situaba en 2,2 millones de toneladas a finales de 2000, en el período comprendido entre los años 1995-2000, la producción media era de 5,6 millones de toneladas.

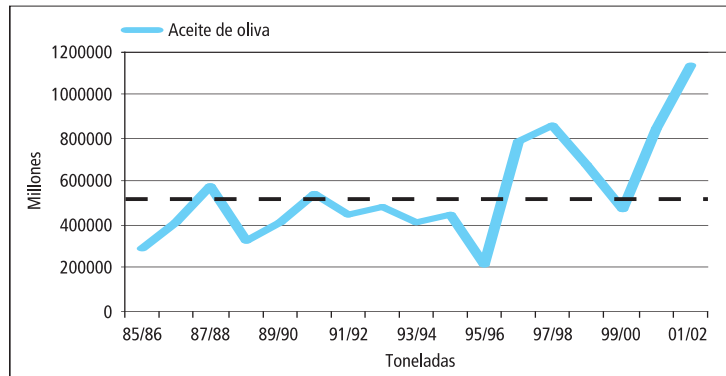
### Evolución de Nitrógeno incorporado a los cultivos

Fuentes: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Boletín de Estadística Agraria, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y Anuario Estadístico de Andalucía (IEA). Elaboración propia.



### Evolución de la producción de aceite de oliva en Andalucía

Fuentes: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Boletín de Estadística Agraria, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y Anuario Estadístico de Andalucía (IEA). Elaboración propia.



Los productos procedentes de la hortofruticultura están, además, muy concentrados en una porción muy reducida del territorio andaluz, de los más frágiles, además, desde el punto de vista edafológico. Aproximadamente el 40 por ciento de la producción final agraria de Andalucía y el 6,5 por ciento de la producción final agraria de este tipo de cultivos en la UE se localiza en algo más del 6 por ciento de la superficie cultivada en todo el territorio andaluz (CCE, 2001).

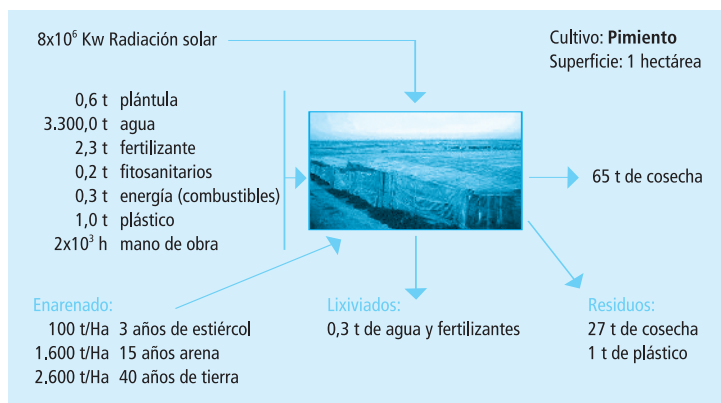
### Participación del cultivo de frutas y hortalizas en la PFA de la región y de la PFA (de este tipo de cultivos) en la UE

Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas, 2001

	% sobre PFA de la región	% sobre PFA de la UE
Andalucía	39,6	6,5
Murcia	51,8	2,5
Provenza-Alpes-Costa Azul	36,0	2,4
Emilia-Romaña	24,9	3,0
Campania	38,0	2,7
Apulia	35,7	3,3
Sicilia	44,9	4,1

Estos aumentos de los rendimientos y del volumen de lo producido se han alcanzado debido a un aumento creciente del requerimiento de recursos<sup>7</sup> y a una fuerte presión sobre el medio provocando un deterioro ambiental progresivo. Las consideraciones monetarias de la economía estándar tratan insuficientemente ambos aspectos y presentan diagnósticos que inducen a caminar en dirección opuesta al uso racional de los «medios de producción» agrarios que la propia teoría económica, al uso, reclama.

En relación con lo anterior, los sistemas de cultivo sin suelo –una alternativa utilizada crecientemente ante la falta de éste– requieren como promedio un 70 por ciento más de agua y aproximadamente el doble de fertilizantes para incrementar en un 25 por ciento lo producido, multiplicando, además, por 6 ó 7 el agua lixiviada frente al cultivo por el sistema de enarenado y los residuos de fertilizantes por 10 ó 15 veces<sup>8</sup>.



### Funcionamiento en términos físicos de un invernadero

Fuente: Gálvez López, J. y Salinas Andújar, J. A. (1998).  
Elaboración propia

En un estudio realizado por José López Gálvez y José A. Salinas Andújar sobre los *Efectos ambientales del sistema de cultivo forzado* estimaron los requerimientos de recursos y la cantidad de producto obtenido para el caso del pimiento. Los resultados están representados en el gráfico anterior.

Los requerimientos de agua y de insumos industriales, por tanto, que inciden directamente sobre el rendimiento y la producción agrícola, así como sobre el medio físico donde se ubican, aunque no considerados suficientemente en la estimación de la huella ecológica, requieren un tratamiento específico en el análisis de huella sobre todo cuando hacemos referencia a un territorio, como el de Andalucía, cuya especialización productiva gravita sobre la actividad agraria y los destinos de ésta última se orientan, además, preferentemente hacia los mercados exteriores.

7 Por ejemplo, los fertilizantes nitrogenados necesitan un elevado consumo energético para su utilización. Así, los fertilizantes nitrogenados consumen de 15 a 20 termias por kilogramo, frente a las 3 a 5 de los fosfátados y a las 1 a 2 de los potásicos. En conjunto el uso de fertilizantes constituye del 20 al 50 por ciento de los consumos agrícolas de fuera del sector y el 24 por ciento del consumo energético total de la explotación (Romerea Pérez, M<sup>a</sup>.P.: [www.infoagro.com/agricultura\\_ecologica/agricultura\\_ecologica.asp](http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica.asp)).

8 Citado por Manuel Delgado Cabeza en Andalucía en la otra cara de la globalización, op. cit. tomada de López Gálvez, J. y Naredo, J. M. (1996): Sistema de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelos enarenados y en sustratos. Fundación Argentina.

## Cálculo del rendimiento y productividad media de la superficie de pasto, Andalucía (1993-1996) [I]

(\*) Cifra calculada a partir de la información proporcionada por el Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesquera (varios años) de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Incluye: rastrojeras pastadas; barbechos pastados; ramoneo, pampanera y otros; aprovechamientos, prados naturales; pastizales; monte abierto (arbolado con pasto); monte leñoso (monte bajo y matorral); erial a pastos. Elaboración propia

## Determinación del factor de rendimiento para la superficie de pastos

En la determinación del rendimiento de la superficie bioproductiva destinada a pastos se ha utilizado la misma metodología que la usada para el caso del Estado español.

Las cifras que presentamos en el cuadro posterior se obtienen a partir de la información correspondiente a la producción media de carne, leche y piel correspondiente a los años 1993 a 1996 y la superficie de pasto existente en el período. El rendimiento obtenido se compara, por cociente, con el rendimiento medio mundial del período analizado.

	Contenido Nutricional Energético [Gj/t]	Coefficiente Eficiencia Real [kJ/kj]	Coefficiente Eficiencia Ajustado [kJ/kj]	Bioproducción Primaria de los Pastizales [Gj/año]
Carne de Vaca y Ternera	12,1	15,4	14,2	5.890.449
Carne de Oveja y Cabra	11,2	7,8	7,2	424.277
Leche	2,2	5	5,0	7.279.705
Lana			7,2	244.565
Piel			14,2	519.876
de Vaca y Ternera			14,2	484.247
de Oveja y Cabra			7,2	35.629
			total de la biomasa de origen animal alimentado con pasto:	14.878.749
			total de la superficie de pasto (Ha):	3.830.035(*)
			bioproduktividad primaria media local de pasto para la producción de carne (Gj/Ha/año):	3,88

## Cálculo del rendimiento y productividad media de la superficie de pasto, Andalucía (1993-1996) [II]

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.  
Elaboración propia

	Producción [t/año]	Rendimiento Medio
Carne de Vaca y Ternera	34.210	34,97
Carne de Oveja y Cabra	5.265	74,71
Leche	547,39	34,97
Lana	74,71	74,71
Cueros	40,37	547,39
de Vaca y Ternera	2.812	
de Oveja y Cabra	442	

## Cálculo del rendimiento y productividad media de la superficie de pasto, Andalucía (1995) [III]

Fuentes: FAOSTAT. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Elaboración propia

Concepto	(Gj/Ha/año)
Rendimiento medio mundial	3,86
Rendimiento medio local	3,88
Factor de rendimiento de la superficie de pasto	1,01

Como puede apreciarse en el cuadro anterior los rendimientos medios mundiales y los rendimientos medios locales son similares o ligeramente superiores a los logrados en Andalucía. También en este caso, al igual que en la determinación del factor de rendimiento agrícola, es conveniente realizar algunas matizaciones.

En primer lugar, es oportuno indicar que las prácticas agrarias están cada vez más estandarizadas y generalizadas. Por ello, los resul-

tados en términos de rendimientos no han de ser muy diferentes.

En segundo lugar, la metodología utilizada en el análisis de la huella aún acentúa más esta estandarización puesto que la producción de carne considerada para la estimación del rendimiento de las áreas de pastos está restringida al ganado vacuno, bovino y caprino. El resto se asume que se alimenta de cereal y por ello no es tenido en cuenta.

En tercer lugar, y en relación a la producción de carne de ganado bovino, caprino y vacuno se asume, también, que se alimenta exclusivamente de pasto. Se desconsidera, por tanto, el aporte de harinas vegetales y de origen animal, de cereales y leguminosas en grano, de forraje, etcétera.

En cuarto lugar, no se distingue entre prácticas pecuarias extensivas e intensivas, entre ganado que pasta al aire libre y aquél estabulado. Este aspecto debería ser mejorado en análisis futuros de la huella ya que la práctica de la estabulación está muy extendida.

En quinto lugar, se acepta, como comentamos anteriormente, que el porcino, por ejemplo, se alimenta exclusivamente de cereal en grano. Si bien es cierto que las prácticas pecuarias en la dehesa están asociadas a territorios muy específicos y su introducción en la estimación de los rendimientos de las áreas de pastos distorsionaría la comparabilidad de los resultados alcanzados, no es menos cierto que en el caso que nos ocupa, Andalucía, esto adquiere cierta relevancia. Sobre todo porque además de conseguir unos resultados más exactos se introduce como elemento del análisis una práctica agraria que tiene lugar en uno de los ecosistemas más interesantes desde el punto de vista de la sostenibilidad: la dehesa. Sobre este asunto volveremos más adelante cuando analicemos el rendimiento forestal.

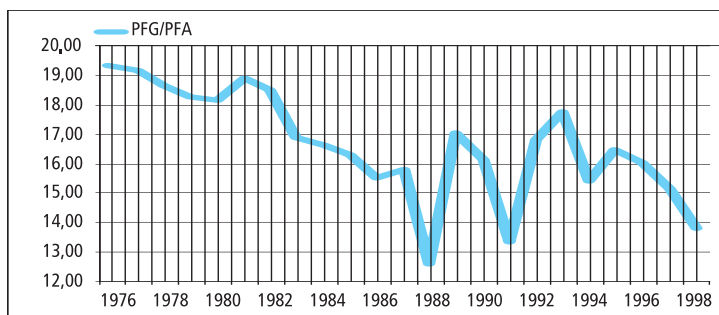
Por último, la presencia de la ingeniería genética en las prácticas pecuarias, que en la actualidad generan una gran controversia, generalmente guiadas por criterios exclusivos de rentabilidad monetaria, está alterando las producciones y rendimientos, aunque su cuantificación es compleja y, por tanto, muy difícil traducir en términos de huella ecológica; así mismo, es difícil cuantificar, en la actualidad, el coste o el beneficio social y ambiental de sus aplicaciones.

A continuación haremos referencia a algunos aspectos relacionados con los cambios producidos en el sistema agropecuario andaluz desde el punto de vista de su incidencia en las producciones y rendimientos de la producción pecuaria, así como su repercusión en el medio.

El sector agropecuario, pequeño en Andalucía, ha ido perdiendo, a lo largo de las últimas décadas, peso relativo en la producción final agraria de Andalucía. En efecto, si bien en 1976 casi suponía el

## Evolución de la participación de la PFG en la PFA, Andalucía

Fuentes: Instituto de Estadística de Andalucía. Elaboración propia



20 por ciento (19,23 por ciento) de la PFA, en 1998 esta cifra descendía al 13,8 por ciento.

La «modernización» del sector, que se inicia a finales de los años 50 –promovida por la FAO y el BM, con el propósito de aumentar el contenido proteico de origen animal en la dieta alimentaria humana<sup>9</sup>–, se ha traducido en un aumento de la producción y los rendimientos pecuarios. Al mismo tiempo, ha alterado la relación existente entre el sector agrícola y el pecuario, ha aumentado los requerimientos de recursos, ha provocado la reducción de las especies animales y vegetales y ha dado lugar a problemas de generación de residuos y desechos con efectos sobre la productividad del suelo, la calidad de las aguas, la salubridad de la población, la contaminación atmosférica, etcétera.

Se ha producido, pues, un proceso similar, en el sector ganadero andaluz, al que analizamos para la agricultura. Esto es, el proceso «modernizador» ha establecido dos tipos de prácticas ganaderas bien diferenciadas: una más dinámica la que se ha dado en llamar «ganadería industrial»<sup>10</sup>, muy concentrada en determinados enclaves del territorio, y otra con importantes dificultades para la supervivencia, la ganadería tradicional o ganadería extensiva, poco modernizada y muy vinculada al uso de pastizales y productos del monte. La diferencia fundamental, respecto de la agricultura, hay que situarla en el hecho del reducido peso del sector pecuario en la producción final agraria andaluza y española y, en consecuencia, la menor extensión de los componentes modernizadores.

La ruptura del Sistema Agrícola y el Sistema Ganadero, derivada de los procesos de modernización en curso, pone fin a una relación de reciprocidad entre ambos –en la que no es pertinente hablar en términos de recursos y desechos, puesto que éstos generados en el consumo de recursos sirven, a su vez, de nutrientes para la obtención de dichos recursos–, y abre paso a una posición de subordinación de la agricultura que se pone al servicio de la industria cárnica en el complejo alimentario.

9 La Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan una ingesta media mínima de energía de 2.000 a 2.310 kilocalorías por persona al día y de 40 a 60 gramos de proteína, de esta última del 15 al 25 por ciento sería de origen animal.

10 Según la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía se entiende por «ganadería industrial» la basada en la explotación de razas alóctonas en modernas instalaciones y dependientes exclusivamente de los suministros de alimentos concentrados y de la coyuntura de los mercados. La propia Consejería la diferencia de la «ganadería intensiva» que queda definida como aquella cuyos sistemas productivos han superado la dependencia del aprovechamiento de las superficies pastables naturales y la explotación de las razas ganaderas autóctonas. Han roto, por consiguiente, la vinculación espacial que caracterizaba a la actividad pecuaria tradicional, para pasar a convertirse en actividades no ligadas a la tierra y libres en cuanto a su localización (AMA, 1991). Existen, en ambos casos, elementos comunes: la presencia de especies alóctonas, el requerimiento creciente de recursos de fuera del sector agropecuario, actividad no ligada a la tierra, de libre localización y dependiente de los mercados de la industria y la distribución agroalimentaria.



La relación de asimetría entre ambos sectores tiene una proyección territorial. Así, en el ámbito andaluz las grandes aglomeraciones urbanas y los nuevos regadíos se sitúan como polos de atracción de las explotaciones de ganadería intensiva o industrial y la industria a ella asociada, cuya producción va destinada a satisfacer las necesidades de las poblaciones cercanas (Coq, D., 1999). Este hecho acentúa, aún más, la fractura y desarticulación del territorio y la economía andaluza, dos de los elementos de continuidad que caracterizan a la realidad secular de Andalucía (Delgado Cabeza, 1995b; 2002; Delgado Cabeza; Román del Río, 1995).

En la división regional del trabajo esta ruptura asigna a Andalucía, respecto de otros territorios, la función de suministradora de materia prima, propia de las regiones periféricas, que se pone de manifiesto en la consolidación de la especialización agrícola de la economía andaluza (Delgado Cabeza, 1981; 2002). De ahí el escaso desarrollo en la región andaluza de las nuevas prácticas ganaderas y su industria asociada –con mayor capacidad de generar «valor añadido» que la extracción agrícola– y su mayor desarrollo en áreas centrales.

	Andalucía	Cataluña
Producción de carne	9,50%	30,70%
Empresas certificadas	10,29%	31,62%
Ventas netas de producto	9,85%	35,85%
Gasto en materia prima	9,88%	37,50%
Ocupados	9,73%	32,22%
Gastos de personal	8,42%	33,38%
Inversión en activos materiales	8,77%	18,67%
Valor añadido	10,28%	31,67%
Población	18,01%	15,53%

**Indicadores de la industria cárnica**  
**Cifras comparativas entre Andalucía y Cataluña**  
**(en porcentaje sobre el total del Estado español, 2001)**

Fuentes: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, D.G. de Alimentación; INE, censo 2001. Elaboración propia

Andalucía, como puede apreciarse en el cuadro anterior, posee un bajo nivel de especialización en la industria cárnica frente a Cataluña, altamente especializada. No obstante, el escaso desarrollo de la «ganadería industrial» en la economía andaluza no la exime de la función suministradora de materia prima que tiene asignada en el sistema agroalimentario, acentuando su especialización agrícola en cultivos encaminados a satisfacer la demanda externa.

La 'moderna' industria cárnica conlleva una modificación de la propia producción agrícola y parte de ella la pone a su servicio. De hecho, se reducen los requerimientos de cultivos forrajeros (destinados exclusivamente a la alimentación animal) y aumentan los de cereales y leguminosas (que compiten con la alimentación humana)<sup>11</sup>. En Andalucía, la producción de cultivos forrajeros representaba en 1998 tan sólo el 0,09 por ciento de la producción final agraria y el 3,7 por

11 Los 368 millones de toneladas de cereales destinados a pienso para la alimentación animal producidos en Europa y EE. UU. cubrirían las necesidades de energía de 1.271 millones de personas (García Trujillo, R.A., 1998).

ciento del total de toneladas producidas; en el período comprendido entre los años 1988 y 2000 su producción se redujo a la tercera parte. Junto a esto, las exigencias de cereales, leguminosas y oleaginosas para la producción de carne representan más de la tercera parte de los consumos intermedios de dicha producción.

A las demandas agrícolas de la producción de carne habría que añadir las procedentes de fuera del sector agropecuario tales como: transporte, energía, agua, edificaciones, tratamiento de residuos, etcétera. Así pues, este tipo de práctica al romper el ciclo de materiales no sólo intensifica el requerimiento de recursos sino que, al mismo tiempo, aumenta el volumen de desechos y agentes contaminantes generados difícilmente asimilables por el entorno donde la ganadería industrial tiene lugar<sup>12</sup>.

Si bien es cierto que no es posible pensar, de forma generalizada, en una dieta alimentaria basada exclusivamente en productos de origen vegetal, ya que las proteínas necesarias para una alimentación equilibrada requerirían un cierto porcentaje de origen animal, no es menos cierto que el aporte proteico y de grasas animales ha ido aumentando en las últimas décadas, como ya se ha indicado más atrás, y excede, sobre todo en los países 'ricos', las necesidades nutritivas de la población<sup>13</sup>. Además, estos cambios en la dieta alimentaria han modificado las producciones agrícolas, han aumentado los requerimientos de recursos y han roto los ciclos de materiales del sistema agro-silvo-pastoril tradicional junto a una reducción importante de la eficiencia energética de los sistemas agrícolas.

En este sentido, si analizamos la energía productiva y utilizable por los seres humanos en una cadena simple o compleja, expresados los rendimientos en mega calorías por hectárea, puede apreciarse la ineficiencia de los modernos sistemas de ganadería industrial respecto a los sistemas agropecuarios tradicionales.

Este mismo efecto puede estudiarse a partir de la eficiencia energética, expresada en términos de kilocalorías de producto obtenido por kilocalorías de insumos utilizados. O bien, considerando la energía necesaria para conseguir un kilogramo de proteína.

12 El purín procedente del estiércol es un agente altamente contaminante con consecuencias ambientales sobre el suelo (saturación con minerales y toxicidad), el agua (filtraciones, escorrentías, lavado) y el aire (amonio, gases invernadero, amonio), cuya importancia supera a la de otros residuos tales como los RSU al localizarse el ganado estabulado, generalmente, cerca de núcleos de población importantes. Los problemas de olores, insalubridad, escorrentías han sido denunciado, de forma reiterada, por las poblaciones próximas a estas instalaciones.

13 En el caso del Estado español la ingesta de proteína por persona y día excede con mucho las que son consideradas como mínimas por la OMS y la FAO. En concreto, asciende a 95 gramos (62 gramos FAO/OMS), de ellos 59 gramos son de origen animal (más de 2,5 veces la cantidad que FAO y OMS consideran adecuada).

### Eficiencia de la producción de proteína por hectárea a partir de la energía empleada en su producción (Mcal/Kg)

Fuente: Fowler, 1984, tomado de R. A. García Trujillo (1998)

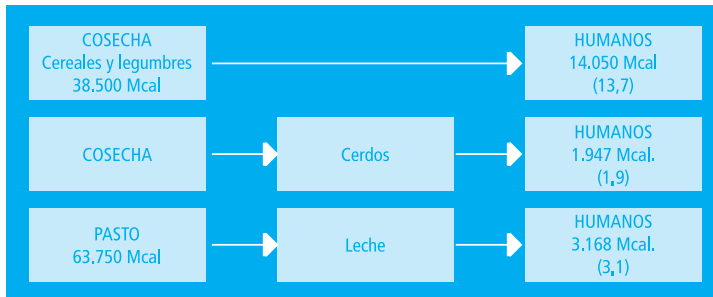
Sistema	Insumo energético (Mcal)	Producción de Proteína (Kg)	Eficiencia (Mcal/Kg)
Maíz	7.685	485	15,8
Leche	8.561	59	145,1
Huevos	9.560	182	52,5
Pescado	7.068	51	138,6
Cerdo	9.212	65	141,7
Vacas esbuladas	15.845	51	310,7
Pastoreo	89	21,7	4,1
Ovinos	11	1,7	6,5

Sistema	Kcal producto / Kcal insumo
Producción de arroz en Indonesia, China y Birmania, manual con mínimo uso de tracción animal	20-50
Cultivo intensivo de arroz en Europa	5-10
Cultivo intensivo de papa y soja	2-5
Cultivo intensivo de maíz	1,1-2
Producción familiar de huevos	1,1-2
Pesca costera	≈ 1
Cría de ganado en pastizales y producción intensiva de huevos	0,2-0,5
Cría de ganado estabulado y pesca en alta mar	0,1-0,05

### Eficiencia energética de varios sistemas de producción agropecuarios

Fuente: Scout, 1979, tomado de R. A. García Trujillo (1998)

El cuadro que mostramos a continuación nos muestra que una hectárea de tierra cultivada con cereales y legumbres, cuyo destino es la alimentación humana, es capaz de alimentar a 13,7 personas (asumiendo 2.800 Kcal/persona/día), mientras que si este cultivo se destina a la producción de carne o leche para el consumo humano el producto resultante sólo alimentaría a 2 ó 3 personas.



### Energía productiva y utilizable en una cadena simple o compleja (Mca/Ha)

Fuente: García Trujillo R. A. (1998)

En Andalucía, por las razones apuntadas, casi toda la cabaña bovina dedicada a la producción de carne y la práctica totalidad de ovina y caprina, así como las razas porcinas autóctonas se mantienen dentro de sistemas de explotación extensivos. Esto permite –en lo relativo al ganado bovino, ovino y caprino– que los rendimientos aparentes estimados se aproximen con bastante exactitud a la realidad y, en consecuencia, el criterio utilizado en el cálculo de la huella se ajuste a la situación andaluza. No obstante, la cabaña porcina autóctona (que se alimenta principalmente de los productos de la dehesa) no está considerada distorsionando ligeramente los resultados alcanzados.

### Determinación del factor de rendimiento de la superficie marina y forestal

En este apartado calculamos los factores de rendimiento correspondiente a la superficie marina y a la superficie forestal.

El rendimiento forestal, para la determinación de su factor de rendimiento, se ha obtenido por cociente entre la producción de ma-

### Cálculo del factor de rendimiento de la superficie marina (\*), Andalucía (1995)

(\*) Debido a la falta de datos que permitan asociar la superficie productiva marina a la producción pesquera se considera que los rendimientos medios mundiales coinciden con los rendimientos medios locales

dera y leña y la superficie forestal arbolada destinada a estos aprovechamientos. No se incluye para hacer comparable las cifras locales con las mundiales otras producciones forestales tales como: corcho, brezo, esparto, pastos, frutos forestales, hongos y plantas, caza cinegética, pesca continental y otros.

Concepto	(Gj/Ha/año)
Rendimiento medio mundial	1,00
Rendimiento medio local	1,00
Factor de rendimiento de la superficie marina	1,00

### Cálculo del factor de rendimiento de la superficie forestal, Andalucía (1995)

(\*) Como superficie forestal se ha considerado la superficie de monte maderable y leñoso.  
Fuentes: FAOSTAT. MAPYA, Anuario de Estadística Agraria, 1997. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Anuarios de Estadísticas Agrarias y Pesqueras, varios años.  
Elaboración propia.

	Producción (t)	Superficie (Ha)(*)	Rendimiento (Kg/Ha)
Mundo	3.354.290.000	3.454.382.000	971,02
Andalucía	1.245.703	1.957.281	636,45
Factor de rendimiento superficie forestal			0,6554

Como puede observarse en el cuadro anterior los rendimientos medios locales son inferiores a los mundiales y, por ello, el factor de rendimiento forestal es bastante menor que la unidad. Este hecho, como sabemos, por la propia metodología de cálculo de la huella, estimará a la baja la capacidad forestal disponible para Andalucía. El bajo rendimiento forestal de las explotaciones existentes en el territorio de Andalucía se puede explicar a partir de elementos causales de distinta naturaleza y origen.

Aspectos tales como las grandes superficies de matorral degradado, la colonización de especies arbustivas en zonas deforestadas, la inadecuada explotación de los espacios arbolados, la utilización intensiva de los recursos forestales, la desvalorización y abandono de ciertas prácticas y aprovechamientos, las deficiencias en las infraestructuras explican, en parte, los bajos rendimientos forestales de los bosques andaluces en relación con los rendimientos medios mundiales.

Estos elementos adquieren mayor importancia en las formaciones boscosas mediterráneas, como las andaluzas, debido a que presentan una especial fragilidad fruto de sus condiciones climáticas y edafológicas. Frente a otras formaciones forestales orientadas a la extracción de madera, sin mayor intervención humana que la de plantación y la extractiva, el bosque mediterráneo para alcanzar su máximo rendimiento y garantizar su sostenibilidad futura requiere la necesidad de una intervención humana continuada.

Éste constituye el sino del bosque mediterráneo ya que proporciona una menor rentabilidad monetaria que otras actividades económicas y, sin embargo, exige una mayor presencia de la actividad humana en ellos. En una realidad, como la actual, regida por criterios de estricta rentabilidad económica y en la que el mercado se erige como criterio principal para la asignación de los recursos, a fal-

ta de medidas políticas adecuadas se está produciendo un abandono y deterioro progresivo del monte mediterráneo y, en consecuencia, una reducción paulatina de su capacidad bioproductiva. Hay que tener en cuenta, a este respecto, que de acuerdo al Segundo Informe Forestal Nacional el 76,1 por ciento de la superficie forestal andaluza está en manos de particulares.

Casi la mitad (49,4 por ciento) del territorio andaluz –según la información proporcionada por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía– está considerado superficie forestal, las áreas de arbolado denso y de arbolado con matorral representan aproximadamente la mitad de esta extensión. Sin embargo, las prácticas intensivas, la urbanización y el sobrepastoreo hacen que los riesgos que se ciernen sobre los bosques andaluces sean elevados.

En 1997, en Andalucía, el 36 por ciento del territorio está afectado de erosión alta, muy alta o extrema y el 72 por ciento de erosión media, alta, muy alta y extrema. Sometida a procesos de desertización, la pérdida de suelo en Andalucía ha ido creciendo a lo largo del tiempo.

En el mismo año, la Consejería de Medio Ambiente estimaba las siguientes cifras de pérdida de suelo:

Rango de pérdidas de suelo	Con vegetación climática	1976	1997
Menor de 1	65,41	29,01	22,61
Entre 1 y 4	18,32	13,39	6,65
Entre 4 y 8	6,25	8,79	6,43
Entre 8 y 12	2,58	5,71	4,71
Entre 12 y 20	2,24	7,64	6,69
Entre 20 y 50	2,39	13,81	14,92
Entre 50 y 75	0,77	5,44	7,12
Entre 75 y 100	0,48	3,37	4,93
Entre 100 y 200	0,90	6,25	10,55
Más de 200	0,66	6,59	15,12

### Estimación de pérdidas de suelo en Andalucía

Los valores de rango de pérdidas de suelo están expresados en tonelada por hectárea y año. Los valores de la tabla son porcentaje de superficie para rango de pérdidas.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Así mismo, la distribución sobre la aptitud y uso general de las tierras, en 1996, realizada por la propia Consejería de Medio Ambiente, queda establecida como sigue: de excelente capacidad de uso el 6,2 por ciento; de buena a moderada el 20,0 por ciento; de moderada a marginal el 26,7 por ciento; y marginales o improductivas el 47,1 por ciento restante.

Es por ello que, a pesar de la importante extensión relativa de la superficie forestal de Andalucía la fragilidad que presenta hipoteca su capacidad futura para seguir suministrando los bienes y servicios actuales. Además, no podemos ignorar que el suelo tiene un marcado carácter no renovable.

Decíamos antes que las formaciones forestales mediterráneas requieren de la intervención humana para su mantenimiento y desarrollo. Por ello las políticas de corte exclusivamente conservacionis-

tas o proteccionistas, en las que la intervención humana tengan un papel subordinado o sean inexistentes, tal vez sean adecuadas para los sistemas forestales continentales pero se tornan inadecuadas para los sistemas mediterráneos.

En este sentido, en una Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo titulada *Evolución y futuro de la P.A.C. Documento de reflexión de la Comisión*, coincidente en el tiempo con la Reforma de la Política Agraria Común de 1992, se pone de manifiesto un cambio de orientación menos productivista, para determinadas producciones agrarias, con el propósito de poner fin a los 'excedentes' europeos y, de paso, ajustarse a las condiciones, sobre excedentes agrarios regionales, impuestas en la Ronda Uruguay del GATT. Estos cambios quedan reflejados en las distintas medidas de acompañamiento de la PAC: «forestación de tierras agrarias»; y «programa de medidas agro-ambientales»; «programa de cese anticipado en la actividad agraria o de jubilación anticipada».

Este documento, presentado en febrero de 1991, insta a que los agricultores sean además de productores de alimentos los protectores del campo. Esto es, el agricultor «podría y debería desempeñar dos funciones principales de forma simultánea: una actividad productora y, al mismo tiempo, una actividad de protección del medioambiente y de desarrollo rural. La actividad productiva ha estado tradicionalmente centrada en la producción de alimentos. Ésta seguirá siendo su finalidad principal, **aunque deberá concederse mayor importancia a la producción de materias primas (sic) destinadas a usos no alimentarios**»<sup>14</sup>.

El propósito de mantener unido el agricultor al paisaje tiene su antecedente en una Comunicación de la Comisión, fechada en julio de 1988, titulada «*El futuro del mundo rural*». Sin embargo, la dinámica de la sociedad urbano-industrial, acentuada por los procesos de globalización en curso, no ha hecho más que agudizar la crisis de la agricultura y ganadería extensiva y de las actividades agrosilvopastoriles tradicionales. Es más, serán las explotaciones marginales o menos 'productivas' las que tendrían asignada, al menos en teoría, las funciones relativas al cuidado del medio y las que paradójicamente están llamadas a asumir el papel de impulsoras del desarrollo rural a través del turismo rural<sup>15</sup>. Es más, la presencia de capital foráneo o de propietarios poco identificados con el campo, junto a lo anterior, ha favorecido que, incluso, muchas de las grandes explotaciones extensivas de dehesa se destinen al ocio privado (Gavira, L., 2002).

En ello parece incidir, también, el documento de 1988, en el que se asigna a los espacios naturales la función de satisfacer las necesidades de ocio de las poblaciones urbanas. En este sentido, concibe al

14 El destacado en negritas es nuestro.

15 «Su principal característica —referida a Andalucía— es la vinculación de las fuentes de renta de la población a los recursos naturales y primarios de la zona... Desde mediados de los ochenta se asiste a una revalorización de los valores rurales y naturales que están permitiendo la recuperación de actividades tradicionales, la aparición de nuevas formas de ingreso (normalmente vinculadas al turismo rural y a la mejora de las condiciones de accesibilidad) y la fijación de la población» <http://europa.eu.int/spain/publicaciones/ccaa/ANDALUCIA/Andalucia.html>

medio rural «no sólo para que se pueda cumplir sus funciones de amortiguador ecológico y reproductor natural, sino también para ofrecer nuevas perspectivas duraderas de desarrollo como son las zonas de descanso y ocio de las poblaciones urbanas». En términos similares se manifiesta *La Ley Forestal de Andalucía de 1992*, que se hace eco de esta Comunicación, y otorga al monte las funciones «ecológicas, protectoras, de producción, paisajísticas o recreativas» en la *Adecuación del Plan Forestal Andaluz. Consideraciones Claves para la Estrategia Forestal 2002-2006* de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, acordada en Consejo de Gobierno de 27 de marzo de 2001.

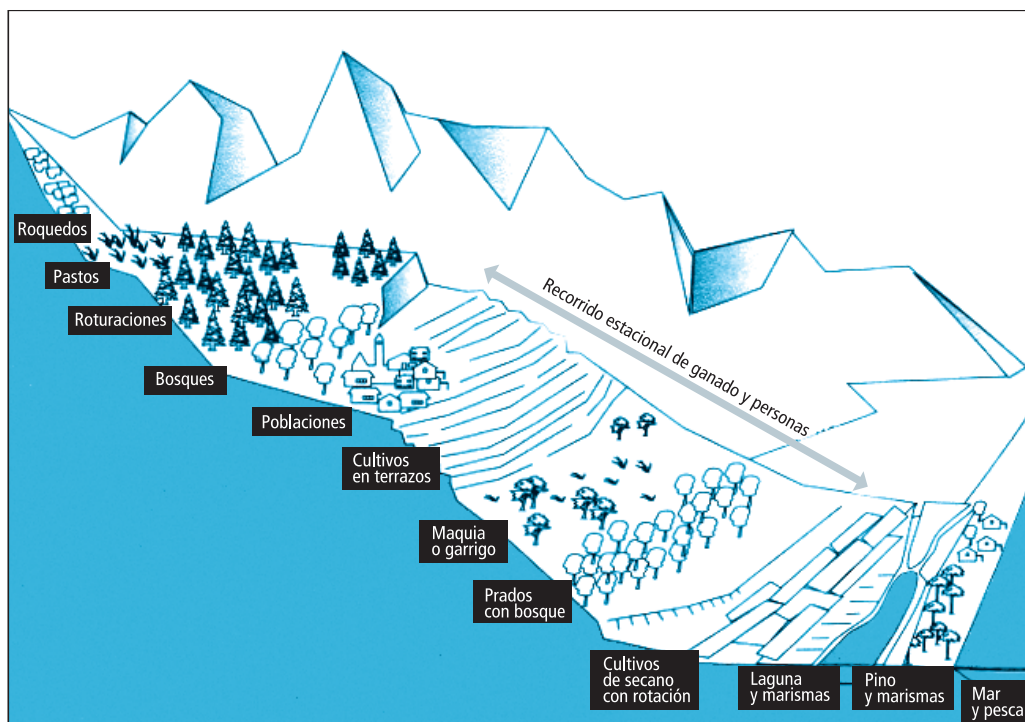
Una vez más, es conveniente insistir en las especiales circunstancias que rodean al bosque mediterráneo y su actual fragilidad. Ya indicábamos anteriormente, en los comentarios realizados sobre la huella forestal para el Estado español, el escaso nivel de protección del bosque mediterráneo y su deficiente regulación. Asimismo, se ponía de manifiesto la desatención de los encinares, base arbórea de la dehesa, de los cuales tan sólo 0,5 por ciento son catalogados de alta calidad.

Andalucía posee 780.000 hectáreas de dehesa distribuidas mayoritariamente por Sierra Morena y la Bética Occidental. En gran medida los bosques del suroeste peninsular se han mantenido gracias a la continua transformación del bosque mediterráneo original, sustentándose en diferentes eco-tipos de *quercíneas* (encinas, alcornoques, quejigos, chaparros, coscojas...) y otras herbáceas autóctonas (cistáceas, ericáceas, leguminosas, gramíneas, madroño, adelfa, brezo...) o adaptadas que han ido progresivamente modelando un ecosistema singular: la dehesa.

Hasta el siglo XIX existía una disposición del paisaje, aunque intervenido, más ajustado a las características orográficas, climáticas y edafológicas de los ecosistemas. Los desplazamientos de animales y personas tenían lugar de manera ocasional, generalmente, en respuesta a los cambios estacionales: el estiaje y la invernada. El desarrollo de las prácticas agro-silvo-pastoriles produce pocas alteraciones en el monte mediterráneo, con una gestión de los recursos acorde con los límites que imponen los ecosistemas.

En la actualidad, se ha producido una extensión de las urbanizaciones en el litoral y las cuencas fluviales; desarrollo industrial y agrícola en zonas y una afluencia excesiva del turismo ecológicamente sensible; desarrollo de infraestructuras poco respetuosas con el medio y con quienes lo habitan; abandono de zonas rurales y simplificación del territorio forestal; pérdida de corteza vegetal (por incendios, erosión, desertización, salificación...); contaminación del aire, agua y suelos; generación de residuos...

La dehesa, atendiendo a aspectos de distinta naturaleza (Campos Palacín, P., 1992; Bermejo, I., 1994; Martín Galindo, J.L., 1966; Mar-



### Evolución del paisaje de una cuenca de la vertiente mediterránea

Fuente: Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1992. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

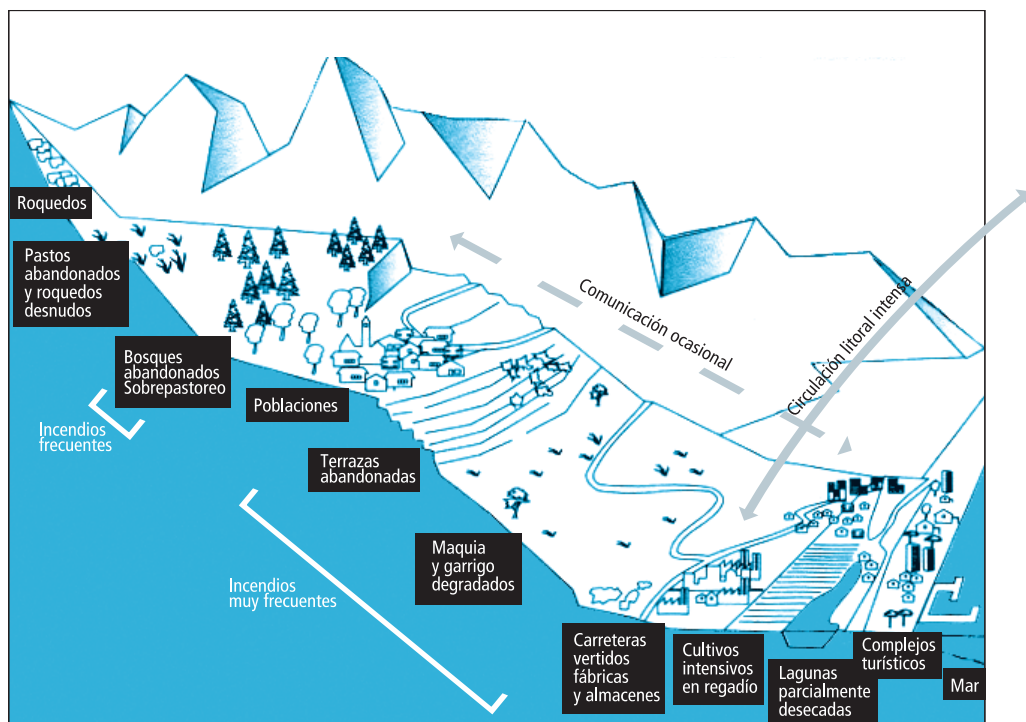
tín Bolaños, M., 1943; Fernández Rebollo, P. y Porras Tejeiro, C.J., 1998; Cuevas Benítez, S. y Torres Álvarez, E., 1999; Penco Martín, A.D., 1992; Gutiérrez, M., 1992)<sup>16</sup>, puede ser definida como un ecosistema de origen antrópico, sobre suelo pobre y clima hostil, de población forestal inestable, mantenida gracias a la intervención humana que trata de armonizar, en difícil equilibrio, componentes leñosos, pascícolas, ganaderos y agrícolas, y que, con el paso del tiempo, debido a la primacía de los criterios monetarios, se ha ido degradando<sup>17</sup> y simplificando; presentando, en la actualidad, una estructura arbórea menos diversificada y explotaciones ganaderas homogéneas.

Esta definición pone de relieve diferentes aspectos, fundamentales desde el punto de vista de la sostenibilidad. En primer lugar, constata el hecho de que el bosque mediterráneo intervenido genera mayor complejidad y, en esa medida, mayor protección que el bosque no intervenido. En segundo lugar, reivindica un tipo de intervención determinada apoyada en actividades diversificadas entre las que se establece una relación de reciprocidad. En tercer lugar, el mantenimiento de la población y el paisaje se logra sobre la base de la combinación de las actividades anteriores. Por último, la tendencia general observada, por el contrario, apunta hacia prácticas que se alejan de los presupuestos requeridos por espacios como el analizado.

16 Estas referencias fueron tomadas de Lavado Contador, J. F. et al. (2002).

17 Se puede entender por «degradación de suelo» a cualquier proceso evolutivo que suponga pérdida alguna de su potencial productivo o biológico (PMA, 1997-2002).





Como comentábamos anteriormente el bosque mediterráneo proporciona una baja rentabilidad monetaria ‘directa’ si es comparado con otras formaciones forestales más vinculadas a la producción de madera o con cubiertas vegetales de monocultivo leñosos destinados a la producción de fruta, por ejemplo. Sin embargo, proporciona funciones y servicios imprescindibles para el sostenimiento de las poblaciones que lo habitan. Junto con la capacidad para fijar el CO<sub>2</sub> excedente en la atmósfera procedente de la combustión fósil, la regulación climática, mantenimiento del paisaje, el control de los procesos erosivos, la retención de aguas y prevención de avenidas, la mejor disposición para el fuego<sup>18</sup>..., las zonas adhesionadas y las prácticas que secularmente han tenido lugar en ellas han permitido el mantenimiento de una cierta diversidad vegetal y animal y, al mismo tiempo, aspecto éste fundamental, el sostenimiento de la población en el territorio y fijar su presencia en él.



## Evolución del paisaje de una cuenca de la vertiente mediterránea

Fuente: Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1992. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

## Labores de descorche y pastoreo en las dehesas de Andalucía

Fuentes:  
Descorche (foto propia);  
pastoreo, tomada de CMA (1993)

18 Isabel Bermejo (1994), en nota del texto citado de Lavado Contador, J.F. et al., realiza las siguientes observaciones sobre la presencia de encinas y alcornoques: «La encina y el alcornoque, con altas ramas y una gruesa corteza protectora, se defienden bien del fuego... El sotobosque, arde con mayor facilidad. Sin embargo, tras el fuego el matorral no tardaría en brotar, de raíz o a partir de las semillas desperdigadas. Los brotes tiernos atraerían a los herbívoros silvestres, que se concentrarían en las zonas quemadas, limitando el desarrollo del monte bajo y abonando el suelo con sus excrementos».

19 En 1922 se crea Silva Mediterránea, asociación forestal del Mediterráneo, con la participación de científicos y autoridades oficiales de un número importante de países del Mediterráneo (más tarde, en 1985, se reorganizaría como Comité de la FAO sobre Cuestiones Forestales del Mediterráneo). Esta asociación surge como respuesta a las críticas realizadas por Robert Hickel en el Congreso Internacional de Agricultura y Silvicultura celebrado en Madrid en 1911. El especialista forestal francés, con una vasta experiencia en Argelia y otros países mediterráneos, en su informe «El problema de la repoblación forestal en la cuenca mediterránea» afirmó que los intentos de aplicar en los bosques mediterráneos los métodos silvícolas y de ordenación empleados tradicionalmente en los bosques de Europa central se habían saldado siempre con un completo fracaso (el subrayado es nuestro). Los Estatutos de la Asociación dan cuenta de los objetivos perseguidos: «La asociación estudiará todas las cuestiones forestales concernientes a la cuenca mediterránea, particularmente las mejores especies autóctonas y exóticas, así como los métodos de tratamiento, reforestación, reglamentación y reestablecimiento de los pastizales, de la lucha contra los incendios, etc.» (art. 2) «Estudiará y difundirá los medios de propaganda apropiados para modificar la mentalidad de la población en un sentido favorable al patrimonio forestal (...) fomentará la formación de

A pesar de ello, buena parte de estas formaciones forestales han transformado su fisonomía perdiendo presencia las especies arbustivas autóctonas en beneficio de genotipos alóctonos, de mayor rentabilidad monetaria a corto plazo, deudoras de la silvicultura intensiva y con consecuencias muy perniciosas desde el punto de vista de la fertilidad futura de los suelos en los que se implantan.

En este sentido, la inclinación por especies de crecimiento rápido y peor adaptadas a las condiciones climatológicas y edafológicas de Andalucía, propiciadas por iniciativas ya sean productivistas ya conservacionistas muy influidas por las prácticas desarrolladas en los espacios centrales europeos<sup>19</sup>, puede hipotecar el futuro de las frágiles formaciones boscosas en buena parte del territorio andaluz.

Uno de los aspectos polémicos en torno a la conservación del bosque mediterráneo es la utilización de coníferas en sustitución de quercíneas (quercus y castaños, principalmente), sobre todo de algunos genotipos: especialmente el pino pinaster y el pino halepensis (carrasco). Generalmente, se ha justificado este tipo de replantaciones atendiendo bien a su mayor productividad y menor período medio de maduración (pino pinaster), desde el punto de vista de los aprovechamientos, bien teniendo en cuenta su mejor adaptación a terrenos de acusada aridez y afectados de fuertes sequías (pino halepensis). Entre ambos representan más del cincuenta por ciento (56,6 por ciento) del total de coníferas.

El primero de ellos, ha colonizado durante décadas áreas de quercus e incluso de otros pinos provocando una alteración del medio de tal naturaleza que, junto con los cambios que se han ido produciendo de los factores ecológicos –de los que este tipo de replantaciones participa–, hacen hoy inviable la recuperación por los quercus de estos espacios. El pino carrasco, por su parte, se localiza fundamentalmente en las sierras orientales de Andalucía –con índices de aridez muy elevados–, muestra como principales inconvenientes su escasa capacidad para generar humus y su alta igniscibilidad. El pino piñonero, por el contrario, conífera que presenta unas características idóneas tanto por su capacidad de adaptación a la climatología y la edafología andaluza cuanto por su compartimiento análogo a los quercus y otras frondosas, admitiendo, en consecuencia sistemas de explotación similares a las zonas adhesionadas, representa menos de la cuarta parte del total de coníferas.

Si comparamos el *Primer Inventario Forestal Nacional*, años 1965 a 1974, con el *Segundo Inventario Forestal Nacional*, años 1986 y 1995, ambos realizados por el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), observamos la disminución en la participación de las frondosas en la población arbórea total en beneficio de

las coníferas. En efecto, si bien en el Primer Inventario la proporción era de un 30,8 por ciento para las coníferas y de 69,2 por ciento para las frondosas, veinte años más tarde estos porcentajes eran del 39,1 y 60,9 por ciento respectivamente (MAPYA, 2001). Hay que tener en cuenta, además, que de las 964.898 hectáreas cubiertas por frondosas, 215.911 hectáreas correspondían, en 1995, a poblaciones de eucaliptos, más de la quinta parte del total de frondosas.

El destino principal de estas especies de coníferas y frondosas, de rápido crecimiento<sup>20</sup>, es la obtención de madera y su transformación, a su vez, en pasta de papel. El 57,1 por ciento de la producción total equivalente de madera, en 1996, se destinó a la obtención de pasta de celulosa (MAPYA). Del total de madera destinada a pasta la provincia de Huelva participa con un 83,2 por ciento en el total de Andalucía y con un 13,3 por ciento en el total del Estado español.

La simplificación del bosque mediterráneo se ha visto acentuada en algunas zonas reduciendo incluso el rendimiento de algunas de las prácticas agro-silvo-pastoriles tradicionales en la actualidad<sup>21</sup> y comprometiendo la capacidad de generación de biomasa total futura de estos espacios. En el párrafo anterior hacíamos referencia a la importante especialización de la provincia de Huelva en la extracción de madera para la obtención de pasta de papel, cuyo destino final es la papelera ENCE<sup>22</sup> enclavada en dicha provincia. A la importante presencia de eucalipto se une el creciente protagonismo de los cítricos en el paisaje onubense.

De las 25.000 hectáreas de regadío –que se ampliarán hasta las 60.000 hectáreas con las captaciones de las presas de Arévalo y Alcolea– existentes en la provincia de Huelva 12.000 corresponden a distintas variedades de cítricos, especialmente las de segunda temporada y tardía (la variedad Fortuna concentra el 91,3 por ciento, Novelate el 61,9 por ciento y Valencia Late el 57,0 por ciento respectivamente del total andaluz). No obstante, en los últimos años se están plantando variedades tempranas para cubrir la totalidad del año (Plan de Medio Ambiente en Andalucía 1997-2000).

La escasez de agua constituye el principal factor limitante de este tipo de cultivo, de ahí que tradicionalmente se hayan localizado fundamentalmente en la vega del Guadalquivir y del Guadalhorce (principalmente, limones). Sin embargo, en los últimos años, fruto de su mayor rentabilidad monetaria en relación a otros cultivos o explotaciones arbóreas, se ha extendido a otros lugares del territorio andaluz especialmente a Huelva y Almería, ocupando en estos últimos, por lo general, terrenos marginales. Por ejemplo, en la provincia de Huelva el 67,9 por ciento de la superficie total cultivada son terrenos marginales; esto favorece los procesos de erosivos hídricos y la consiguiente pérdi-

asociaciones locales (...) para la reforestación y la mejora de la actividad de pastoreo, asociaciones silvopastoriles...» (art. 3). Las conclusiones y trabajos de esta Asociación se vertieron en forma de Informes en el Bulletin de la Silva Mediterránea (<http://www.fao.org/docrep/x1880s/x1880s0a.htm>).

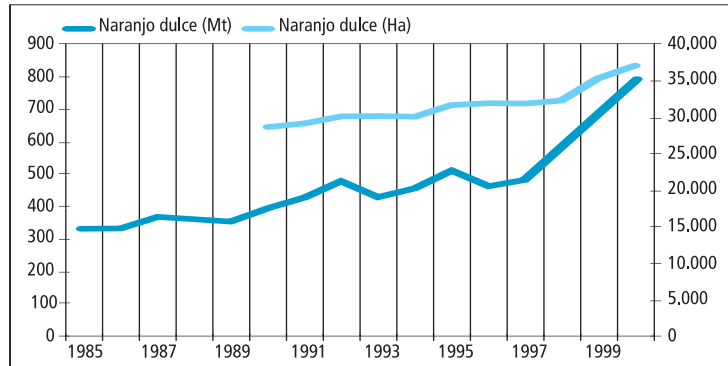
20 El período medio de vida del chopo hasta ser talado se estima entre los 10 y 15 años y el del eucalipto en 14 años, frente a los centenarios alcornocos, encinas y otras coníferas. Esta frugalidad y alta rotación, soportable en la zona húmeda peninsular, suponen una fuerte presión en aquellos lugares, como Andalucía, hostigados por fuertes sequías.

21 «Según el estudio de Campos Palacín (1984), la dehesa puede soportar una carga de 4,78 UGL (unidad ganadera equivalente de oveja de vientre) de las cuales el 45% es ganado lanar, el 43% son cerdos y el 12% vacunos. La producción energética es como media de 1225 miles de Kcal/Ha, de los cuales el 36% son productos de origen animal, el 33% proviene del corcho y el carbón y el 31% de los cereales. Las producciones animales traducidas a peso vivo alcanzan un equivalente a 240 Kg/Ha y año, producción integrada de carne de cerdo, vacuno y ovina, leche y lana. Si la dehesa fuera dedicada sólo a producción de cerdos su capacidad productiva está alrededor de los 102 Kg de carne en pie/Ha y año (Bellón Infante, 1976), mientras que el análisis de un estudio de 134 fincas de la dehesa andaluza y extremeña dedicadas a la producción de ganado retinto (Barea et al., 1980) nos arroja una producción estimada de unos 44 Kg de peso vivo/Ha y años» (García Trujillo, R.A., 1998).

22 En 1957 nació la Empresa Nacional de Celulosa –ENCE– de Huelva, que se fusionaría en 1968 con las de Pontevedra y Motril (en 1986-87 se produce la desinversión de la fábrica de Motril). En la actualidad, es una empresa forestal ibérica y americana, posee más de 7 millones de hectáreas forestadas y una capacidad de producción de cerca de un millón de toneladas de pasta al año (procedente de las factorías de Huelva, Navia y Pontevedra). ENCE es el primer

## Evolución de la producción y superficie de naranjo dulce en Andalucía (Mt)

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca y Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Elaboración propia



da de suelo (Plan de Medio Ambiente en Andalucía 1997-2000).

En algo más de un lustro la producción de cítricos de Huelva se ha situado próxima a la de Sevilla, tradicionalmente la principal productora de este tipo de cultivos. Así, en 1994 los cítricos de Huelva representaban el 15,9 por ciento del total andaluz frente al 33,0 por ciento de los de Sevilla; en 2000 estas cifras se situaron en el 21,1 por ciento y 24,0 por ciento respectivamente.

El caso de la cubierta vegetal onubense es ilustrativo de que, cada vez un menor número de variedades van dibujando el paisaje andaluz sometándolo, al mismo tiempo, a una importante presión<sup>23</sup>. Cultivos, generalmente, poco adaptados a las características de los suelos andaluces y ligados a una mentalidad fuertemente productivista y a inversores no identificados con el campo o vinculados a empresas foráneas.

Y todo ello, a pesar de las declaraciones de intenciones tales como las expresadas en La Conferencia Internacional sobre Conservación y Uso Sostenible del Monte Mediterráneo, que tuvo lugar en Benalmádena en octubre de 1988, de la que emanó *La Declaración del Monte Mediterráneo* que, entre otros aspectos, considera que «el Monte Mediterráneo tiene unas características ecológicas que lo diferencian de otros ecosistemas forestales de otras regiones biogeográficas no mediterráneas, presentando unos índices de diversidad biológica muy superiores, siendo esencial su conservación para asegurar el mantenimiento de dicha biodiversidad (...) Los modelos de vegetación son el resultado de prolongados procesos de adaptación a numerosos factores ambientales; por ello se debe evitar el empleo de genotipos alóctonos y procedencias inadecuadas que pudieran amenazar la adaptabilidad de los ecotipos locales y la natural evolución de los ecosistemas».

Los comentarios realizados en los párrafos precedentes ponen de manifiesto las limitaciones que presentan los resultados alcanzados exclusivamente a través de los rendimientos medios y la nece-

propietario europeo de bosques maderables de eucalipto y líder en Europa y segundo suministrador mundial de celulosa de eucalipto (<http://www.ence.es>).

23 En este sentido, la propia Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía considera que «los cítricos son cultivos que, a diferencia de la mayor parte de los leñosos autóctonos, tienen en nuestro medio limitaciones ecológicas determinantes: bajas temperaturas y heladas, sequías prolongadas, etcétera; de ahí sus límites altitudinales (litoral, vega y bajo Guadalquivir) y la necesidad de riego estable» ([http://www.cma.junta-andalucia.es/documentos\\_tecnicos/recursos/recursos\\_indice.html](http://www.cma.junta-andalucia.es/documentos_tecnicos/recursos/recursos_indice.html)).

sidad de exploraciones más exhaustivas para mejorar el análisis de la huella. Por tanto, en el análisis de los rendimientos están presente, al menos dos aspectos, uno de naturaleza contable (distintos criterios de estimación) y otro relacionado con la calidad del medio en función a la presión a que éste se ve sometido por el desarrollo de determinadas prácticas ya sean agrícolas, pecuarias o forestales. En cualquier caso, las conclusiones a que llegamos no desvirtúan el criterio seguido hasta ahora; esto es, la huella está infravalorada y las capacidades disponibles sobrestimadas.



La huella agraria y pesquera resume el consumo alimentario expresado en hectáreas por habitante. Como ya se indicó en la presentación de la huella agraria para el Estado español, la asignación de superficie bioproductiva a la producción vegetal y a la producción de carne derivada de la matriz de consumo

agrario debería corregirse imputando al consumo de carne la parte de superficie agrícola correspondiente a la producción de cereales, leguminosas, frutas, hortalizas y los cultivos forrajeros con destino a la alimentación animal. En el caso de Andalucía puede estimarse que a la alimentación animal se destinó en el período comprendido entre los años 1993 y 1996, como media, el 11,77 por ciento del cereal en grano, el 11,9 por ciento de leguminosas en grano, el 2,63 por ciento de tubérculos y raíces, el 1,14 por ciento de hortalizas y el 1,23 por ciento de frutales no cítricos respectivamente. Además el consumo de cultivos forrajeros ascendió, en el mismo período, a 1.302.150 toneladas.

En consecuencia, la huella media (1993-96) correspondiente a la producción de carne ascendió a 0,5986 hectáreas por habitante, la suma de la superficie de pasto (0,5812 Ha/hab) y la superficie de cultivo (0,0174 Ha/hab) destinada a la alimentación animal.

La alimentación de origen animal, de acuerdo a los resultados obtenidos, representa más de las tres cuartas partes (76,73 por ciento) de la huella agraria y pesquera total, considerando la producción agrícola destinada a la alimentación animal para consumo humano. Además, habría que considerar los aspectos que se han analizado en la presentación del cálculo de los distintos factores de rendimiento. Así mismo, si dispusiéramos de la información necesaria podría realizarse una imputación de los requerimientos energéticos de un tipo u otro de componente alimentario, del mismo modo que se hizo para el caso del análisis de la huella ecológica para el Estado español.

La huella agraria y pesquera generada por cada habitante de An-

### 5.3. La huella agraria y pesquera

andalucía es algo menos del cuarenta por ciento (38,81 por ciento) de la media española. A pesar de ello, se necesitaría m as del noventa por ciento (90,93 por ciento) del total de la superficie de Andalucía para satisfacer las necesidades de consumo alimentario de los andaluces. Siendo Andalucía un territorio fuertemente especializado en la obtención de productos agrarios, con niveles de producción por habitante muy por encima de la media, su aportación a la huella ecológica agraria y pesquera es reducida. Esto se explica, en parte, por la importante proyección externa de estas producciones.

	Producción t	Importaciones t	Exportaciones T	Consumo Aparente t	Huella Ecológica Ha/hab
<b>Hortalizas y Frutas</b>	<b>4.661.936</b>	<b>680.909</b>	<b>3.734.742</b>	<b>1.608.103</b>	<b>0,0189</b>
Hortalizas y Melones	3.702.145	540.724	2.965.839	1.277.029	0,0113
Cítricos	614.480	89.749	492.269	211.961	0,0021
Frutales no cítricos	345.311	50.435	276.634	119.113	0,0021
<b>Vid y Olivos</b>	<b>2.656.666</b>	<b>241.276</b>	<b>166.872</b>	<b>2.731.070</b>	<b>0,0838</b>
Vi�edo	302.669	27.488	19.011	311.146	0,0057
Olivar	2.353.996	213.788	147.860	2.419.924	0,2143
<b>Otros Cultivos</b>	<b>6.446.438</b>	<b>850.455</b>	<b>2.243.322</b>	<b>5.053.571</b>	<b>0,1708</b>
Cereales	1.517.864	200.246	528.208	1.189.903	0,0584
Leguminosas	60.674	8.004	21.114	47.564	0,0081
Tubérculos	548.381	72.346	190.833	429.893	0,0046
Otros	4.319.519	569.858	1.503.167	3.386.210	0,0746
<b>Animales y derivados</b>					<b>0,5812</b>
Carne	354.743	108.557	60.582	402.718	
Vaca y Ternera	34.210	10.469	5.842	38.837	0,2305
Ovina y Caprina	5.265	1.611	899	5.976	0,0145
Carne de resto de ganado	315.268	96.477	53.841	357.905	No contabiliza
Huevos	72.759				No contabiliza
Leche	716.988	201.819	225.210	693.597	0,2733
Queso	306	86		392	0,0012
Mantequilla	0	0	0	0	0,0000
Miel y cera	4.022				Función secundaria
Lana	3.035	1.563	546	4.052	0,0165
Piel	3.254	4.189	1.585	5.858	0,0451
Vaca y Ternera	2.812				
Ovina y Caprina	442				
Pescado	74.463	6.196	9.456	71.204	0,2463
<b>Total HE Agraria y Pesquera</b>					<b>1,1011</b>

## Huella Ecológica Agraria y Pesquera de Andalucía (1995)

Fuentes: FAOSTAT. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. IEA. Elaboración propia

La actividad agraria andaluza, como se indic o anteriormente, está cada vez más desarticulada del resto del tejido productivo y con una clara orientación al exterior, especialmente la hortofruticultura (Delgado Cabeza, 2002). De hecho, si observamos el cuadro correspondiente a la estimación de la huella agraria tanto para Andalucía como para el Estado español advertimos que el 80,1 por ciento de la producción de frutas y hortalizas (42,9 por ciento en el Estado español) y el 44,6 por ciento de la producción agrícola total (22,2 por ciento en el Estado español) tienen como destino los mercados ex-

ternos, a ello habría que añadir los productos agrícolas de primera transformación como el aceite y el vino.

Los requerimientos de superficie bioproductiva para cubrir la producción agrícola exportada ascienden a 1,9 millones de hectáreas, el 54,4 por ciento de la superficie agrícola total disponible.

Ahora bien, si expresamos el saldo comercial en términos de la energía utilizada en el intercambio exterior de productos agrícolas –traída dicha energía a las correspondientes hectáreas de tierra ecológicamente productiva–, éste se eleva a casi cuatrocientas mil hectáreas. Esto es, estaríamos contabilizando la sostenibilidad que desde el territorio andaluz se está exportando hacia otros lugares. A esta cantidad de superficie bioproductiva utilizada habría que añadir el coste que la propia economía soporta en el desarrollo de las prácticas agrícolas a través de la cuales se obtienen los productos sujetos a intercambio. En este sentido, es necesario tener en cuenta las observaciones que se han realizado en el análisis de los factores de rendimiento.

### Energía incorporada al saldo comercial andaluz y HE de exportaciones agrícolas de Andalucía

Fuentes: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. IEA. Mathis Wackernagel, et al. (1998). Redefining Progress Calculation of the Germans average Ecological Footprint (1995 data). <http://www.rprogress.org>  
Elaboración propia

Categorías	Intensidad Energética (Gj/t)	Energía Incorporada (Pj)	HE Exportaciones (Ha/hab)
Cereales	10	-3,28	0,0407
Leguminosas Grano	10	-0,13	0,0045
Tubérculos para el consumo humano	5	-0,59	0,0014
Cultivos Industriales Herbáceos	5	-1,66	0,0302
Cultivos Industriales Leñosos	10	0,00	0,0001
Cultivos Forrajeros	10	-3,59	0,0087
Flores Y Plantas Ornamentales	10	-0,31	0,0001
Hortalizas	5	-12,33	0,0133
Cítricos	10	-4,09	0,0044
Frutales No Cítricos	10	-2,09	0,0243
Olivar	10	0,66	0,0110
Aceite	40	-0,19	0,1138
Viñedo	10	0,08	0,0005
Vino	10	-0,84	0,0040
	Pj	-28,3599	
	Gj/hab/año	-3,8771	
	Ha/hab	-0,0546	0,2529
(a)	Ha	399.435	1.886.124
(b)	Ha (disponibilidad agrícola)	3.465.804	3.465.804
((a)/(b))* 100	% s/total	11,53	54,42

De hecho, los requerimientos de recursos y servicios, así como los impactos naturales ocasionados por estas prácticas podrían expresarse en términos de reposición de los recursos y servicios empleados, contabilizando la pérdida de corteza y productividad vegetal, de suelo por efecto de la erosión o salificación, de efectivos humanos, o de diversidad<sup>24</sup> en general; asuntos que quedan ocultos tras el velo monetario y que, sin embargo, es imprescindible considerar para determinar el grado de sostenibilidad de las actividades productivas. Al mismo tiempo, su cuantificación ayudaría a comple-

24 A este respecto ver Edward O. Wilson (1994).

mentar los saldos monetarios, derivados de las transacciones comerciales, con los saldos ecológicos y mostrar la deuda ecológica contraída por los territorios participantes en los intercambios.

## 5.4. La huella forestal



Las exigencias de superficie productiva forestal en Andalucía ascienden a casi un millón de hectáreas (914.488 hectáreas) de las cuales las cortas de madera representan el 76,46 por ciento de las toneladas totales extraídas de madera y leña. De los 4,3 millones de hectáreas de áreas forestales y naturales

existentes en suelo andaluz 2,0 millones de hectáreas se emplean para las extracciones de madera y leña, aproximadamente la mitad.

### Huella forestal de Andalucía

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.  
Elaboración propia

Conceptos	Producción	Importaciones	Exportaciones	H.E.
Madera	952.498	123.322	312.530	0,1086
Leña	293.205	37.962	96.205	0,0177
<b>HE Forestal</b>				<b>0,1264</b>

El análisis de la huella ecológica forestal requiere, para el caso de Andalucía, que insistamos en algunos aspectos que probablemente adquieran cierta relevancia en el futuro inmediato. Es obvio, que muchas de las cuestiones señaladas para el caso estatal son trasladables a Andalucía, adquiriendo algunas de ellas unas dimensiones superiores en el territorio andaluz. La actividad forestal destinada a abastecer las exigencias de las papeleras, el tratamiento de los bosques y las especies arbóreas, el propio tratamiento que desde la reciente reforma de la PAC se quiere dar a las prácticas agrarias (aún en proceso de aplicación para algunos cultivos) reclaman una atención específica a la realidad forestal de Andalucía. A ello se han dedicado unos párrafos en el análisis del factor de rendimiento forestal que consideramos complementan las cifras que recogen el cuadro anterior.

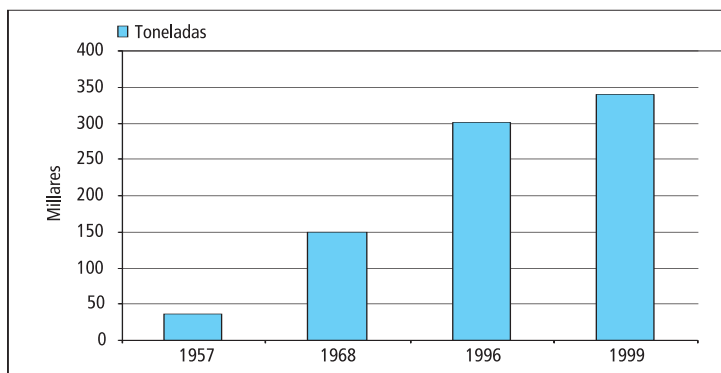
Como se ha indicado en otro lugar (Cano Orellana, A., 2000) la nueva orientación de la Política Agraria Común, a partir de las reformas propuestas en 1992, ha incentivado la puesta en explotación de monocultivos en los espacios forestales, persiguiendo una mayor rentabilidad de estas áreas en la medida en que las producciones agrarias están siendo afectadas, sobre todo en las áreas periféricas de la Unión Europea, por las políticas anti-excedentarias. Esto ha dado lugar a una importante simplificación del bosque mediterráneo y ha frenado o no ha favorecido el desarrollo de prácticas agro-silvo-pastoriles tradicionales, en consonancia con la pretendida protección de



los espacios forestales más frágiles y deteriorados, en beneficio de la corta de madera para papeleras o la industria de conglomerados.

En este sentido, según la información suministrada por el Anuario de Estadística Agraria de 1997 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) las repoblaciones productivas, en 1995, supusieron en Andalucía el 87,0 por ciento de las repoblaciones totales, en contraste con la media del Estado español en la que este tipo de repoblaciones representó el 43,6 por ciento del total. Entre estas repoblaciones sigue ocupando un lugar destacado especies como el eucalipto, sobre todo en determinados enclaves del territorio como se puso de manifiesto en el análisis del factor de rendimiento forestal para Andalucía.

En efecto, la superficie arbolada de eucalipto de la provincia de Huelva, por ejemplo, cuyo destino final es principalmente la producción de pasta de celulosa, supone el 46,96 por ciento de la superficie total de eucaliptos existente en el conjunto del Estado español. De este modo, para satisfacer las exigencias crecientes de la industria papelera el frágil bosque onubense destina una parte importante de su superficie a este tipo de monocultivo. Según los datos suministrados por ENCE la producción de pasta de celulosa, en su factoría de Huelva, se multiplicó por diez desde su nacimiento en 1957 hasta 1999.



### **Evolución de la producción de celulosa, Huelva**

Fuente: ENCE. Elaboración propia

Este tipo de práctica, a la que hizo referencia el apartado relativo a la determinación del factor de rendimiento forestal, generalmente supone una fuerte presión sobre los recursos hídricos existentes, favorece la pérdida de nutrientes y la acidificación de los suelos, reduce la diversidad de vida salvaje, se utilizan para la obtención de productos generadores de agentes contaminantes. Todo ello reduce la capacidad bioproductiva de las áreas forestales afectadas por estas explotaciones y aumenta su desprotección ante las inclemencias climatológicas

y/o los incendios forestales. Sin embargo, se da la paradoja de que el territorio andaluz está extensamente poblado por especies arbóreas «que activan la desecación del suelo, rompen la estructura protectora de bosques y matorral y tienen un cierto grado de pirofistismo intrínseco, con lo que da la impresión de que, de hecho, se están poniendo todos los medios para conseguir que el fuego se propague eficazmente» (<http://www.quercus.es/servicios/f14.htm>).

Aspectos como los que acabamos de referir han de formar parte necesariamente de los análisis de huella ecológica, no reduciéndose éstos a la estimación de los rendimientos de las explotaciones sin discriminar entre las diferentes prácticas forestales en función a su mayor o menor disposición para garantizar la capacidad bioprodutiva de los suelos en los que tienen lugar.

## 5.5. La huella energética



continuación presentamos los resultados alcanzados para la huella energética de Andalucía. Analizamos, en primer lugar, los requerimientos de energía de las materias transformadas y posteriormente las exigencias energéticas totales de la economía andaluza, expresadas en términos de hectáreas por habitante; esto es, su huella energética.

esto es, su huella energética.

El saldo negativo que presenta la energía incorporada en las transacciones de materias transformadas de Andalucía con el exterior reduce la huella energética total. Sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades que presentan saldo negativo, conforme a las cifras del cuadro anterior, puede afirmarse que los costes

### Huella ecológica de las materias transformadas

Fuentes: Encuesta Industrial de Productos. TIOA-95. Elaboración propia

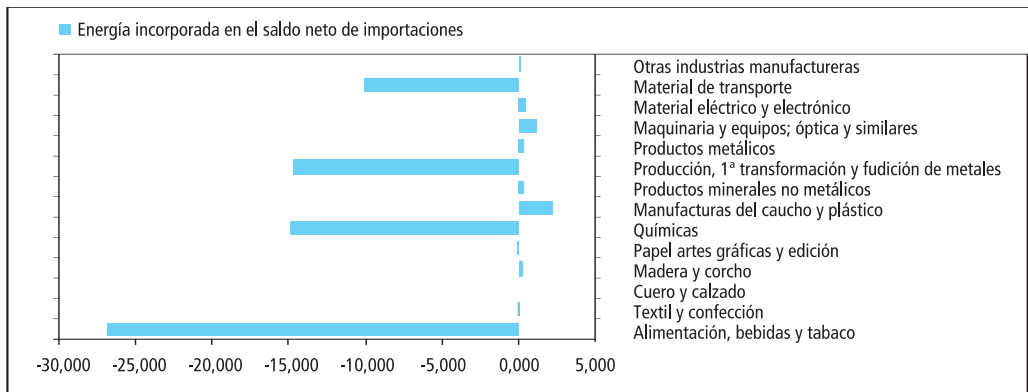
	Importaciones	Exportaciones	Saldo Comercial	Energía incorporada
	t	t	t	Pj
Alimentación, bebidas y tabaco	1.870.669	3.193.401	-1.322.732	-26,953
Textil y confección	14.259	16.090	-1.831	-0,058
Cuero y calzado	453	977	-525	-0,010
Madera y corcho	44.994	29.146	15.848	0,227
Papel artes gráficas y edición	148.094	151.905	-3.811	-0,133
Químicas	366.565	679.756	-313.192	-15,040
Manufacturas del caucho y plástico	85.120	40.978	44.142	2,207
Productos minerales no metálicos	3.188.957	2.836.551	352.406	0,352
Producción, 1ª transformación y fundición de metales	1.187.493	1.482.074	-294.580	-14,729
Productos metálicos	51.292	46.216	5.076	0,321
Maquinaria y equipos; óptica y similares	39.612	29.197	10.415	1,090
Material eléctrico y electrónico	19.654	15.774	3.880	0,388
Material de transporte	52.991	153.888	-100.897	-10,090
Otras industrias manufactureras	21.413	19.887	1.526	0,080
<b>Total</b>	<b>7.091.567</b>	<b>8.695.842</b>	<b>-1.604.275</b>	<b>-62,349</b>
			Gj/hab/año	<b>-8,618</b>

que soportan los ecosistemas andaluces, en el desarrollo de estas prácticas, son muy superiores a los beneficios alcanzados. Unos efectos que si bien no quedan suficientemente reflejados en los saldos energéticos, sí repercuten sobre la calidad de los ecosistemas y de quienes los habitan y, en consecuencia, sobre la capacidad de carga disponible.

La economía andaluza muestra una alta especialización en un reducido número de actividades y una fuerte vocación hacia el exterior. Al igual que otras economías periféricas basa su especialización productiva en la explotación de los recursos naturales. La actividad industrial está estrechamente vinculada o bien a estos recursos en su primera transformación o a sectores industriales cuya localización, debido a su importante poder contaminante, es rechazada por las áreas centrales.

### Requerimientos energéticos de las materias transformadas, Andalucía (Pj)

Fuentes: Elaboración propia, a partir de las fuentes de los anteriores cuadros



Sectores	1980	1990	1995
Agroalimentaria	25,9	27,7	29,3
Agricultura	5,9	8,8	14,5
Refino de petróleo	9,6	11,6	11,7
Total	41,4	48,1	55,5
Total exportaciones	100,0	100,0	100,0

### Principales sectores exportadores de Andalucía (en porcentaje)

Fuente: Delgado Cabeza (2002)

Este papel de economía exportadora, suministradora de materias primas a los países del centro del sistema, asignado a Andalucía en la división regional del trabajo, que ha ido consolidándose a lo largo del tiempo, acentúa el carácter extractivo de su especialización productiva. Es más, los elementos de continuidad que han caracterizado a la realidad económica andaluza a lo largo de su historia reciente: especialización, desarticulación productiva e inclinación exportadora, se han intensificado en los últimos años. A su vez, la actividad productiva, de acuerdo a los estándares seguidos por los

1955	%	1975	%	1981	%	1995	%
Alimentarias	25,6	Pesca	37,6	Pesca	24,9	Agricultura	28,5
Pesca	24,7	Agricultura	22,4	Agricultura	24,4	Pesca	15,6
Admón.Pub. y Def.	22,5	Alimentarias	19,8	Alimentarias	17,1	Alimentarias	15,4
Agricultura	21,3	Minería	16,4	Serv. Públicos	14,9	Serv. Públicos	14,9
Minería	16,9	Admón. Púb. y Def.	15,5	Construcción	14,8	Construcción	14,0
Hostelería	15,6	Const. y Obr. Pub.	13,7	Recup. y Repar.	13,3	Serv. Domésticos	13,9
Const. y Obr. Pub.	15,3	Cer., Vidrio y Cem.	13,6	Hostelería	13,3	Hostelería	13,9
Ganad. y Forestal	14,8	Químicas	13,5	Serv. Domésticos	13,3	Recup. y Repar.	13,5
Madera y Corcho	14,7	Enseñ. y Sanidad	13,2	Serv. Comerciales	12,7	Alquiler Inmuebles	13,1
Enseñ. y Sanidad	13,5	Hostelería	13,0	Alquiler Inmuebles	12,5	Ttes. y Comunicac.	12,3
Agua, Gas y Elect.	12,3	Comercio	12,5	Otros Serv. Venta	12,2	Serv. Comerciales	12,2
Otros servicios	12,2	Ttes. y Comunic.	12,1	Ttes. y Comunicac.	11,9	Ens. y San. Privad.	12,0
Ttes. y Comunic.	12,0	Agua, Gas y Elect.	11,3	Ens. y San. Privad.	11,6	Crédito y Seguros	10,4
Cer., Vidrio y Cem.	10,0	Ganad. y Forestal	11,0	Min. No Metálicos	10,8	Min. No Metálicos	9,8
Comercio	10,0	Otros servicios	10,6	Min. y Metales	9,9	Otros Serv. Venta	9,2
Banca y Seguros	9,2	Banca y Seguros	9,4	Crédito y Seguros	9,6	Energía y Agua	9,1
Metálicas Básicas	9,0	Madera y Corcho	8,8	Energía y Agua	9,5	Min. y Metales	8,1
Papel, Pren. y A.G.	6,6	Transf. Metálicos	7,5	Mat. de Transp.	9,5	Madera y Corcho	7,7
Transf. Metálicos	6,3	Papel, Pren. y A.G.	6,7	Ptos. Químicos	8,0	Ptos. Químicos	7,2
Químicas	6,2	Cuero, Calz. y Conf	6,5	Madera y Corcho	7,7	Mat. de Transp.	6,9
Cuero, Calz. y Conf	6,2	Metálicas Básicas	4,8	Papel e Impresión	6,3	Papel e Impresión	5,2
Textil	3,9	Textil	4,6	Textil, Cuero y Calz	6,0	Textil, Cuero y Calz	4,8
				Maq. y Prod. Met.	5,0	Maq. y Prod. Met.	4,7
				Otras Manufacturas	4,0	Otras Manufacturas	4,6

### Participación de la producción de Andalucía en la producción del Estado español (en porcentaje sobre el total)

Fuentes: Delgado Cabeza (1981) y Delgado Cabeza (2002)

### Participación de la población andaluza en la población del Estado español

Fuentes: IEA. INE. Elaboración propia

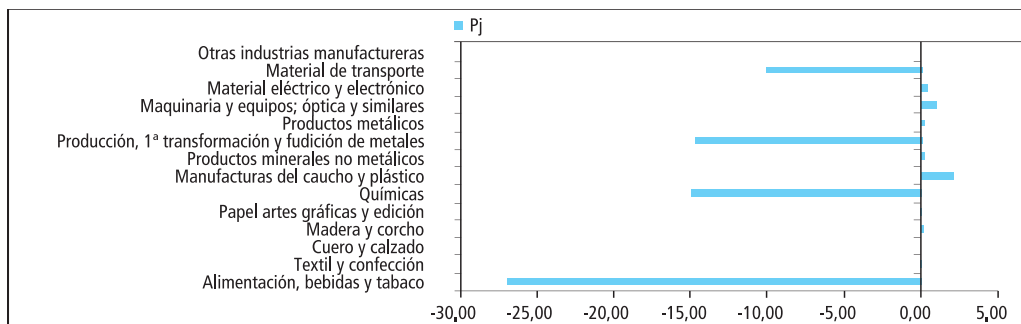
### Energía incorporada en las materias procesadas, Andalucía

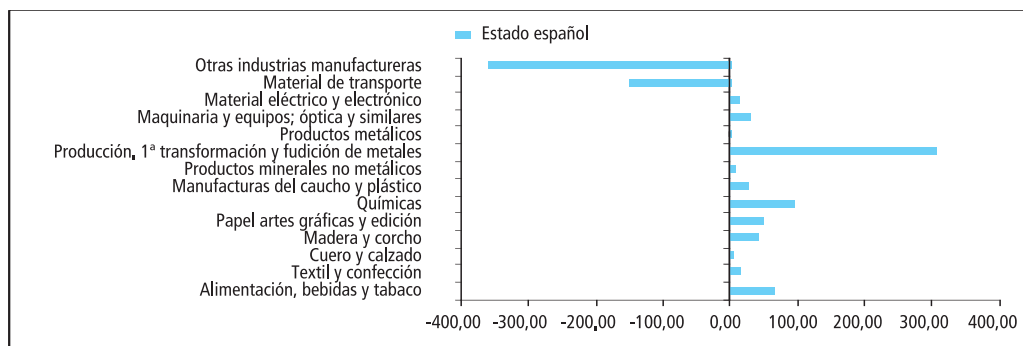
Fuentes: Encuesta Industrial de Productos. TIOA-95. Elaboración propia

territorios periféricos, se centra, cada vez más, en la «explotación de los recursos naturales» y, en consecuencia, estrechamente vinculadas a la «extracción de materiales y energía» (Delgado Cabeza, 2002).

	1955	1975	1981	1995
Andalucía	5.791.795	6.133.456	6.440.985	7.314.644
Estado español	29.608.783	36.012.682	37.682.355	40.460.055
(Andalucía/Estado Español)x100	19,56	17,03	17,09	18,08

En los gráficos que se presentan a continuación puede apreciarse el diferente comportamiento de cara al exterior de la economía andaluza y española.





### Energía incorporada en las materias procesadas, Estado español

Fuentes: Encuesta Industrial de Productos. TIOA-95. Elaboración propia

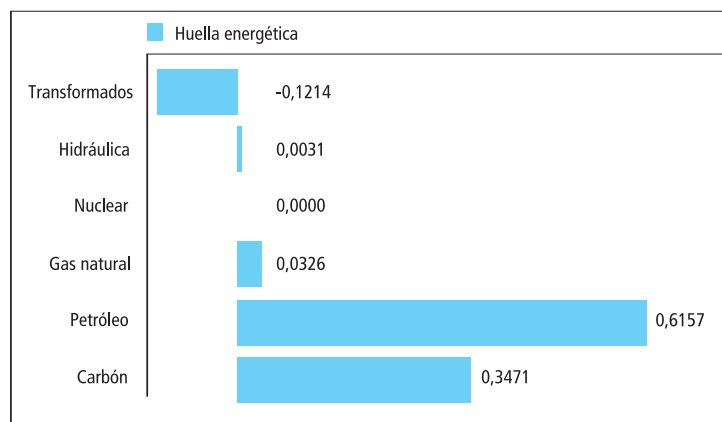
Los requerimientos totales de energía para satisfacer las demandas de la población de Andalucía ascienden a 60,3 Gigajulios por habitante y año, que traducidos a hectáreas de tierra bioproductiva se elevan a 63.236 hectáreas. Esta superficie representa casi las tres cuartas partes de la superficie total de Andalucía.

	Consumo (tep)	Consumo (Gj/hab/año)	Factores de equivalencia	H.E. (Has/hab)
Carbón	3.301.513	19,0930	55	0,3471
Petróleo	7.559.068	43,7149	71	0,6157
Gas natural	523.947	3,0300	93	0,0326
Nuclear	0	0,0000	71	0,0000
Hidráulica	539.471	3,1198	1000	0,0031
Materias transformadas		-8,618	71	-0,1214
<b>H.E.</b>				<b>0,8741</b>

### Huella energética de Andalucía, 1995

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía y Recursos Minerales. Ministerio de Industria y Energía. Wackernagel et al, 2000. Elaboración propia

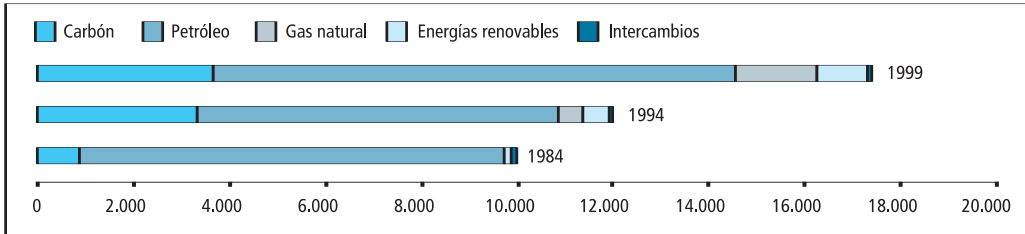
El petróleo, principal componente, representa más del setenta por ciento de la huella energética. El consumo energético, además, se fundamenta básicamente en la combustión fósil. La energía hidráulica y renovable, por su parte, alcanza tan sólo el 4,5 por ciento del total.



### Componentes de la huella energética de Andalucía (Ha/hab)

Fuente: Elaboración propia

En Andalucía, como ya se ha puesto de manifiesto a lo largo del texto, han ido progresivamente aumentando los requerimientos energéticos para satisfacer las necesidades emanadas de los estándares de consumo y las prácticas productivas. Lejos de tender a una economía más autosuficiente y menos exigente en recursos y energía, en los tres últimos lustros del siglo XX, los requerimientos de energía primaria se incrementaron en un 75 por ciento, pasando de los 9,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo de 1984 a los 17,3 millones de 1999.



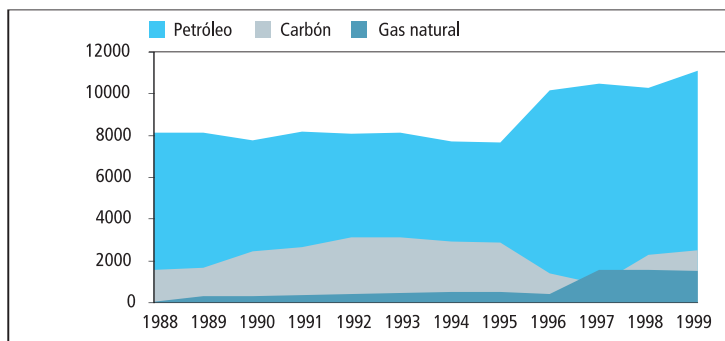
### Evolución del consumo de energía primaria, Andalucía (Mtep)

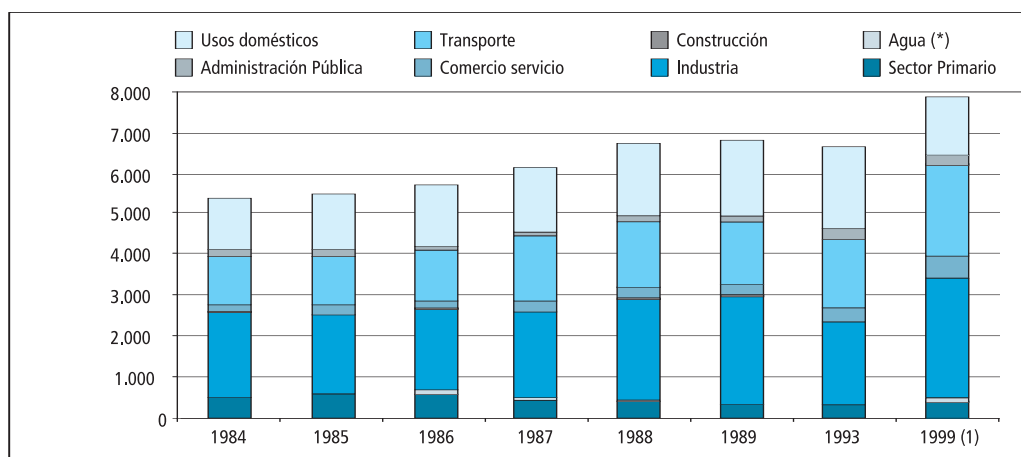
Fuente: Secretaría de Estado de la Energía y Recursos Minerales. Ministerio de Industria y Energía. Elaboración propia

La demanda energética, además, está basada, principalmente, en la combustión fósil y la capacidad de autoabastecimiento cada vez menor. En concreto, en el período comprendido entre los años 1984 y 1994 se redujo desde el 10,1 por ciento al 6,4 por ciento. Esta reducción es debida tanto a una disminución en la energía autoconsumida que pasa de los 1.033 Ktep a 763 Ktep –la energía renovable descendió, al mismo tiempo, en un 36 por ciento en el mismo período–, cuanto a un aumento de la energía importada que se incrementó desde 9.476 Ktep a 11.162 Ktep (CMA, 1993; 1996). Es más, según el *Documento de Planificación y Desarrollo de las Redes de Transporte Eléctrico y Gasista 2002-2011*, aprobado en Consejo de Ministro en septiembre de 2002, se prevé un crecimiento medio anual del consumo de energía primaria de un 3,1 por ciento para el conjunto del Estado español (2,4 puntos por encima del crecimiento pre-

### Evolución de la energía importada consumida en Andalucía (Ktep)

Fuente: Consejería de Medio Ambiente (1996). Elaboración propia





visto para la UE); esto es, en poco más de veinte años el consumo de energía se habrá duplicado (<http://www.la-moncloa.es/web/asp/gob05.asp>).

Por sectores de actividad el consumo de energía final se ha distribuido, a lo largo de la década de los noventa, del modo siguiente:

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, la industria, el transporte y los usos domésticos son los principales demandantes de energía final. No obstante, el sector que registró el mayor crecimiento, a lo largo del período analizado, fue el Comercio, multiplicando los requerimientos de energía final por más de una vez y media. De igual modo, más de la mitad (56,2 por ciento) de la demanda total de energía la concentra el sector servicio.

	1984 Ktep	1989 Ktep	1999 (1) Ktep	(1999) %	(1984-99) Δ
Sector Primario	564	382	474	5,94	-15,92
Agua (*)	18	24	27	0,33	47,70
Industria	2.058	2.650	2.976	37,29	44,59
Construcción	15	14	16	0,20	8,05
Comercio servicio	176	293	465	5,83	164,20
Transporte	1.164	1.453	2.305	28,88	97,97
Administración Pública	157	177	281	3,52	78,53
Usos domésticos	1.321	1.855	1.437	18,01	8,81
Total	5.473	6.848	7.981	100,00	45,81

Dentro de este sector el más exigente es el transporte que acumula el 28,9 por ciento del total, registrando un crecimiento en el período 1984-1999 de un 98,0 por ciento. El transporte aéreo, por ejemplo, uno de los más contaminantes, multiplicó por tres el número de viajeros transportados en las dos últimas décadas del siglo pasado.

### Evolución del consumo final de energía, en Andalucía (Ktep)

(1) Previsiones en un escenario económico medio.

(\*) Captación, depuración y distribución de agua.

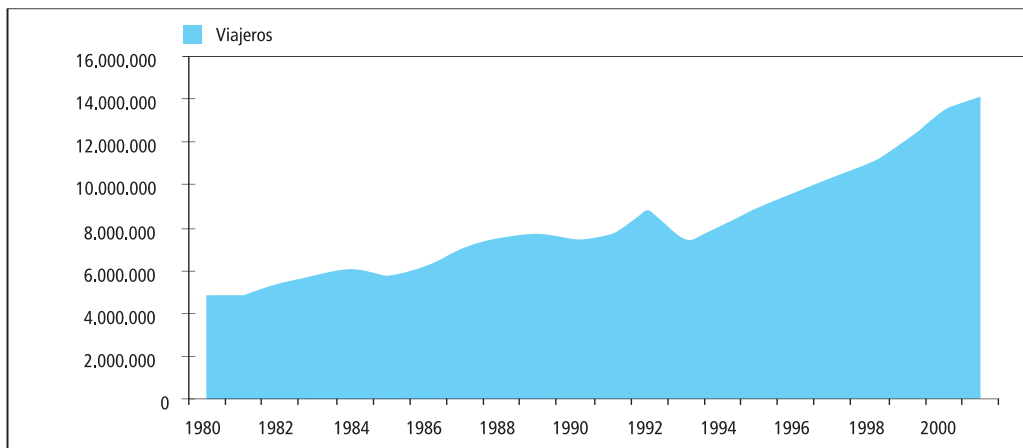
Fuentes: Consejería de Medio Ambiente (1992 y 1996). Elaboración propia

### Evolución del consumo final de energía, en Andalucía

(1) Previsiones en un escenario económico medio.

(\*) Captación, depuración y distribución de agua.

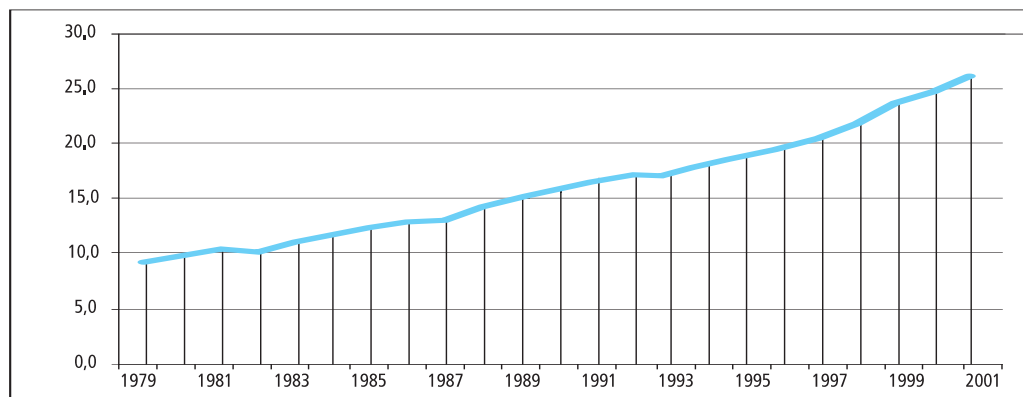
Fuentes: Consejería de Medio Ambiente (1992 y 1996). Elaboración propia



### Evolución del tráfico aéreo en Andalucía

Fuentes: Ministerio de Fomento. Tráfico Comercial en los Aeropuertos Españoles. Elaboración propia

El consumo de electricidad, por su parte, se incrementó durante los años noventa en más de un cincuenta por ciento (58,4 por ciento), siendo la provincia de Almería la que mayor aumento registró con un 90,7 por ciento.



### Evolución del consumo de electricidad en Andalucía (Mwh)

Fuente: Consejería de Medio Ambiente (2002). Elaboración propia

Por sectores de actividad, el consumo de energía eléctrica en el año 1995 se distribuyó como sigue: agricultura, 4,6 por ciento; industria y construcción, 36,5 por ciento; servicios, 28,1 por ciento; y alumbrado público, el 30,9 por ciento restante.

### Superficie construida

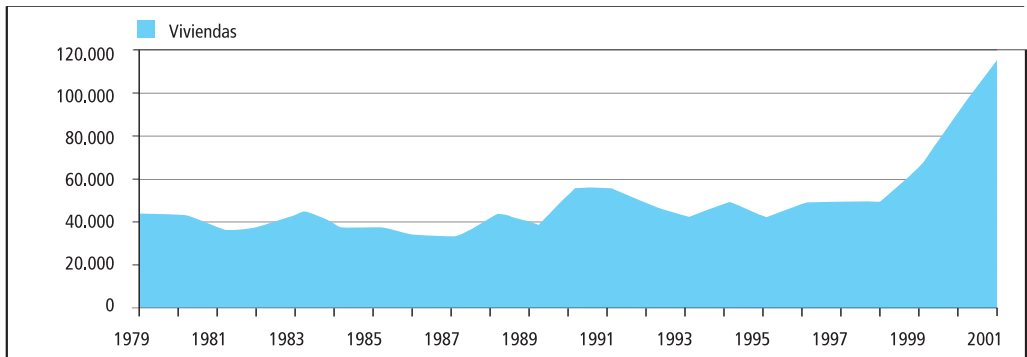
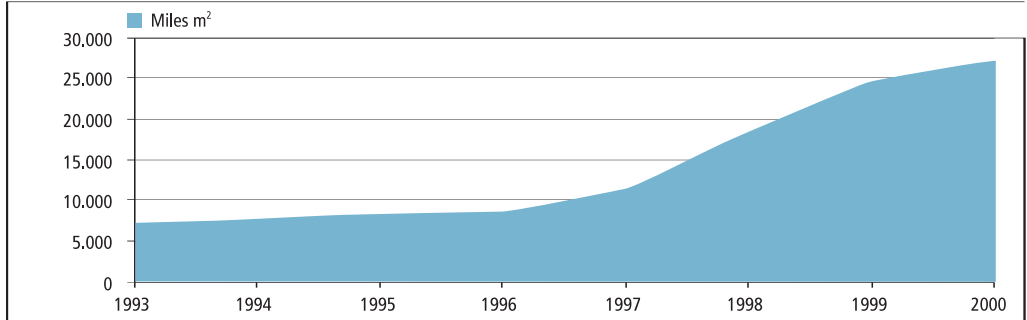
Junto a la creciente exigencia energética, la demanda de suelo ha ido en aumento. El suelo construido y el parque de viviendas han ido creciendo muy por encima del crecimiento de la población. En el período comprendido entre los años 1993 y 2000 la superficie construida aumentó en un 285,3 por ciento; esto es, casi se multiplicó por cuatro. Las viviendas construidas y terminadas, por su parte, en los



últimos veinte años del siglo pasado (1979-2001) se multiplicaron por veintiséis. Mientras tanto, los incrementos que registró la población andaluza en ambos períodos fueron del 3 por ciento y 14,8 por ciento, respectivamente.

### Evolución del suelo construido en Andalucía

Fuente: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España. Elaboración propia



Además, el suelo urbanizado, que se localiza principalmente en torno a las grandes aglomeraciones metropolitanas y el litoral, coloniza áreas caracterizadas bien por su fertilidad (caso de los grandes núcleos de población, nucleados por las capitales de provincia) bien por su fragilidad (zonas del litoral).

### Evolución de las viviendas terminadas en Andalucía

Fuente: Ministerio de Fomento. Informe sobre la evolución del subsector de la vivienda. Elaboración propia



na vez analizado cada uno de los componentes de huella ecológica andaluza, pasamos a continuación a presentar los resultados totales enfrentando las demandas de tierra bioproductivas para satisfacer las necesidades de consumo de quienes habitan en Andalucía y la capacidad de carga disponible en su territorio. Como resultado se obtendrá el déficit o superávit ecológico en el que habrá incurrido la población andaluza.

### 5.6. Demanda total y Capacidades Disponibles

Como resultado se obtendrá el déficit o superávit ecológico en el que habrá incurrido la población andaluza.

## Demanda

Fuente: Elaboración propia

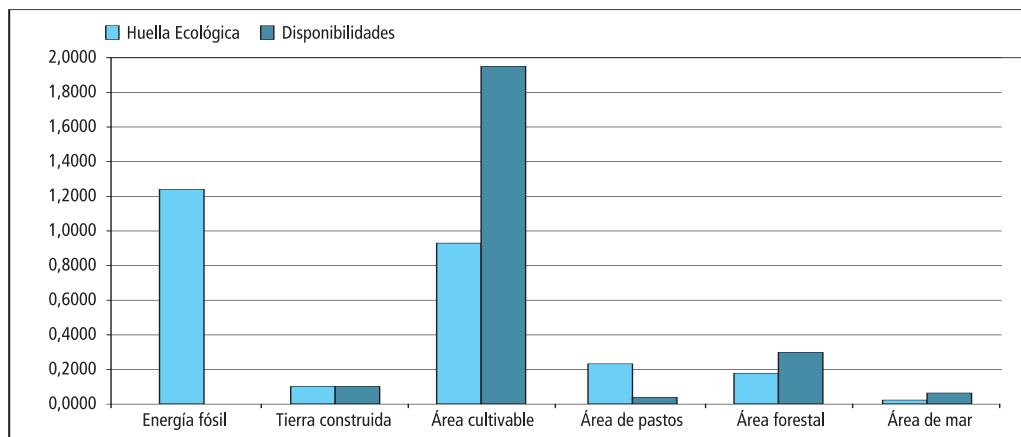
	Total Ha/hab	Factor de equivalencia	Total equivalente Ha/hab
Energía fósil	0,8741	1,40	1,2237
Tierra construida	0,0246	3,40	0,0836
Área cultivable	0,2736	3,40	0,9302
Área de pastos	0,5812	0,40	0,2325
Área forestal	0,1264	1,40	0,1769
Área de mar	0,2463	0,08	0,0197
<b>Total</b>	<b>2,1261</b>	<b>H.E.</b>	<b>2,6667</b>

	Factor de rendimiento	Superficie disponible Ha/hab	Factor de equivalencia	Superficie ajustada Ha/hab
Energía fósil			1,40	
Tierra construida	1,0022	0,02	3,40	0,0838
Área cultivable	1,0022	0,57	3,40	1,9369
Área de pastos	1,0070	0,10	0,40	0,0403
Área forestal	0,6554	0,31	1,40	0,2859
Área de mar	1,0000	0,68	0,08	0,0542
<b>Total</b>		<b>1,68</b>		<b>2,4011</b>
<b>Total (menos 12% para biodiversidad)</b>				<b>2,1130</b>

## Capacidad Disponible

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros anteriores puede deducirse que para cubrir las necesidades de consumo en Andalucía se necesitan 19,3 millones de hectáreas de tierra biológicamente productiva; sin embargo, tan sólo dispone de 15,3 millones. En otras palabras, el déficit ecológico en el que incurre la economía andaluza es de algo más de 4 millones de hectáreas bioproductivas.



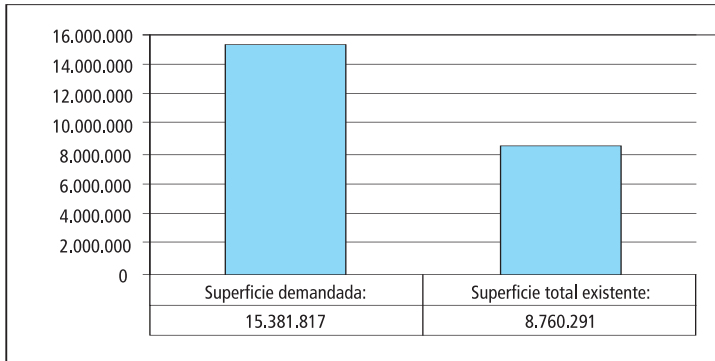
## Superávit o déficit ecológico de Andalucía, 1995 (Ha/hab)

Fuente: Elaboración propia

Si consideramos, por otro lado, la superficie requerida, sin ajustarla por los factores de equivalencia, que se eleva a 15,4 millones de hectáreas y la comparamos con los 8,8 millones de hectáreas realmente existente necesitaríamos casi dos territorios como el de Andalucía para satisfacer las necesidades de consumo de su población.

## Superficie demandada y existente en Andalucía (Ha)

Fuente: Elaboración propia



En definitiva, la capacidad de carga existente en Andalucía es insuficiente para atender las exigencias de su población. Conviene insistir, llegados a este punto, que los resultados alcanzados estiman por encima las capacidades disponibles y por debajo los requerimientos de recursos y servicios y, en consecuencia, el déficit real supera al calculado. En otro orden de cosas, cabe señalar, también, que la huella de Andalucía, las necesidades de tierra bioproductiva por habitante y año, supone un 53,7 por ciento de la huella media del Estado español. Esta cifra se aproxima a la participación de la renta *per cápita* andaluza respecto de la estatal, cuya cifra supera ligeramente, en 1995, el sesenta por ciento de la renta media del Estado español (BBV, 1999).





CAPÍTULO VI.  
APROXIMACIÓN A LA ESTIMACIÓN  
DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA  
AGLOMERACIÓN URBANA DE SEVILLA







E

En este capítulo proponemos una aproximación a la estimación de la huella ecológica para la Aglomeración Urbana de Sevilla. Para ello, en primer lugar, trazaremos unas breves pinceladas sobre el modelo de ocupación del territorio actualmente existente y el papel que en él juegan las grandes aglomeraciones urbanas y, en consecuencia, la relevancia de lo urbano en la relación existente entre este modelo de ocupación del espacio y el medio que le sirve de soporte. En segundo lugar, se indicarán las limitaciones estadísticas a las que se han enfrentado análisis de esta naturaleza, los remedios utilizados y la propuesta que hacemos, desde aquí, para nuestro particular estudio. En tercer lugar, realizamos una descripción de lo que consideramos Aglomeración Urbana de Sevilla indicando, al mismo tiempo, su posición provincial y regional y las implicaciones que esto tiene en la utilización del territorio. En cuarto lugar, por último, presentamos, de acuerdo con la metodología aplicada, los resultados obtenidos para el cálculo de la huella de la Aglomeración.



L

La implantación y desarrollo de la sociedad urbano-industrial<sup>1</sup> ha provocado una alteración en las pautas tradicionales de localización de los seres humanos en el espacio. De hecho, las localizaciones ecológicas han ido progresivamente distanciándose de las localizaciones geográficas. En otras palabras, para satisfacer las necesidades de consumo, algunas comunidades humanas, las más poderosas, aunque no sólo, violan sistemáticamente el sentido del límite y extienden sus localizaciones ecológicas a la totalidad del planeta.

La creciente urbanización de la población –en la actualidad casi el cincuenta por ciento de la población mundial y el ochenta por ciento de la población de los países industrializados habitan en ciudades–, su especial ocupación del territorio y uso de los recursos existentes ha derivado en una preocupación por el uso racional y equitativo de estos últimos<sup>2</sup>. Sin embargo, la respuesta a estos problemas ha venido generalmente de la mano de la traslación al espacio de los principios de racionalidad aplicados a la industria, siendo esta racionalidad, justamente, una de las principales causantes de estos problemas. Es por ello que, como indica José Manuel Naredo, paradójicamente «los afanes de tratar científicamente la «ordenación del territorio» surgen cuando la actuación de los hombres, liberada de las orientaciones mítico-religiosas anteriores y auspiciadas por una

## 6.1. Modelo de ocupación del territorio: importancia del tratamiento de lo urbano

1 Henri Lefebvre considera más adecuado expresarse en términos de sociedad urbana. Concibe a ésta como un proceso de «urbanización completa de la sociedad». Además, en la actualidad, concibe a la industrialización «como una etapa de la urbanización, como un momento, un intermediario, un instrumento. De tal forma que en el doble proceso (industrialización-urbanización), el segundo término domina tras un período en el cual predominaba el primero» (1976). Es más, entiende que el proceso de «complejización» de la sociedad «es fruto del tránsito de lo rural a lo industrial y de lo industrial a lo urbano.

2 Éste es un debate que adquirirá una especial importancia en el mundo de las ciencias sociales a

ética depredadora e insolidaria, ha creado una desordenación del territorio sin precedentes» (1983).

Son, pues, propuestas vinculadas a un modo especial de entender el entorno y la relación con éste, deudoras del pensamiento actual, de las concepciones generales imperantes, marcadas por un desenfrenado positivismo y arropadas por un halo de «cientifismo» que pretende eximirse de los juicios de valor (Terán, F. de, 1983).

De ahí, que de las diferentes disciplinas que constituyen la base para el corpus epistemológico de la «ordenación del territorio» como ciencia autónoma, el análisis económico espacial «será el que preste apoyo decisivo para la fundamentación teórica de la ordenación territorial en el momento en que entra en juego como factor político decisivo, la evaluación de los recursos y la búsqueda de estrategias óptimas para su utilización. La teoría económica se convierte así en la mayor proveedora de soportes conceptuales de la ordenación del territorio en su fase de madurez» (Terán, F. de, 1983).

La ordenación territorial se realiza bajo el supuesto de la inconsistencia en la sociedad actual, al menos en los países industrializados, de la dicotomía urbano-rural previamente existente (Baigorri, A., 1995). La urbanización es un fenómeno, en este sentido, totalizador, que afecta a la globalidad de la práctica social y territorial, la «urbanización realizada», la urbanización completa de la sociedad (Lefebvre, H., 1976). Lo urbano se expande cual mancha de aceite e impregna progresivamente extensiones cada vez más amplias del territorio. El «tejido urbano» crece, consumiendo cuanto encuentra a su paso. Como sugiere Henri Lefebvre «por tejido urbano no se entiende, de manera estrecha, la parte construida de las ciudades, sino el conjunto de manifestaciones del predominio de la ciudad sobre el campo» (1976). Esto es, la subordinación completa de lo agrario a lo urbano.

La extensión de la ciudad hacia el campo, la colonización de las zonas rurales, no se traduce en la asimilación de los comportamientos de la comunidad rural sino que, por el contrario, supone la traslación hacia estas áreas del estilo de vida urbano y las prácticas que, junto a él, tienen lugar. La racionalidad urbana se traslada al conjunto del territorio.

Así, la división funcional y el orden de la recta, del alineamiento y la perspectiva geométrica, en un tratamiento del espacio como ente abstracto que tiende a lo homogéneo (Lefebvre, H., 1976), que ya ensayara Haussmann y sus «geómetras urbanos» (Sennett, R., 1997) en el París del tercer cuarto del siglo XIX, por encargo de Napoleón III, y que posteriormente desarrollaran Bauhaus, Le Corbusier o Idelfonso Cerdá, entre otros, se traslada desde el ámbito urbano al conjunto del territorio. Todo ello, con el firme propósito, como afirma-

finales de los años sesenta, justo cuando el modelo precedente [en gran medida arropado por la fase de crecimiento económico continuado de los años cincuenta y sesenta y el «pacto social»] entra en crisis. A este respecto resulta interesante repasar el trabajo de John Friedmann y Clyde Weaver titulado Territorio y Función. Desde una perspectiva diferente, son, a nuestro criterio, muy pertinentes las observaciones que José Manuel Naredo realiza al respecto en «La ordenación del territorio: sus presupuestos y perspectivas en la actual crisis de civilización» (1983).

- 3 A la noción usual de eficiencia, habitual en economía, Liebenstein oponía lo que él denominaba «eficiencia x». A su entender existe una mayor motivación en los conjuntos comunitarios pequeños que en los grandes para alcanzar objetivos colectivos, ya sean relacionados con la subsistencia ya sean relativos a la propia calidad de vida, a la participación en la vida colectiva o a la vinculación con el entorno (citado por David Harvey, 1979).
- 4 Por racionalización entendemos aquí la querencia observada en pretender encerrar la realidad dentro de un modelo coherente (Morín, E., 1998).



ra Lewis Mumford, de ordenar a las personas y someter a la Naturaleza (1957).

Esta pretensión ordenadora se justifica, principalmente, por la primacía que el modelo de sociedad urbano-industrial otorga a la eficiencia<sup>3</sup> y a la racionalización<sup>4</sup> de las prácticas y comportamientos humanos. De aquí, que la concentración y la centralidad constituyan los principales fundamentos del desarrollo urbano. Sin embargo, tanto una como otra conducen a un modelo polarizado que agrava los desequilibrios previamente existentes. Paradójicamente, esta tendencia homogeneizadora instituye la disparidad. Lefebvre afirmaba, en su trabajo ya citado, que mientras la sociedad industrial homogeneiza, la sociedad urbana diferencia. La concentración de la actividad y la población, así como la centralización de las decisiones conducen a un proceso creciente de desterritorialización, generando a su paso una nueva dinámica en la relación seres humanos-naturaleza y entre los propios seres humanos. De hecho, se traducen en una pérdida progresiva de autosuficiencia, exigencias crecientes de recursos, mayores emisiones de desechos, extensión de la pobreza y la generación de fenómenos excluyentes.

Es por ello, que la creciente urbanización, causa y efecto de la propensión de los seres humanos, sobre todo en los dos últimos siglos, a ocupar y utilizar extensiones cada vez mayores de los espacios en los que tiene lugar la vida, constituya la principal preocupación desde el punto de vista de la sostenibilidad. Es por esta razón que, como ya se enunciara en Río, en 1992, «la batalla por la sostenibilidad se ganará o se perderá en las ciudades».



La **carencia** de datos estadísticos para estudios de base económica en ámbitos geográficos inferiores, como los municipios, ha llevado a algunos analistas a la necesidad de utilizar la información disponible para ámbitos espaciales superiores y a partir de ahí inferir los resultados para los municipios. Éste ha sido

el criterio utilizado en los análisis de huella ecológica existentes referido a realidades territoriales de escala inferior a la estatal, mejorando, eso sí, cuando ha sido posible, los resultados alcanzados introduciendo información relativa al ámbito espacial concreto objeto del estudio<sup>5</sup>.

Esto mismo ha ocurrido en otro tipo de análisis, no necesariamente de huella, cuando han pretendido abordar el análisis municipal o urbano. Así, por ejemplo, las Tablas Input-Output de la provincia de

5 Existen estimaciones para un número importante de ciudades. Todas ellas han utilizado el criterio de la población para trasladar los resultados obtenidos a escala estatal o regional, en algunos casos, al ámbito municipal. Entre estos estudios pueden citarse los realizados para Toronto y Vancouver por Mathis Wackernagel, con datos de 1993; para Xalapa (México), por Alejandro Callejas y Mathis Wackernagel, con datos de 1995; para Santiago de Chile, por International Council for Local Environment Initiatives (ICLEI), con datos de 1993; para Londres, por Institute for Environment and Development, con datos de 1995; para Malmöhus County (Suecia), por Mathis Wackernagel, Lillemor Lewman y Carina Brogsgröm Hansson, con datos de 1994. En el estado español, la primera estimación corresponde a la realizada por el Ayuntamiento de Barcelona con datos de 1995 y 1996; una estimación para Andalucía y una aproximación para el Área Metropolitana de Sevilla, de la Consejería de Obras Públicas y Transporte, con datos de 1996; una aproximación a la ciudad de Donostia, realizada por el Ayuntamiento de San Sebastián, con datos de 1998;... Todas ellas han utilizado, también, el criterio de la población, para trasladar los datos de ámbitos espaciales superiores al municipal.

## 6.2. Limitaciones estadísticas y nuevas necesidades de información

### 6.3. Propuesta metodológica para la determinación de la Huella Ecológica de los municipios andaluces

6 Aunque el Análisis de Componentes Principales y el Análisis Factorial están muy relacionados, hay autores que consideran que se trata de técnicas diferentes. En cualquier caso, a este respecto, tanto uno como otro persiguen explicar, a través de la obtención de factores (componentes), la mayor parte de la variancia de las variables originales. El Análisis Factorial, asume que existe un factor común subyacente a todas las variables. El Análisis de Componentes Principales, por su parte, considera que el primer factor (componente) sería aquel que explica una mayor parte de la variancia de las variables originales, el segundo explicaría la mayor parte de la variancia restante, esto es, de la que no explica el primer factor y así sucesivamente. En nuestro caso hemos obtenido, en todos los casos, un solo factor haciendo, por ello, menos importante esta diferencia.

Sevilla, que perseguían dibujar el perfil de las relaciones económicas metropolitanas se vieron abocadas a este tipo de limitación. En efecto, así se hace constar en su introducción cuando se dice que ante «la imposibilidad de abordar una tabla input-output (...), para el área metropolitana de Sevilla (...) se optó por una línea metodológica que incluía la elaboración de una tabla input-output para la provincia de Sevilla, a partir de la cual se establecería el perfil de la estructura de flujos económicos del área metropolitana» (1986).

De cualquier modo, este tipo de aproximaciones proporciona elementos que pueden resultar útiles tanto desde el punto de vista metodológico, cuanto por la información que se aporta dado que ésta, generalmente, se encuentra dispersa y referida en estudios de ámbitos espaciales superiores a los municipios.



A lo largo de las páginas precedentes se han apuntado estas limitaciones y se han justificado las aportaciones de naturaleza metodológica que hemos realizado. En el caso que ahora nos ocupa, la aglomeración urbana de Sevilla, hemos entendido que la traslación de los resultados alcanzados a esca-

la estatal o regional a la municipal, a partir del volumen de población existente, presenta unos resultados muy insatisfactorios. La razón fundamental de esta discrepancia estriba en que al utilizar el criterio de la población, estamos considerando las poblaciones homogéneas en su comportamiento. Este razonamiento desvirtuaría la naturaleza del estudio que llevamos a cabo, ya que desde nuestro punto de vista es justamente el diferente comportamiento de la población, en concreto el de las poblaciones de las grandes aglomeraciones urbanas, el originario de los principales problemas de sostenibilidad que soportan los diferentes territorios.

Es por esta razón, que realizamos una propuesta metodológica distinta aún siendo conscientes que no resuelve el problema de la falta de datos concretos relativos a los ámbitos municipales, que de estar disponibles permitirían alcanzar unos resultados más exactos. Esta mejora que proponemos consiste en diseñar un índice que muestre la Intensidad de Consumo por Unidad de Superficie (ICUS). A partir de este índice obtenemos un coeficiente (factor), apoyados en el Análisis de Componentes Principales<sup>6</sup>, en virtud del cual trasladamos los resultados alcanzados para Andalucía a los distintos municipios que constituyen esta Comunidad y particularmente a los municipios del área metropolitana de Sevilla. En otras palabras, lo que proponemos es sus-

tituir, para la estimación a escala municipal de la huella, la densidad (hab/Km<sup>2</sup>) por la intensidad de consumo (consumo/ Km<sup>2</sup>).

El objetivo que perseguimos al hacer uso del método de Análisis de Componentes Principales es reducir la dimensión de un conjunto o espacio inicial (variables originales) y obtener un índice o coeficiente representativo que resuma las correlaciones existentes entre diferentes variables.

Se trata, pues, de encontrar un índice construido a partir de variables significativas desde el punto de vista del análisis que estamos efectuando. Es por ello, que hemos seleccionado aquellas variables que, a nuestro criterio, reflejan la traslación de los modos de producir y consumir característico de las poblaciones urbanas a las distintas poblaciones. Tal vez, haya variables explicativas de estos comportamientos que no hayan sido consideradas, si esto ha ocurrido se ha debido bien a la falta de datos disponibles en el ámbito estudiado, el municipio, bien a que sean incompletos o bien a que estén expresados en unidades monetarias. No obstante, conforme exista información disponible esta propuesta podría mejorarse incorporando aquellas variables que se consideren oportunas.

Las variables escogidas han sido las siguientes:

- a) residuos sólidos urbanos
- b) parque de viviendas
- c) consumo de energía eléctrica
- d) número de establecimientos
- e) parque de vehículos
- f) plazas de hostelería y restauración.

A partir de estas variables se obtuvieron los ICUS, que expresan el consumo por unidad de superficie. Así, el índice para los residuos sólidos urbanos es el cociente de las toneladas de residuos generadas y la extensión, en hectáreas, de los municipios estudiados; el índice correspondiente al parque de viviendas, número de establecimientos, plazas de hostelería y restauración y parque de vehículos se obtiene por cociente entre el número de viviendas, establecimientos, plazas de hostelería y restauración y número de vehículos y la extensión, en hectáreas, de los diferentes municipios; y, por último, el índice referido a la energía se determina por cociente entre el consumo de energía eléctrica, en MWh, y la extensión, en hectáreas, de los municipios analizados.

Los criterios seguidos para la determinación de las variables originales, a partir de las cuales obtenemos el ICUS, han sido de diversa naturaleza. En primer lugar, como se ha comentado anteriormente, nos hemos inclinado por aquellas variables que consideramos expresan mejor las pautas de consumo del estilo de vida urbano-in-

dustrial y que caracterizan las dinámicas de las grandes aglomeraciones urbanas. En segundo lugar, se han elegido aquellas variables para las que se disponía de información para todos los municipios andaluces en términos físicos, por esta razón, y otras que no viene al caso comentar ahora, no se han incluido las inversiones (expresadas en unidades monetarias). En tercer lugar, se ha tenido en cuenta que las cifras proporcionadas reflejasen lo más fielmente posible la realidad de los distintos municipios; por ello, hemos considerado la evolución de estas cifras en el tiempo y se ha utilizado el promedio de los años de los que se dispone de información.

Municipios	RSU t/Km <sup>2</sup>	V Viv/Km <sup>2</sup>	H-R Plaz/Km <sup>2</sup>	VH Vh/Km <sup>2</sup>	EE MWh/Km <sup>2</sup>	E Est/Km <sup>2</sup>
Alcalá de Guadaíra	9.104	183	369	87	249.243	1243
Algaba (La)	31.380	534	1.210	201	69.449	2998
Almensorilla	4.752	645	0	55	20.653	730
Bormujos	17.017	3.463	3.533	175	84.248	2560
Camas	83.296	1.574	5.797	846	474.925	10258
Castilleja de Guzmán	8.738	3.196	0	130	59.284	1117
Castilleja de la Cuesta	360.538	3.430	60.653	2.869	1.156.334	31794
Coria del Río	1.374	312	0	135	49.763	1853
Dos Hermanas	25.642	814	238	225	160.133	2768
Espartinas	541	407	2.128	75	42.124	734
Gelves	16.601	2.264	0	232	121.372	2359
Gines	102.966	4.276	25.460	1.182	458.595	16293
Mairena del Aljarafe	60.859	2.073	2.984	753	278.449	9556
Palomares del Río	7.492	331	48	119	51.544	1058
Puebla del Río (La)	1.638	17	17	12	7.269	183
Rinconada (La)	4.306	228	482	67	54.100	1127
Salteras	1.542	68	951	19	28.444	245
San Juan de Aznalfarache	202.701	2.003	33.014	2.152	1.479.653	24367
Santiponce	31.730	957	11.790	275	150.656	3484
Sevilla	207.116	2.597	38.264	2.223	1.243.981	25701
Tomares	105.822	2.988	10.776	1.487	492.795	16470
Valencina de la Concepción	7.315	310	2.380	103	77.934	1683

### **Aglomeración Metropolitana de Sevilla: Intensidad de Consumo por Unidad de Superficie (ICUS).**

RSU = Residuos Sólidos Urbanos  
 E.E. = Consumo de energía eléctrica  
 VH = Parque de vehículos  
 V = Parque de viviendas  
 E = Número de establecimientos  
 H-R = Plazas de hostelería  
 y restauración  
 Fuentes:  
 IEA. Lipasam.  
 Mancomunidad Alcores.  
 Elaboración propia.

Hemos rehusado, además, la utilización de algunas variables que suelen usarse habitualmente en análisis socioeconómicos o en estudios en los que está involucrado el entorno físico, que presentan cierta proximidad al análisis de la huella que aquí hacemos. Así, se han quedado fuera, por ejemplo, el empleo y la erosión. En relación con el primero, no se ha introducido por la dificultad de identificar a escala local empleo y residencia, especialmente en el ámbito metropolitano; esto es, las realidades metropolitanas llevan a que, de una parte, los lugares de trabajo y de residencia no sean coincidentes y, de otra, que en los municipios muy próximos a la ciudad central, y que cumplen funciones fundamentalmente residenciales, las poblaciones de hecho y de derecho, en ocasiones, no sólo no son coincidentes sino que las diferencias son importantes. Por razones distintas no se ha intro-

ducido la erosión. En este caso las limitaciones tienen que ver con el propio método de estimación utilizado por el Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, que es quien proporciona esta información, y que deja fuera la superficie edificada, uso principal del suelo en las aglomeraciones urbanas especialmente de las ciudades centrales. Su inclusión, por tanto, habría desvirtuado los índices alcanzados puesto que privilegiaría a las zonas urbanas frente a aquellas en las que primen los usos agrícolas de la tierra.

Por último, no se ha introducido una variable que desde el punto de vista de los análisis de sostenibilidad es de suma importancia, nos estamos refiriendo al consumo de agua. De una parte, por la falta de información disponible para el ámbito analizado. De otra, porque a pesar de que la actividad consuntiva de agua se acentúa en realidades como las metropolitanas, sobre todo en aquellas áreas con predominio de la urbanización dispersa (chalés o adosados), es tan importante el uso que de este recurso realiza la actividad agraria que distorsionaría los resultados totales, perjudicando a las áreas rurales donde los procesos de urbanización están menos desarrollados.

Una vez hechas estas aclaraciones, obligadas por otra parte, pasamos a presentar los resultados alcanzados; esto es, los factores que posteriormente utilizaremos para la estimación de la huella ecológica de los distintos municipios andaluces y, en consecuencia, de los pertenecientes al área metropolitana de Sevilla objeto de nuestro estudio. Los cálculos se han realizando utilizando el programa informático SPSS.

Como es pertinente en análisis de esta naturaleza lo primero que hemos hecho es testar la viabilidad del uso de este tipo de herramientas para las variables seleccionadas. Esto se ha hecho para la provincia de Sevilla, y para el conjunto de Andalucía, con el propósito de obtener unos factores que nos permitiesen no sólo poder inferir unos resultados para el Área Metropolitana de Sevilla sino para todo el territorio andaluz. De este modo, podemos observar cómo

### Matriz de correlaciones, Andalucía

RSU = Residuos Sólidos Urbanos  
 E.E. = Consumo de energía eléctrica  
 VH = Parque de vehículos  
 V = Parque de viviendas  
 E = Número de establecimientos  
 H-R = Plazas de hostelería y restauración.

		RSU	E.E.	VH	V	E	H-R
<b>Correlación</b>	<b>RSU</b>	1,000	0,790	0,895	0,748	0,920	0,794
	<b>E.E.</b>	0,790	1,000	0,892	0,522	0,879	0,554
	<b>VH</b>	0,895	0,892	1,000	0,575	0,985	0,618
	<b>V</b>	0,748	0,522	0,575	1,000	0,665	0,820
	<b>E</b>	0,920	0,879	0,985	0,665	1,000	0,694
	<b>H-R</b>	0,794	0,554	0,618	0,820	0,694	1,000
<b>Significación (Unilateral)</b>	<b>RSU</b>	–	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>E.E.</b>	0,000	–	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>VH</b>	0,000	0,000	–	0,000	0,000	0,000
	<b>V</b>	0,000	0,000	0,000	–	0,000	0,000
	<b>E</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,000
	<b>H-R</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	–

el comportamiento observado en el Área Metropolitana de Sevilla se reproduce en otras Áreas o aglomeraciones urbanas andaluzas.

Para los 770 municipios andaluces los resultados obtenidos han sido los reflejados en el cuadro anterior:

La matriz de correlación nos indica las correlaciones significativas entre las distintas variables originales utilizadas. Generalmente se considera que son relevantes si proporciona valores alejados del cero, el límite que se suele usar es 0,30. Además se exige que los niveles de significación sean muy pequeños, inferiores a 0,001 y el valor del determinante muy reducido.

Como puede apreciarse en la matriz de correlaciones obtenida para Andalucía los diferentes ítems correlacionan entre sí de forma moderada o elevada, situándose todos los valores por encima de 0,5. Los niveles de significación son muy pequeños, inferiores a 0,001. Y, por último, el determinante arroja una cifra de  $5,5 \times 10^{-5}$  suficientemente baja, que indica unas correlaciones entre las variables muy elevadas.

También se ha obtenido la medida de adecuación del muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin, índice que compara las magnitudes de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parciales (medida de la fuerza de la relación entre las variables). Se suele considerar un valor próximo a 0,90 excelente; a 0,80 meritorio; a 0,70 mediano; 0,60 mediocre; y, por último, una cifra que se aproxime a 0,50 inaceptable. En nuestro caso la cantidad obtenida es de 0,823.

### Matriz de correlaciones, municipios de Sevilla y Andalucía

RSU = Residuos Sólidos Urbanos  
 E.E. = Consumo de energía eléctrica  
 VH = Parque de vehículos  
 V = Parque de viviendas  
 E = Número de establecimientos  
 H-R = Plazas de hostelería y restauración

		RSU	V	H-R	VH	E.E.	E
Correlación	RSU	1,000	0,697	0,967	0,980	0,932	0,973
	V	0,697	1,000	0,672	0,746	0,669	0,763
	H-R	0,967	0,672	1,000	0,946	0,904	0,943
	VH	0,980	0,746	0,946	1,000	0,962	0,997
	E.E.	0,932	0,669	0,904	0,962	1,000	0,959
	E	0,973	0,763	0,943	0,997	0,959	1,000
Significación (Unilateral)	RSU	–	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	V	0,000	–	0,000	0,000	0,000	0,000
	H-R	0,000	0,000	–	0,000	0,000	0,000
	VH	0,000	0,000	0,000	–	0,000	0,000
	E.E.	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,000
	E	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	–

Por último, los resultados proporcionan un solo factor, representado por una componente principal que explica el 80,1 por ciento de la variancia total.

La matriz anterior refleja los resultados que arroja el análisis para la provincia de Sevilla. En este caso, para la determinación del factor, hemos considerado las intensidades de consumo por unidad de superficie de los 105 municipios y del total de Andalucía, sin conta-

bilizar en esta última los datos correspondientes a los municipios de la provincia de Sevilla.

Al igual que para Andalucía, la matriz de correlaciones proporciona valores muy elevados (todos prácticamente se encuentran por encima de 0,70) y unos niveles de significación muy bajos, por debajo de 0,001. El valor del determinante, en este caso, es de  $3,2 \times 10^{-7}$ .

Por su parte, la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin alcanza una cifra de 0,847. Y, por último, también obtenemos un solo factor que explica el 90,0 por ciento de la variancia total.

Una vez determinado el índice podemos estimar la huella ecológica correspondiente a cada municipio como el producto de la huella por habitante de Andalucía y el valor índice correspondiente al municipio en cuestión.

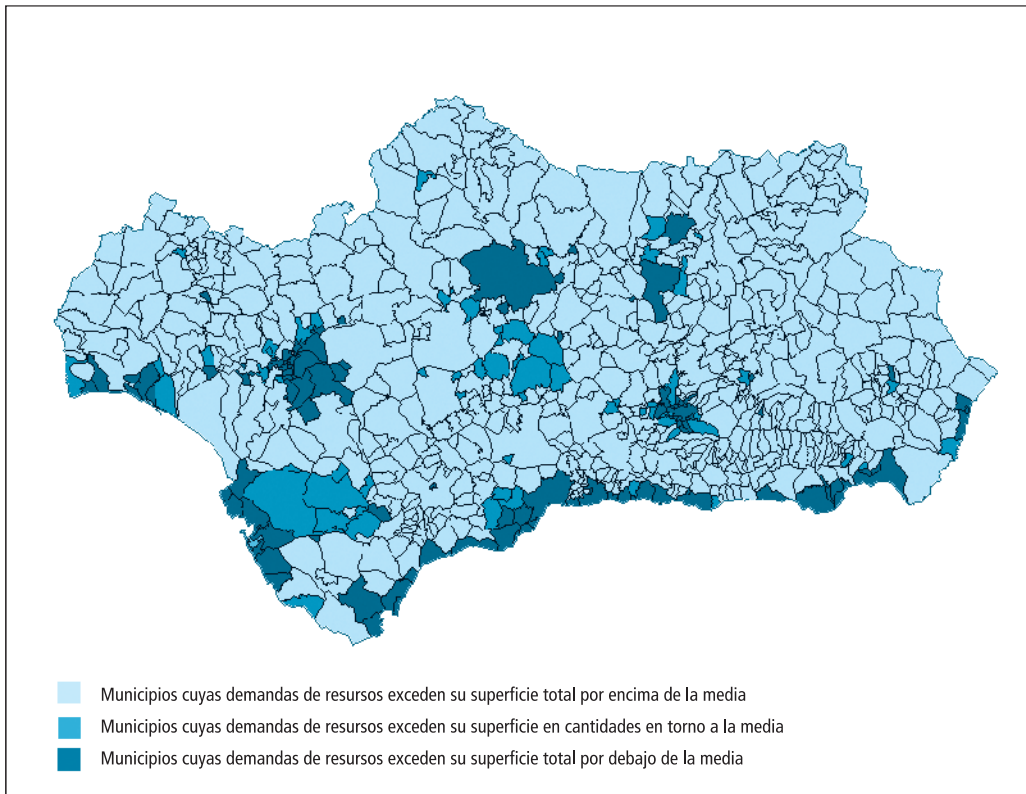
### Índice para la determinación de la huella municipal (Andalucía 100)

Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Índice	Municipio	Índice	Municipio	Índice
Aguadulce	102	Corrales (Los)	94	Pedroso(El)	91
Alanís	91	Dos Hermanas	147	Peñaflor	93
Albaida del Aljarafe	101	Écija	94	Pilas	109
Alcalá de Guadaira	126	Espartinas	112	Pruna	93
Alcalá del Río	100	Estepa	96	Puebla de Cazalla (La)	94
Alcolea del Río	98	Fuentes de Andalucía	94	Puebla de los Infantes (La)	92
Algaba (La)	139	Garrobo (El)	95	Puebla del Río(La)	93
Algámitas	95	Gelves	164	Real de la Jara(El)	92
Almadén de la Plata	91	Gerena	93	Rinconada (La)	109
Almensilla	110	Gilena	96	Roda de Andalucía (La)	96
Arahal	97	Gines	404	Ronquillo(El)	93
Aznalcázar	91	Guadalcanal	92	Rubio (El)	102
Aznalcóllar	96	Guillena	94	Salteras	99
Badolatosa	94	Herrera	100	San Juan de Aznalfarache	570
Benacazón	103	Huévar	93	Sanlúcar la Mayor	98
Bollullos de la Mitación	96	Lantejuela (La)	102	San Nicolás del Puerto	92
Bormujos	188	Lebrija	96	Santiponce	181
Brenes	133	Lora de Estepa	95	Saucejo (El)	93
Burguillos	95	Lora del Río	95	Sevilla	582
Cabezas de San Juan (Las)	95	Luisiana (La)	99	Tocina	138
Camas	272	Madroño (El)	91	Tomares	367
Campana (La)	95	Mairena del Alcor	111	Umbrete	119
Cantillana	97	Mairena del Aljarafe	244	Utrera	96
Carmona	93	Marchena	94	Valencina de la Concepción	121
Carrión de los Céspedes	117	Marinaleda	96	Villamanrique de la Condesa	95
Casariche	96	Martín de la Jara	94	Villanueva del Ariscal	161
Castilblanco de los Arroyos	92	Molares (Los)	94	Villanueva del Río y Minas	93
Castilleja de Guzmán	163	Montellano	94	Villanueva de San Juan	93
Castilleja de la Cuesta	748	Morón de la Frontera	95	Villaverde del Río	101
Castilleja del Campo	96	Navas de la Concepción (Las)	92	Viso del Alcor(El)	156
Castillo de las Guardas	91	Olivares	102	Cañada Rosal	96
Cazalla de la Sierra	93	Osuna	93	Villafranco del Guadalquivir	120
Constantina	92	Palacios y Villafranca (Los)	111	Cuervo (El)	101
Coria del Río	113	Palomares del Río	112	Andalucía	100
Coripe	92	Paradas	96		
Coronil (El)	94	Pedraera	96		

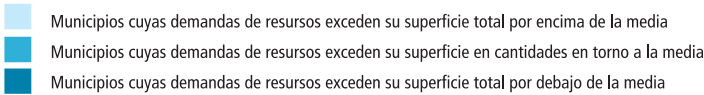
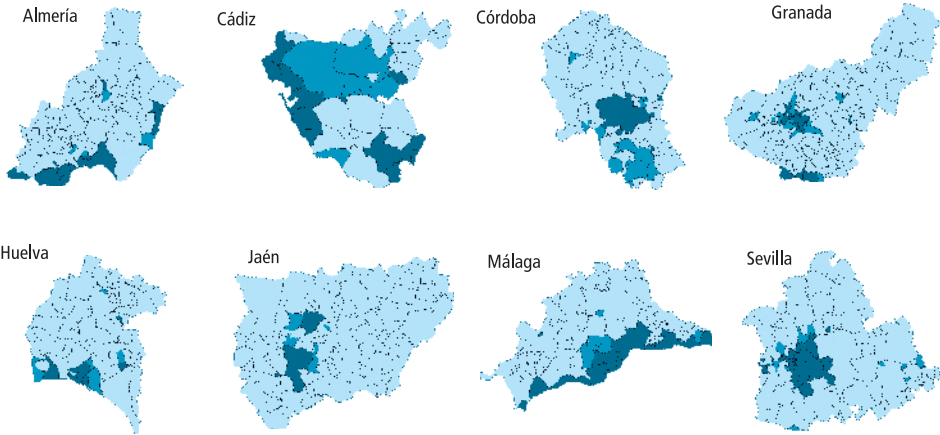
Este mismo procedimiento nos permite obtener la huella ecológica para el conjunto de municipios de Andalucía y, de este modo, tener un mosaico de la distribución de la huella por el territorio andaluz (ver Anexos). Como puede deducirse, la huella andaluza no es la suma de la huella correspondiente a cada municipio. En el mapa que presentamos a continuación, puede apreciarse que la mayor presión y, en consecuencia, las mayores exigencias de recursos se encuentran muy concentradas en torno a las aglomeraciones urbanas importantes y capitales de provincia, así como en áreas del litoral andaluz.

### Huella ecológica de los municipios de Andalucía



Esto mismo puede verse de manera más detallada provincia por provincia. Si bajamos a este nivel de detalle puede observarse la relación existente entre las conformaciones metropolitanas y la presión ejercida sobre el territorio derivada de sus mayores consumos. Posteriormente, cuando analicemos el área metropolitana de Sevilla, veremos cómo estas exigencias se satisfacen principalmente con recursos que provienen del exterior de las demarcaciones municipales de las propias aglomeraciones reforzando el carácter dependiente de éstas y la progresiva pérdida de autosuficiencia para satisfacer sus propios requerimientos de recursos.



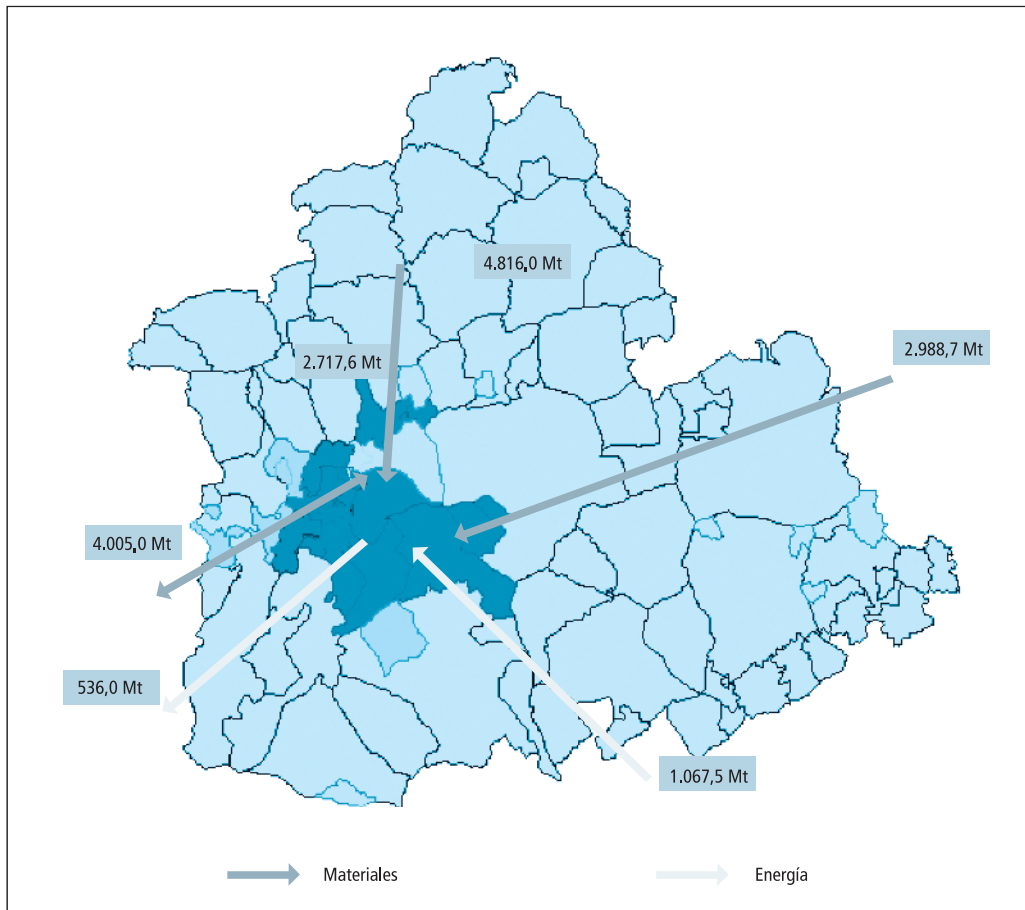


a **dinámica** seguida en las cuatro últimas décadas, pero sobre todo a partir de los años ochenta, de los asentamientos humanos andaluces va configurando una estructura y organización del territorio donde uno de los aspectos más sobresalientes, desde el punto de vista de la sostenibilidad, es la fuerte

fragmentación y polarización así como la creciente dependencia de unos espacios respecto de otros; estableciéndose, además, una relación de asimetría y un orden jerárquico en el que las grandes aglomeraciones se constituyen en áreas de apropiación quedando el resto relegado a funciones de extracción, disfrute y vertido.

Como puede apreciarse en el mapa que presentamos a continuación para satisfacer los requerimientos de la aglomeración urbana de Sevilla la capacidad de autoabastecimiento de la propia área es muy limitada. En efecto, para alimentar el funcionamiento de la aglomeración son necesarias 11,6 millones de toneladas de materiales y energía, de las que tan sólo algo más de la quinta parte procede de la propia aglomeración; esto es, de cada 5 toneladas requeridas tan sólo una procede del interior del área metropolitana. Siendo, por lo demás, el saldo de entradas y salidas netas claramente negativo. Mientras las importaciones de materiales y energía de la aglomeración ascienden a 11,6 millones de toneladas, las exportaciones alcanzan tan sólo 4,5 millones de toneladas.

## 6.4. La Aglomeración Urbana de Sevilla en el sistema de ciudades de Andalucía



### Flujo de materiales y energía en el Área Metropolitana de Sevilla

Fuente: Elaboración propia, a partir de las Tablas Input-Output de la provincia de Sevilla, 1986.

La consideración de las realidades urbanas como un sistema polarizado y altamente dependiente del medio que le sirve de soporte, que desde aquí postulamos, se distancia del enfoque usual que concibe el territorio como un sistema integrado basado en la interdependencia de los distintos asentamientos humanos, donde las grandes ciudades constituyen el epifenómeno de un sistema más amplio de organización espacial. Esta visión, de una parte, vela la relación de dependencia y conflictividad entre los asentamientos humanos y los otros ecosistemas en los que se inserta; de otra, no quedan bien reflejadas las relaciones asimétricas que modelos de esta naturaleza generan entre los diferentes asentamientos.

Si bien, la dicotomía urbano-rural, como comentábamos anteriormente, ha perdido progresivamente consistencia en la medida en que el comportamiento urbano-industrial se ha ido extendiendo a lo largo y ancho del territorio, no es menos cierto que la polariza-

ción a que hacíamos referencia anteriormente, da lugar a un modelo de ordenación del territorio con realidades asimétricas cada vez más distanciadas unas de otras y con repercusiones importantes sobre la sostenibilidad global de los asentamientos en su conjunto. De hecho, la tendencia a la concentración de la población en una parte reducida del territorio y el desplazamiento de los usos agrícolas y rurales puede derivar en un abandono definitivo de la población de extensas zonas del territorio e incluso en un progresivo deterioro de las ciudades medias andaluzas (Gavira, L., 2002).

Es justamente la extraordinaria expansión que han registrado las grandes aglomeraciones urbanas lo que ha hecho que el fenómeno urbanizador adquiera cada vez más relevancia, incluso que sean necesarias nuevas definiciones para aprehender la realidad territorial del hecho metropolitano. Obsérvese, a modo de ejemplo, que el suelo urbanizado de Sevilla y su área de influencia se ha multiplicado por diez en las tres últimas décadas (Feria Toribio, J.M., 2000), mientras que su población lo hizo en algo menos de 1,5 veces.

A pesar de que el Plan General de Sevilla de 1963 ya hacía referencia a la necesidad de considerar la planificación para un ámbito que fuera más allá del municipal y que en 1974 el Avance el Plan General para la Comarca de Sevilla plantee explícitamente una política territorial y urbana a nivel metropolitano tuvieron que transcurrir más de veinte años para que, y con una realidad metropolitana más acusada, vuelva a considerarse la reorganización de un aglomerado con grandes dosis de caos<sup>7</sup> a través del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla<sup>8</sup>.

Paradójicamente, estas realidades supramunicipales, mucho más complejas y difusas que las ciudades tradicionales, no cuentan con una información estadística adecuada que permita una aproximación razonable, tanto desde el punto de vista de su delimitación conceptual cuanto desde el punto de vista del conocimiento e intervención en los fenómenos a ella asociados. Ello favorece que, en ocasiones, se usen distintos términos (municipio central, área metropolitana, región metropolitana, aglomeración urbana, ciudad central, ciudad metropolitana, ciudad región...) para referirse a realidades urbanas complejas y heterogéneas y que, por estas mismas razones, el tratamiento que se les da presente cierta flexibilidad.

La falta de información estadística conduce, generalmente, a partir de la provincia considerando a ésta como región urbana funcional o región metropolitana, una asimilación, a nuestro criterio, sin fundamento, excepto los puramente instrumentales, que consagra una demarcación geográfica arbitraria y que asume un comportamiento homogéneo del conjunto de la población bajo su circunscripción.

7 En estos términos se expresa el Documento correspondiente a la mesa 5 del Plan General de Sevilla, titulado La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla, elaborado bajo la responsabilidad de José María Feria Toribio.

8 En 1985, la Ley reguladora de las Bases del Régimen Local plantea la posibilidad de la constitución de áreas metropolitanas como entidades locales. Definidas como entidades locales integradas por los municipios de grandes aglomeraciones urbanas, entre cuyos núcleos de población existan vinculaciones económicas y sociales que hagan necesarias la planificación conjunta y la coordinación de determinados servicios y obras, materias cuyas competencias corresponden a las Comunidades Autónomas.

En nuestro caso hemos decidido inclinarnos por una delimitación espacial de la aglomeración urbana o área metropolitana, próxima a lo que en el Plan General se define como primera corona metropolitana, idéntica a la establecida en el *Acuerdo de 31 de mayo de 1994, del Consejo de Gobierno* (Junta de Andalucía), por el que se formula el *Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla*, publicado en BOJA, número 98, de 30 de junio de 1994. Esta delimitación es similar a la adoptada por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía tanto en el *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía*, como en el Plan de Infraestructuras de Andalucía 1997-2007, fechados ambos en 1998. Así mismo, se han tenido en cuenta los criterios utilizados en la elaboración de las *Tablas Input-Output de la provincia de Sevilla. Perfil de las relaciones económicas metropolitanas* (1986) y los seguidos en *El sistema urbano andaluz* (1992).

Lo anterior no impide que reconozcamos que las relaciones entre Sevilla y los municipios circundantes no sólo se hayan acentuado en los últimos años sino que se haya extendido a otras localidades próximas superando la delimitación adoptada. Es más, las tendencias apuntan a la conformación de una demarcación metropolitana más amplia derivada de las nuevas infraestructuras proyectadas, especialmente en su zona oeste con la puesta en marcha de la nueva SE-40.

Este hecho, que no es singular de la aglomeración sevillana ha llevado a consideraciones más flexibles de los criterios utilizados para las demarcaciones metropolitanas. Así, se consideran áreas metropolitanas mayores a aquellas cuyo umbral de población para el conjunto del área supere al millón de habitantes y cuyos municipios se rijan por los criterios de homogeneidad (densidades, dinámicas demográficas, población activa urbana...), integración (residencia, trabajo, sistemas de transportes, división espacial de las actividades productivas, comerciales y de ocio...) y morfología (contigüidad espacial, pertenencia a sistemas de configuración territorial...) (Feria Toribio, J.M., 1992; 2000).

Es por ello que el documento *La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla*, citado, considera hasta 41 municipios y el municipio central como delimitación del área metropolitana actual de Sevilla<sup>9</sup>.

Para la estimación de la huella consideraremos 22 municipios (incluida Sevilla capital), lo que el Plan General denomina primera corona metropolitana, dado que es donde en la actualidad se producen las relaciones más intensas y los que participan en la división funcional principal entre actividades productivas, comerciales y de ocio y residenciales. Sin embargo, cuando realicemos el análisis del

9 Con una población, en 2001, de 1.347.284 habitantes, algo más del 77 por ciento del total provincial.

área metropolitana tendremos en cuenta algunos aspectos relativos a los municipios correspondientes a la dimensión metropolitana que se desprende del propio Plan y que anticipan tendencias futuras, en cierto modo hoy ya visibles.

El área metropolitana de Sevilla constituye la aglomeración urbana más compleja y de mayor volumen de población de cuantas existen en Andalucía. Cuenta con una población de 1.116.867 habitantes, que representa el 63,9 por ciento del total provincial<sup>10</sup>, concentrado en el 9,9 por ciento de la superficie total de la provincia. Surge, en un primer momento, como el resultado de la expansión de la ciudad central derivadas de la implantación del Polo de Desarrollo en 1964. Así, y a pesar de la escasa presencia de la industria en la región constituye en los inicios del desarrollo metropolitano un elemento importante en la dispersión espacial del crecimiento de la ciudad central, registrándose en el período 1960-75 las mayores tasas de crecimiento (2,09 por ciento anual). Fue, por tanto, la delimitación del Polo de Desarrollo en los términos municipales de Sevilla, Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas uno de los primeros factores que favorecieron la propagación de las relaciones metropolitanas en el área de Sevilla (Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1991). Al principio, la ciudad central se expande hacia el Sur.

A diferencia de otros procesos de metropolización no se produce en el caso de Sevilla un rápido declinar de la ciudad densa sino que, por el contrario, en la década de los sesenta y setenta, que es cuando empieza a conformarse el área metropolitana, más de los dos tercios del crecimiento absoluto de población del área se debe a la ciudad central. Es más, en la actualidad, la ciudad de Sevilla sigue teniendo un comportamiento poco ajustado a las dinámicas observadas en otras grandes aglomeraciones (Bilbao, Barcelona, Madrid y Valencia) y, al contrario de lo que indica la teoría, en relación con la evolución de los espacios metropolitanos, el municipio central no sólo no pierde población sino que –según los últimos datos facilitados por el Instituto Nacional de Estadística del Censo de 2001– su población de derecho alcanza la cifra de 704.114 habitantes, con un ligero incremento sobre el padrón de 1996 de 6.627 habitantes y sobre el censo de 1991 el aumento se sitúa en los 21.086 habitan-

	1981	1991	2001	(1981/2001)
Barcelona	1.752.627	1.643.542	1.503.884	(248.743)
Bilbao	433.115	369.839	349.972	(83.143)
Madrid	3.158.818	3.010.492	2.938.723	(220.095)
Sevilla	645.817	683.028	704.114	58.297
Valencia	744.748	752.909	738.441	(6.307)

### Variación de la población de derecho por capitales de provincia

Fuente:  
INE. Elaboración propia.

tes. El municipio de Sevilla sigue concentrando, por lo demás, la mayor proporción de población del conjunto de la aglomeración y a una considerable distancia del resto de los municipios que la conforman.

Como podemos advertir en los cuadros que vienen a continuación a pesar del aumento de población registrado por el municipio de Sevilla, más atenuado en las últimas dos décadas, los saldos migratorios observados en los últimos años son claramente deficitarios. Son las localidades de la aglomeración urbana, especialmente las de la zona central del Ajarafe (Mairena del Aljarafe, Tomares, Bormujos, Castilleja de Guzmán, Espartinas, Gines...) y Dos Hermanas, las principales receptoras de los movimientos de población producidos, cumpliendo principalmente funciones residenciales para la población desplazada de la capital sevillana.

### Aumento relativo de población de los municipios del Área Metropolitana de Sevilla (%)

Fuentes:

IEA. INE. Elaboración propia.

(1) Villafranco del Guadalquivir (a partir de 2000 Isla Mayor) se segrega de La Puebla del Río en 1994. Su población en la actualidad es de 5.856 habitantes, la de La Puebla del Río asciende a 10.499 habitantes.

### Saldos migratorios (de 1988 a 2001) e índices de envejecimiento de los municipios del área metropolitana.

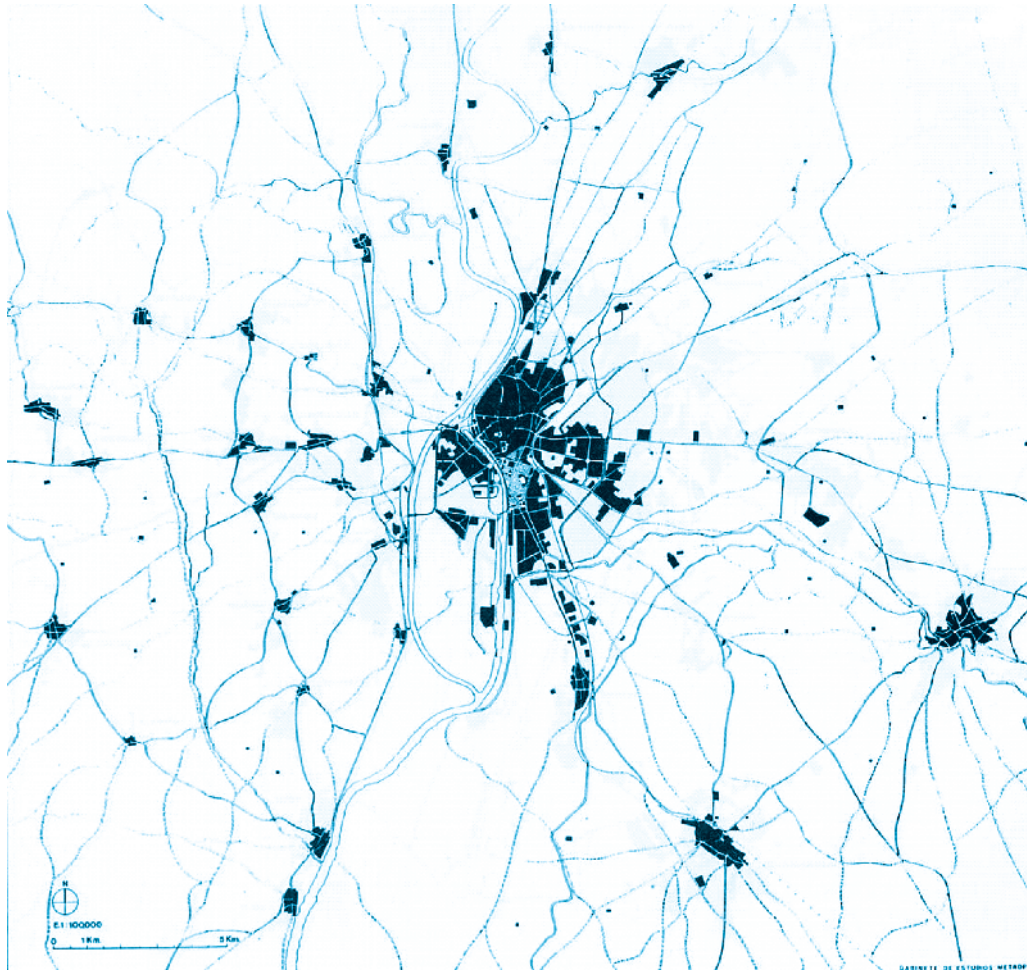
Fuente:

Atlas Sevilla Metropolitana 2003.  
Ayuntamiento de Sevilla.  
Sevilla Global

	1960-70	1970-81	1981-91	1991-2001
Alcalá de Guadaíra	8,87	35,67	14,66	9,89
Algaba (La)	28,68	6,97	6,56	5,78
Almensilla	9,26	5,95	16,58	86,39
Bormujos	24,49	20,74	13,58	126,61
Camas	36,47	14,76	-0,29	-2,10
Castilleja de Guzmán	-5,65	-22,10	73,08	419,44
Castilleja de la Cuesta	15,35	138,64	25,80	7,62
Coria del Río	27,45	3,93	9,89	9,63
Dos Hermanas	44,25	45,04	35,58	30,71
Espartinas	8,50	7,83	48,37	105,68
Gelves	2,93	5,33	16,07	65,82
Gines	36,37	41,87	54,26	71,91
Mairena del Aljarafe	75,54	237,65	93,78	45,92
Palomares del Río	5,19	14,52	106,63	50,04
Puebla del Río (La)(1)	3,38	4,35	19,17	-35,89
Rinconada (La)	9,13	21,65	16,67	37,35
Salteras	-0,71	2,24	12,12	30,93
San Juan de Aznalfarache	89,34	11,21	-3,00	-11,24
Santiponce	28,38	31,75	8,28	12,61
Sevilla	23,50	18,35	5,76	3,09
Tomares	32,15	51,84	128,49	38,56
Valencina de la Concepción	11,56	28,48	37,30	57,60

Municipio	Índice de envejecimiento	Saldo migratorio	Municipio	Índice de envejecimiento	Saldo migratorio
Alcalá de Guad <sup>a</sup> .	11,21	780	Gines	8,55	3.481
Algaba (La)	13,16	58	Mairena del Alj	6,03	10.530
Almensilla	9,14	1.373	Palomares Río	10,50	1.335
Bormujos	7,50	4.954	Puebla del Río	11,85	-254
Camas	14,29	-1.437	Rinconada (La)	9,04	5.041
Castilleja de Guz.	3,96	1.410	Salteras	10,47	719
Castilleja Cuesta	9,63	436	San Juan Aznalf	13,85	-2.624
Coria del Río	12,60	889	Santiponce	11,85	616
Dos Hermanas	9,05	18.160	Sevilla	15,19	-20.923
Espartinas	8,90	2.340	Tomares	6,30	3.500
Gelves	8,45	1.434	Valencina Ción.	8,22	2.217

En los mapas siguientes observamos la evolución de la aglomeración urbana desde 1956. En el segundo de ellos se recoge la delimitación del área correspondiente a los 42 municipios, de acuerdo a la nueva definición del área que se adopta en el documento *La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla*, citado.



Esta extensión de la ciudad central ha provocado, por ejemplo, que las previsiones de planeamiento de Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas dupliquen la capacidad residencial en número de viviendas respecto a 1991 (27 por ciento de la capacidad actual del municipio de Sevilla). Es más, para esas viviendas se destina una cantidad de suelo prácticamente igual a la que actualmente se asigna para ese mismo uso en el planeamiento vigente en Sevilla capital. Del mismo modo, del conjunto de suelos clasificados como urba-

### Área Metropolitana de Sevilla, 1956

Fuente:  
Oficina del Plan de Sevilla.  
«La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla»  
([www.plandesevilla.org](http://www.plandesevilla.org))



## Área Metropolitana de Sevilla, 1998

Fuente:  
Oficina del Plan de Sevilla.  
«La emergencia del territorio  
metropolitano de Sevilla»  
(www.plandesevilla.org)

nos o urbanizables en la zona norte del Aljarafe un 65 por ciento va destinado a viviendas, duplicándose la capacidad residencial de la misma.

No obstante, los desarrollos urbanos más extensos y más intensos se producen en el sector central del Aljarafe. Esto ha dado lugar a un continuo urbano, que puede apreciarse en toda la cornisa del Aljarafe prácticamente colmatada, entre Castilleja de la Cuesta y Gines, entre Tomares, Bormujos, San Juan de Aznalfarache y Mairena del Aljarafe, que se verá reforzado y ampliado con la implantación de la SE-40. En este sentido, puede apreciarse el alcance de lo que aquí decimos si observamos que, por ejemplo, Castilleja de la Cuesta, Gines y Tomares tienen clasificados como suelo urbano o urbanizable el 97,2, el 80,5 y el 72,8 por ciento respectivamente de su superficie total.

La expansión del municipio de Sevilla se ha visto reforzado, asimismo, por las importantes obras de infraestructura que tuvieron lu-



gar con motivo de la Exposición Universal de 1992, que animaron un fuerte proceso especulativo tanto en el interior de la ciudad central como en los municipios próximos<sup>11</sup> y un considerable aumento de la movilidad en el conjunto de la aglomeración urbana, asumiendo los municipios de la aglomeración una fuerte especialización funcional, principalmente residencial y en algunos enclaves comercial<sup>12</sup> y de ocio.

Municipios	%	Municipios	%
Alcalá de Guadaíra	28,05	Gines	60,93
Algaba (La)	18,17	Máirena del Aljarafe	30,00
Almensilla	130,82	Palomares del Río	44,84
Bormujos	433,05	Puebla del Río (La)(1)	23,50
Camas	17,95	Rinconada (La)	38,88
Castilleja de Guzmán	389,68	Salteras	77,19
Castilleja de la Cuesta	12,92	San Juan de Aznalfarache	18,49
Coria del Río	23,51	Santiponce	35,19
Dos Hermanas	44,77	Sevilla	11,79
Espartinas	87,73	Tomares	28,83
Gelves	138,24	Valencina de la Concepción	39,50

Como puede apreciarse en el cuadro anterior son localidades próximas a la ciudad central, aquellas que satisfacen, principalmente, funciones residenciales, las que conocen los mayores crecimientos, muy por encima de los registrados en Sevilla ciudad. De este modo, se suman a las que ya prácticamente han agotado su suelo municipal para ir cerrando y colmatando la superficie que circunda la capital metropolitana, estableciendo un continuo urbano sin límites claramente definidos.

Así pues, si bien en un primer momento fue el establecimiento del Polo de Desarrollo el impulsor de la expansión urbana de la capital hispalense, en las últimas décadas la mayor movilidad y migraciones han sido el fruto de la segregación de funciones de la propia ciudad central hacia los municipios próximos favoreciendo una intensa actividad urbanística que ha conducido a que en algunos municipios de la zona, en la actualidad, como indicábamos anteriormente, tengan su superficie prácticamente urbanizada, siendo su principal destino el residencial.

Es por ello, que la manera en que se ha ido conformando el espacio metropolitano, apoyado en un modelo monofuncional de crecimiento urbano disperso, provoca unos elevados niveles de movilidad unido a una fuerte dependencia del vehículo privado. En efecto, en la ordenación futura de la aglomeración se sigue considerando como elementos estructurales fundamentales los trazados viarios: ronda de circunvalación SE-40 (anillo que circunscribe al actual SE-30, ya colapsado); variante oeste-Aljarafe; nuevo acceso nor-

### Incremento del número de viviendas construidas en el AMS (1994-2000), en porcentaje

Fuente:  
Elaboración propia, a partir de Atlas Sevilla Metropolitana 2003.  
Ayuntamiento de Sevilla.  
Sevilla Global.

11 De acuerdo con los datos suministrados por GAESCO (empresas del sector de la construcción), corroborando los facilitados por TISA (tasadores inmobiliarios), los precios de la vivienda en Sevilla aumentaron en los últimos 6 ó 7 años entre un 64 y un 76 por ciento, con aumentos en torno al veinte por ciento algunos años. Aumentos derivados, entre otras razones, del aumento relativo de la promoción de viviendas de renta libre frente a las de promoción pública que, por ejemplo, se redujo en 2000 un 65 por ciento.

12 A pesar de la implantación de una importante dotación comercial y de ocio en algunos municipios del área metropolitana (San Juan de Aznalfarache, Tomares, Camas, Bormujos, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra y La Rinconada), la capital sigue concentrando el mayor porcentaje de estas actividades. En concreto, el 63,5 por ciento de la superficie de venta correspondiente a Grandes Superficies Comerciales se localiza en el municipio de Sevilla.

## La movilidad en grandes aglomeraciones urbanas: cuadro comparativo

Fuentes:  
Estudios de Movilidad en Bizkaia (1998); Encuesta de Movilidad Origen-Destino de Málaga (MOPTMA, 1993); Plan Intermodal de Transportes del Área Metropolitana de Sevilla (1995); Jornadas Técnicas sobre la Encuesta Domiciliaria de Movilidad, Madrid (1998); La mobilitat quotidiana a la Regió Metropolitana de Barcelona (1997), tomadas de A pié, número 0, octubre de 1999 (<http://personal.telefonica.terra.es/web/apiemadrid/Numero0-web.pdf>)

te de Sevilla; variante sur, con el desdoble de la carretera Sevilla-Utrera; variante de la N-630; etcétera. Estos trazados están concebidos para mejorar las relaciones viarias en la aglomeración pero, a su vez, son el acicate de nuevos desarrollos fundamentalmente residenciales extensivos, fomentando migraciones continuadas de la población hacia los espacios donde la oferta de suelo es amplia y, en consecuencia, aumentando los desplazamientos y reduciendo la capacidad de los trazados viarios existentes, reclamando, seguidamente, nuevas ampliaciones.

Fruto de esta distribución de los asentamientos en el territorio metropolitano, de acuerdo con la información suministrada por la propia Oficina del Plan de Sevilla, la relación entre el transporte público y el vehículo privado, en la Aglomeración Urbana de Sevilla, descendió de un 40 por ciento a un 32 por ciento en la primera parte de la década de los noventa, justo cuando se registran los primeros movimientos migratorios importantes de pequeña escala (en el interior de la aglomeración); el transporte público sólo opera de forma dominante en el interior de la ciudad central. Esto no es, por lo demás, algo específico del modelo de desarrollo de la aglomeración sevillana sino que es una constante presente en este tipo de espacios metropolitanos. En efecto, el urbanista francés Vincent Fouchier (2002) encontró una fuerte correlación entre la mayor densidad y diversidad de funciones y equipamientos urbanos y el menor porcentaje de personas que usan el vehículo privado para desplazarse, poniendo de relieve la importancia del automóvil en este tipo de asentamientos dispersos.

Ciudad	Barcelona	Bilbao	Madrid	Málaga	Sevilla
Ámbito	Área Metropolitana	Provincia de Vizcaya	Área Metropolitana	Área Metropolitana	Área Metropolitana
Habitantes	3.700.000	1.140.000	4.577.000	732.000	1.022.000
Fecha	1996	1997	1996	1993	1995
Viajes a pié	34%	44%	37%	49%	41%
Tte. Colectivo	31%	19%	34%	13%	17%
Automóvil	35%	31%	29%	34%	37%
Otros	—	6%	—	4%	5%

A pesar de ello, esta movilidad, que principalmente se produce entre la ciudad central y el resto de los municipios del área, también repercute en un aumento de la densidad de tráfico en la propia capital, dado que la mayor parte de la actividad productiva y la dotación de servicios se haya fuertemente concentrada en ella.

Según las cifras que maneja el Centro de Control de Tráfico del Ayuntamiento de la capital hispalense, la movilidad de la población de la aglomeración metropolitana de Sevilla se concreta en la rea-

	Madrid			Sevilla	
	1980	1988	1996	1990	1995
Automóvil	13,6%	22,0%	29,0%	26,0%	36,4%
Tte. Público	28,9%	28,8%	34,0%	17,5%	16,8%
A pié	57,5%	49,0%	37,0%	49,1%	41,4%
Otros	—	—	—	7,4%	5,4%

lización de 1,2 millones de viajes diarios en medios mecanizados. Dos tercios de ellos se realizan en vehículo privado y el tercio restante en transporte colectivo. De los viajes realizados en coche 610 mil tienen lugar en el interior de la ciudad central y 160 mil entre ésta y el resto de la aglomeración. En relación con los transportes colectivos más del 86 por ciento tienen por usuarios a residentes en la ciudad central y algo menos de un 14 por ciento a los residentes del resto de los municipios de la aglomeración.

Además, este mismo organismo considera que la tendencia es que los aumentos de movilidad sean absorbidos por el vehículo privado. Esto supondría un crecimiento entre un 15 y un 20 por ciento de la carga de vehículos que tendría que soportar la ciudad de Sevilla.

Este incremento de la movilidad queda reflejado en el aumento registrado en el índice de motorización de los distintos municipios de la aglomeración. Así, en la década de los noventa se produce un crecimiento por encima del 36 por ciento en el conjunto del área, por encima incluso del alcanzado por la ciudad central que se elevó al 25,6 por ciento en dicho período.

Un aumento de la movilidad que, además, como comentábamos anteriormente, se ha visto reforzada por la fuerte segregación funcional existente en el territorio metropolitano. Y es que justamente, como se indica en el documento de la Oficina del Plan de Sevilla, al que estamos continuamente refiriéndonos en este apartado, «el conjunto de actividades comerciales y de servicios es el que más ha avanzado en el proceso de descentralización, entre otras razones porque sigue las tendencias del espacio residencial al que sirve. Dada las características del crecimiento metropolitano habido, la tipología dominante en todo caso es el centro comercial multiuso con acceso orientado al vehículo privado».

A este aumento de la movilidad y a la creciente ocupación del suelo hay que añadir el desarrollo de un estilo de vida que basa su funcionamiento en exigencias crecientes de materiales y energía.

De hecho, a las exigencias energéticas derivadas del uso creciente del vehículo privado hay que añadir las derivadas de una tipología de viviendas unifamiliares «aptas para la prefabricación en serie» construidas con materiales poco adaptados a las condiciones bioclimáticas de la zona estudiada. Esto junto a la idea de refugiarse en

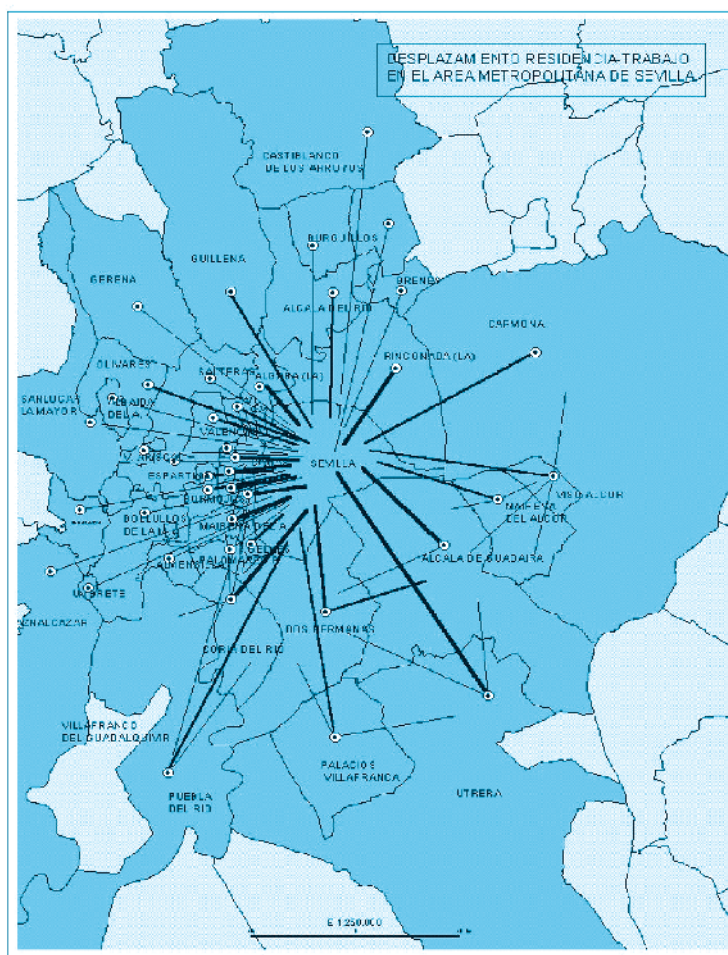
### Estudio de movilidad, cuadro comparativo

Fuentes:  
 Madrid Región Metropolitana (CAM, 1990); Estrategia de Transportes en la Región Metropolitana de Madrid (CAM, 1998); Jornadas Técnicas sobre Encuesta Domiciliaria de Movilidad en la Comunidad de Madrid (1996); Consorcio Regional de Transportes (1997 y 1998); Plan Intermodal de Transportes del Área Metropolitana de Sevilla (1995), tomadas de A pié, número 0, octubre de 1999 (<http://personal.telefonica.terra.es/web/apiemadrid/Numero0-web.pdf>).

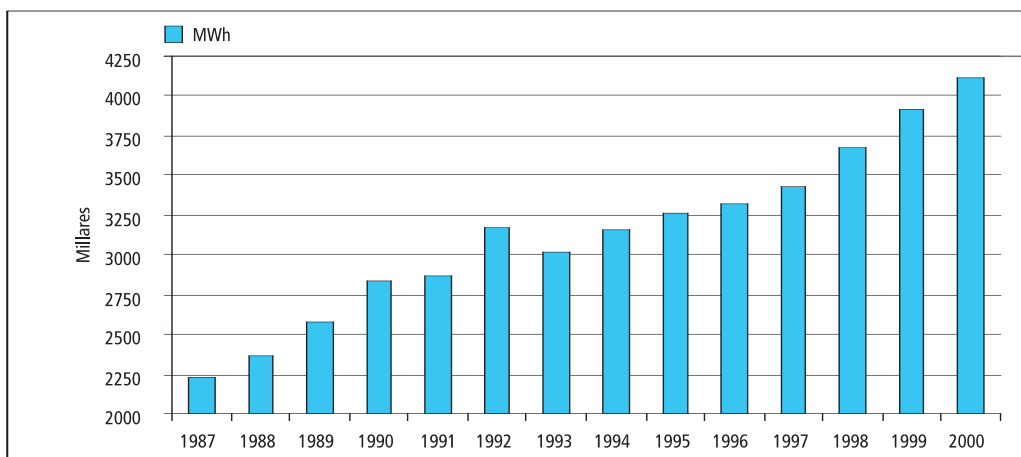
el hogar y la búsqueda de la confortabilidad total han provocado un incremento considerable del consumo de energía eléctrica en el conjunto del área metropolitana.

### Desplazamientos residencia-trabajo, AMS

Fuente:  
Oficina del Plan de Sevilla.  
«La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla»  
(www.plandesevilla.org)



Al principio de este capítulo poníamos de relieve la fuerte dependencia exterior de realidades territoriales, como la estudiada, para mantener su funcionamiento y atender a los requerimientos de materiales y energía de su población. De hecho, si tomamos como referencia la demarcación provincial, estas densas masas de población concentran la mayor parte de los recursos totales demandados y se erigen en sus principales agentes contaminantes. De los residuos sólidos urbanos generados en la provincia de Sevilla, el 64,8 por ciento corresponde a la aglomeración urbana; así mismo, el área metropolitana de Sevilla concentra el 67,8 por ciento del parque de vehículos de toda la provincia; y, por último, el 70,8 por ciento del



total de la energía eléctrica consumida corresponde a la aglomeración urbana de Sevilla. Recordemos que esta población ocupa una superficie que no alcanza el 10 por ciento del total provincial; superficie, por lo demás, prácticamente urbanizada.

Así pues, estamos asistiendo a la conformación de un modelo de asentamiento muy exigente en recursos que requiere extensiones cada vez mayores de superficie para desarrollarse y altamente polarizado. Ello incide de forma directa en la capacidad bioprodutiva de su territorio y, en consecuencia, en su capacidad de autoabastecimiento futuro. Y, al mismo tiempo, ejerce una fuerte presión sobre otros espacios que progresivamente ven mermada su capacidad para sostener a sus propias poblaciones.

### **Evolución del consumo de energía eléctrica en el AMS**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia



**P**ues bien, una vez descritos algunos de los aspectos que pueden considerarse significativos, desde el punto de vista de la evolución metropolitana, pasaremos a continuación a cuantificar, en términos de huella ecológica, los requerimientos de recursos y servicios necesarios para cubrir las necesi-

dades de consumo y absorber los desechos generados de su población. El Índice de Consumo por Unidad de Superficie, aquí propuesto, proporciona una valiosa herramienta para tratar de suplir las limitaciones existentes debido a la falta de información estadística al respecto. De otro lado, es necesario precisar que algunos de los análisis realizados en el capítulo correspondiente a Andalucía son trasladables al Área Metropolitana de Sevilla, y que no han sido trasladados a este capítulo para evitar repeticiones innecesarias.

### **6.5. La Huella Ecológica de la Aglomeración Urbana de Sevilla**

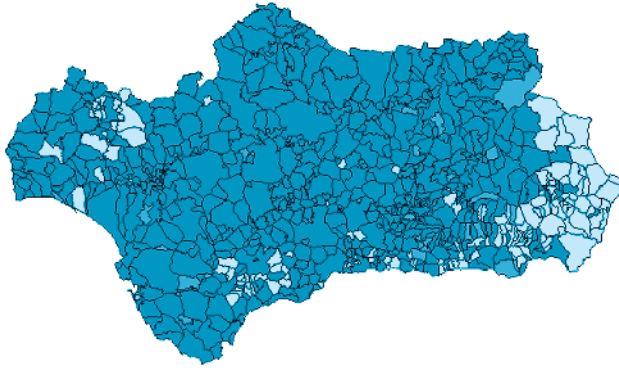
Los resultados alcanzados, muestran, como veremos a continuación, que, en términos de huella ecológica, la aglomeración urbana de Sevilla, participa de una forma extraordinariamente importante en la generación del déficit ecológico global del conjunto de la provincia, e incluso del existente en Andalucía.

De este modo, se confirma la tesis que formulábamos en capítulos anteriores de que existe una correlación positiva entre el grado de concentración de la riqueza monetaria y crecimiento económico y el nivel de deterioro ambiental ocasionado. Esto, como ya se ha puesto de manifiesto, cuestiona la propia denominación de riqueza y establece una perversa correspondencia entre desarrollo (crecimiento) económico y deterioro ambiental. Los resultados, por otra parte, animan a plantearse la necesidad de revisar las concepciones estándares de la planificación urbana, especialmente la metropolitana y a tomar en consideración la necesidad de análisis complementarios como los que aquí proponemos, así como avanzar en la recogida, elaboración y tratamiento de información en términos físicos, y no sólo monetarias, derivadas del transcurso de la actividad humana en general y económica en particular.

Como se ha puesto anteriormente de manifiesto, en las cuatro últimas décadas la población ha ido progresivamente concentrándose en torno a la ciudad de Sevilla. Al igual que ocurriese con Andalucía, extensas zonas del territorio han ido despoblándose sometiéndolas a un futuro incierto desde el punto de vista de su sostenibilidad. En el caso de Andalucía el ochenta por ciento de sus municipios pierden población en el período comprendido entre los años 1960 y 1981; en el período inmediatamente posterior (1981-1996) aún un cincuenta por ciento de los municipios siguen perdiendo población (Delgado Cabeza, 1999). En la provincia de Sevilla se observa una tendencia similar, acentuándose en las dos últimas décadas y registrándose pérdidas muy importantes de población en extensas zonas de su territorio.

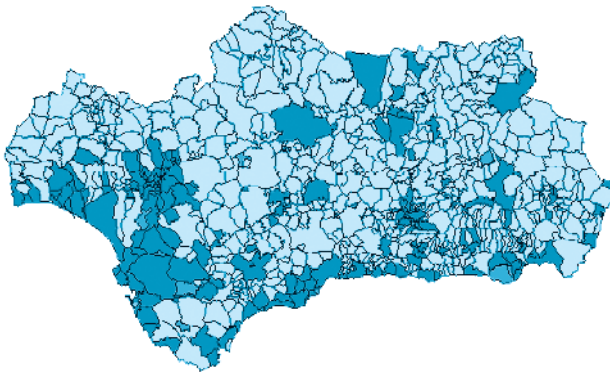
Si distinguimos ahora entre los municipios que crecen, porcentualmente, por debajo de la media, los que lo hacen entre la media y el doble de ésta y los que crecen por encima del doble de la media se podrá apreciar cómo los mayores crecimientos de población se registran en municipios muy próximos a la capital de Sevilla, reforzando su condición de gran aglomeración urbana.

Hemos visto anteriormente como esta concentración va acompañada de unas mayores exigencias de suelo urbanizable, de recursos materiales y energéticos y de mayores generaciones de residuos, situándose en todos los casos muy por encima de los municipios del resto de la provincia. Es más, la parte del territorio no directamente



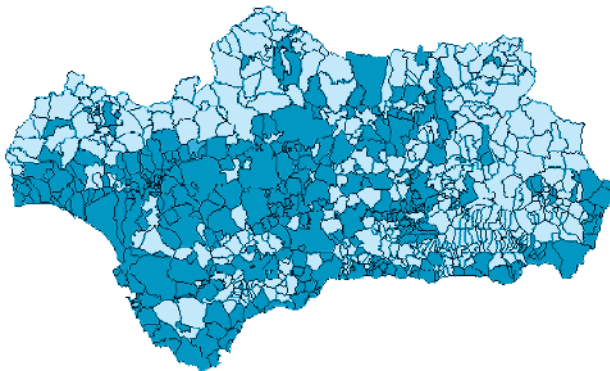
**Evolución de la población, 1900-1960**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia



**Evolución de la población, 1960-1981**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia



**Evolución de la población, 1981-1996**

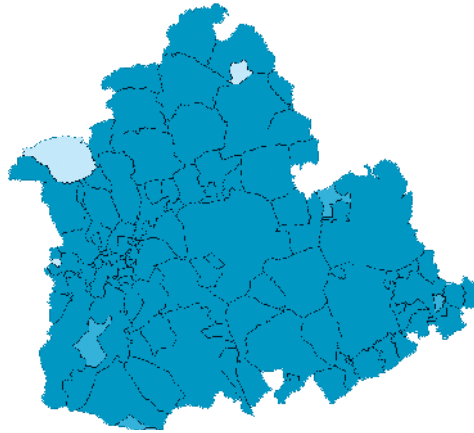
Fuente:  
IEA. Elaboración propia

■ Municipios que ganan población

■ Municipios que pierden población

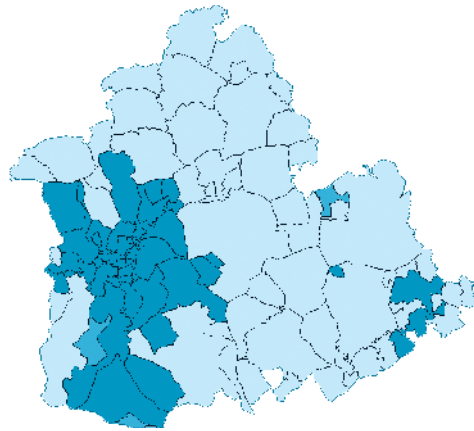
**Evolución  
de la población,  
1900-1960  
(provincia de Sevilla)**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia



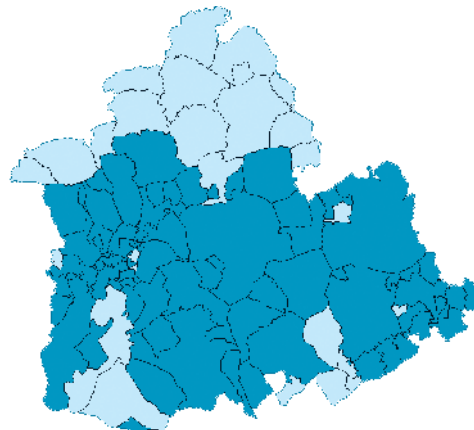
**Evolución  
de la población,  
1960-1981  
(provincia de Sevilla)**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia



**Evolución  
de la población,  
1981-2001  
(provincia de Sevilla)**

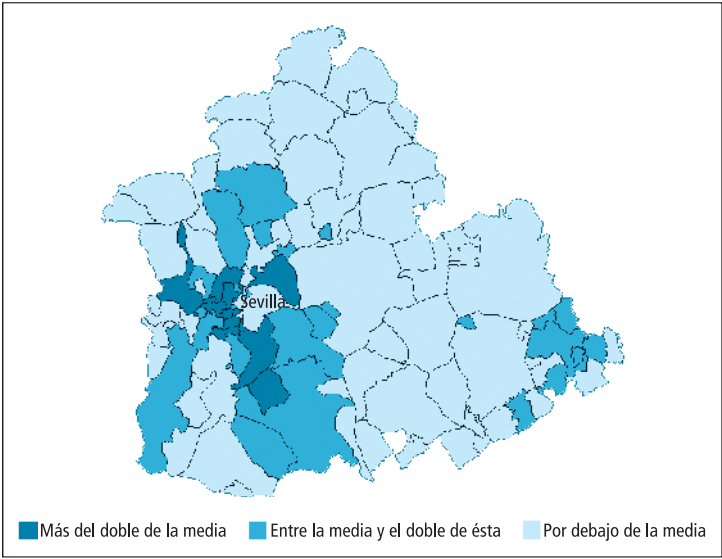
Fuente:  
IEA. Elaboración propia



■ Municipios que ganan población

■ Municipios que pierden población



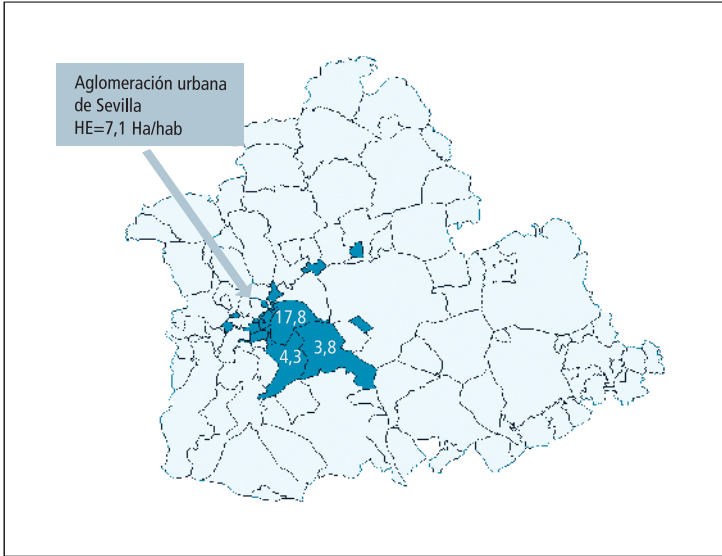


**Crecimiento porcentual de la población (1981-2001)**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia

ocupado por la aglomeración se pone a disposición de las exigencias de ésta. Así, por ejemplo, la zona norte de la provincia de Sevilla, donde se encuentra el Parque Natural Sierra Norte, es considerada por la Oficina del Plan como una zona de esparcimiento y de ocio para los habitantes del área metropolitana.

Esta mayor presión sobre el entorno se pone de manifiesto en el hecho de que para satisfacer las necesidades de consumo de la población residente en el área metropolitana de Sevilla, según las estimaciones de huella que hemos obtenido, se necesitan 54,5 ve-



**La huella ecológica de la aglomeración urbana de Sevilla**

Fuente:  
IEA. Elaboración propia

ces la superficie que en la actualidad delimita dicha demarcación territorial. En términos absolutos se necesitarían 75.800 hectáreas de tierra ecológicamente productiva; el equivalente al 86,5 por ciento de la superficie total de Andalucía, 2,4 veces la superficie de Cataluña, más de dos veces la extensión de Holanda, Bélgica y algo menos de la de Austria.

Junto a lo anterior, es conveniente indicar que las realidades municipales que configuran el área metropolitana no son homogéneas y que, en consecuencia, siguen en algunos aspectos pautas y comportamientos propios. Unas veces guiados por la fuerte especialización funcional, a la que ya hemos hecho referencia, otras por las singularidades derivadas de su propia formación histórica. Así, las mayores cifras de huella corresponden a la ciudad cen-

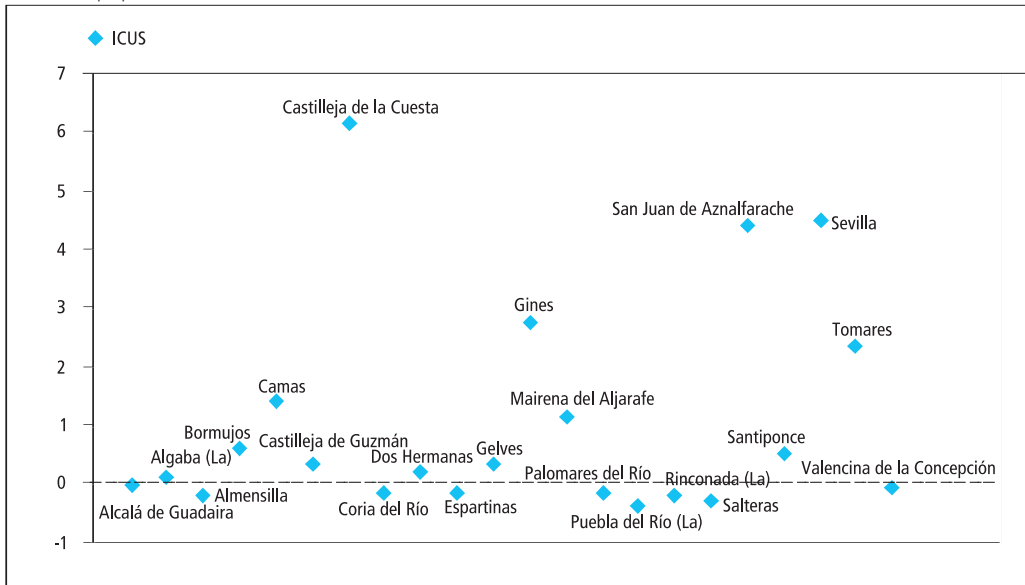
### La huella ecológica de la aglomeración urbana de Sevilla (Ha/hab)

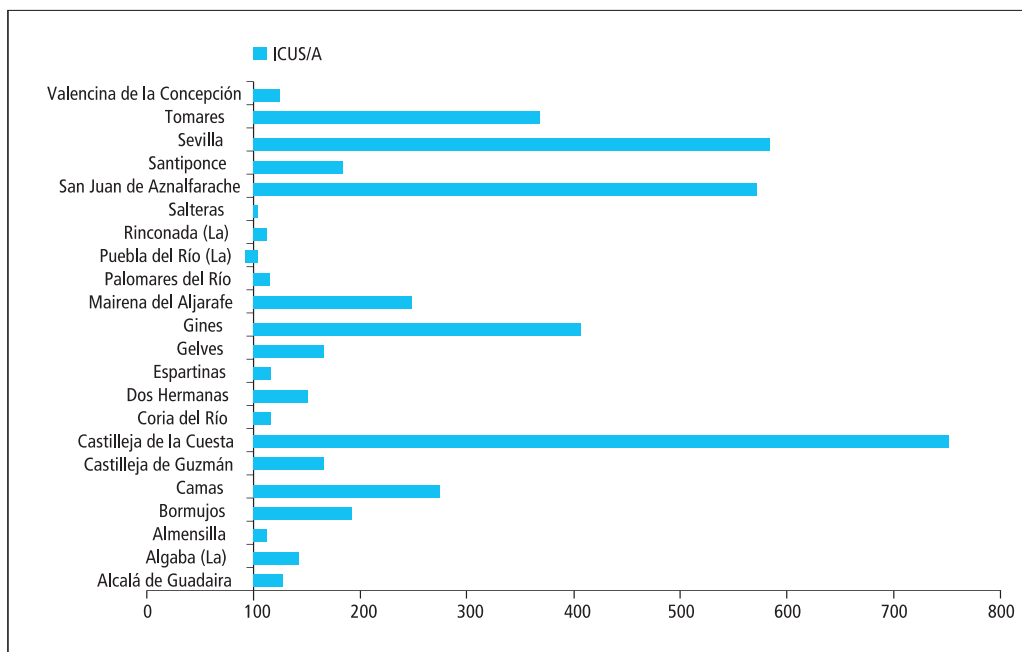
Fuente:  
Elaboración propia

Municipio	HE	Municipio	HE
Alcalá de Guadaira	3,3552	Gines	10,7849
Algaba (La)	3,7170	Mairena del Aljarafe	6,5102
Almensilla	2,9402	Palomares del Río	2,9936
Bormujos	5,0167	Puebla del Río (La)	2,4769
Camas	7,2580	Rinconada (La)	2,8934
Castilleja de Guzmán	4,3599	Salteras	2,6268
Castilleja de la Cuesta	19,9416	San Juan de Aznalfarache	15,1876
Coria del Río	3,0083	Santiponce	4,8382
Dos Hermanas	3,9232	Sevilla	15,5328
Espartinas	2,9802	Tomares	9,7784
Gelves	4,3724	Valencina de la Concepción	3,2172

### Intensidad de consumo por unidad de superficie (Área metropolitana de Sevilla)

Fuente:  
Elaboración propia





**Intensidad de consumo por unidad de superficie respecto a la media del Área Metropolitana de Sevilla, Andalucía**

Fuente:  
Elaboración propia

tral y las localidades más próximas donde la función residencial es dominante y los comportamientos similares.

El Índice de Consumo por Unidad de Superficie, utilizado como base para la construcción del factor o coeficiente para la estimación de la huella municipal, nos muestra el diferente comportamiento de los municipios de la Aglomeración y, en consecuencia, su mayor o menor aportación a la huella total de la Aglomeración Urbana de Sevilla.

En resumen, si bien los análisis de huella ecológica a escala planetaria y para ámbitos estatales reúnen el interés de ofrecer un panorama de la presión que los seres humanos ejercen sobre la biosfera y el desigual reparto de los impactos entre las distintas poblaciones, el análisis en ámbitos inferiores, sobre todo a escala municipal o metropolitana, se nos antoja fundamental y absolutamente pertinentes; no sólo para poder explicar y comprender el alcance de la insostenibilidad de nuestras prácticas sino, también, y esto es lo más importante, para poder gestionar de una forma razonable nuestro futuro, de forma que la brecha entre los distintos territorios se reduzca y que la mejora de nuestros estándares de vida no impliquen la aniquilación o el empobrecimiento de los ecosistemas que constituyen el soporte vital de nuestra existencia y del resto de seres vivos de la Tierra.





## CONSIDERACIONES FINALES







lo largo de las páginas precedentes hemos tratado de justificar la necesidad de avanzar en la construcción de herramientas que permitan una mejor aproximación a la realidad, bajo la consideración de que los instrumentos que proporciona la economía estándar se muestran claramente insuficientes.

En concreto, muestran claras limitaciones para el análisis de la sostenibilidad de los asentamientos urbanos actuales.

Las hipótesis de partida nos situaban ante la necesidad de estudiar, de una parte, la dinámica de la sociedad urbano-industrial, la expansión de las pautas de producción y consumo que de ella se derivan y su impacto en el entorno físico. De otra, reconocer las limitaciones de la propia economía convencional para el cumplimiento de la que puede considerarse su función principal: *la asignación de recursos escasos susceptibles de usos alternativos*.

A lo largo de los últimos doscientos años han tenido lugar una serie de acontecimientos que han desvelado la capacidad de la especie humana para desarrollar, a partir del avance en el conocimiento científico, potentes tecnologías sobre las que se sustenta nuestra civilización. Pero, al mismo tiempo, este período temporal ha puesto también de manifiesto la incapacidad de los seres humanos para controlar los efectos de sus actuaciones sobre un medio físico, sostén de la vida en la tierra, crecientemente deteriorado.

El fuerte aumento de la población registrado en este período ha ido de la mano de una tendencia creciente a la concentración de la población en núcleos urbanos, como consecuencia de una progresiva despoblación del ámbito rural. Así, en el transcurso de algo más de doscientos años se pasa de una población cercana a los 800 millones de habitantes a los algo más de 6.000 millones existentes en la actualidad. Por su parte, la población urbana que a principios del siglo XIX representaba escasamente un 3 por ciento del total, en los inicios del tercer milenio esta cifra se sitúa en torno al 50 por ciento de la población total.

Hay que tener en cuenta, no obstante, que este proceso, de crecimiento de la población y su urbanización progresiva, no se ha producido del mismo modo en los distintos territorios ni ha afectado de la misma manera a las diferentes poblaciones que habitan el Planeta. Si bien en un primer momento las poblaciones que más crecen son aquellas localizadas en los territorios que inician el desarrollo industrial, desde mediados del siglo XX el crecimiento de la población tiene lugar en aquellos lugares que quedaron excluidos de los procesos de industrialización y que en la actualidad represen-

tan más de las cuatro quintas partes de la población mundial. De otra parte, la concentración de las poblaciones «pobres» en las megalópolis actuales, si bien comparten los problemas que provienen de la gran concentración de la población en una parte reducida del territorio (en la actualidad, aproximadamente el 50 por ciento de la población se concentra en alrededor del 3,6 por ciento de la superficie terrestre), no disfrutaban de los hipotéticos beneficios que proporcionan los estándares de vida de las poblaciones «ricas». Se genera, de este modo, una situación de asimetría entre unas poblaciones y otras que, en la actualidad, constituye la manifestación de inequidad más palpable de la civilización actual.

Esta fuerte concentración de la población en núcleos urbanos ha ido acompañada, además, del florecimiento y expansión de unos estilos de vida que suponen una seria amenaza para la supervivencia futura de la vida humana en el Planeta. De este modo, las pautas de producción y consumo que de él se derivan, alteran el relativo equilibrio previamente existente entre la actividad humana y el medio físico que la soporta, y origina un nuevo fenómeno: la necesidad de preservar unos recursos limitados y de eliminar unos residuos que no son asimilados de forma inmediata. Estos residuos no cierran los ciclos y, por tanto, no se convierten de nuevo en recursos. Ello origina que vayan acumulándose, provocando los problemas de contaminación y deterioro de la biosfera que se observan en la actualidad.

Los avances tecnológicos han hecho, desde el primer momento, concebir la idea de que por fin pueden ser superados los límites físicos que la naturaleza impone. La imaginación ilimitada se traslada a la expansión ilimitada de unos recursos y medios finitos. Sin embargo, paradójicamente, la abundancia se convierte en escasez y comienza a tomarse conciencia de que la presión a la que la biosfera se ve sometida por las prácticas humanas es insostenible a largo plazo.

Se desvanece pues el mito del crecimiento sostenido, como medio para alcanzar el bienestar y van tomando cuerpo otras formulaciones que persiguen incorporar a los análisis económicos las restricciones físicas de un mundo finito. El desarrollo sostenible es concebido como la nueva forma de lograr la meta del desarrollo. Sin embargo, el crecimiento o desarrollo económico lejos de proporcionar la solución a la inequidad social e insostenibilidad ambiental se erige en el principal problema tanto para una como para otra. De hecho, las mayores tasas de crecimiento económico, que se registraron entre los años cincuenta y sesenta del siglo pasado, han estado acompañadas por la profundización de las desigualdades y la ampliación de la brecha entre «ricos» y «pobres» y la degradación de los ecosistemas terrestres.



La ambigüedad del propio concepto de «sostenibilidad» ha provocado que, a lo largo de su reducida historia, quienes han hecho uso de él se hayan visto forzados a adjetivarlo (muy débil, débil, fuerte, muy fuerte) con el objeto de delimitar su uso. De ahí, que incluso el propio término calificado sirva, en la actualidad, para definir diferentes corrientes académicas e institucionales empeñadas en el análisis y tratamiento de la insostenibilidad de las prácticas humanas sobre un medio cada vez más exhausto.

A pesar de las diferencias existentes entre las distintas aproximaciones a la problemática de la sostenibilidad, en lo que sí parece haber un consenso importante es en el hecho de que muchos de los problemas fundamentales ya sean de naturaleza social, económica o ambiental cristalizan en las ciudades; y, en consecuencia, éstas se convierten en escenarios privilegiados para el análisis de la sostenibilidad. De hecho, la configuración de los asentamientos humanos ha sido históricamente y sigue siendo un reflejo de la propia configuración de la sociedad.

La existencia de grandes aglomeraciones metropolitanas, que nucleán las dinámicas de urbanización en curso, favorece que, pese a su aparente fortaleza, éstas constituyan los eslabones más frágiles del modelo, debido a su mayor dependencia externa de los flujos económicos y vitales básicos para la supervivencia y a su incapacidad para gobernar la complejidad de sus estructuras y relaciones sociales. Constituyen el crisol de las potencialidades del género humano tanto positivas como negativas. En ellas, efectivamente tiene lugar el avance del conocimiento, de la tecnología y de los múltiples contactos entre los seres humanos. Son, al mismo tiempo, las principales responsables del producto global generado o riqueza económica, pero, también, las principales consumidoras de recursos y quienes concentran la mayor capacidad para generar desechos.

El modelo urbano que se ha consolidado y extendido al conjunto de aglomeraciones urbanas del mundo industrializado se muestra como extraordinariamente consuntivo y dependiente de un medio físico que trasciende con creces los límites geográficos de las propias aglomeraciones; especialmente antropogénico, al ignorar el hecho de que la especie humana comparte junto a otros millones de seres vivos los recursos y servicios que la naturaleza proporciona; extremadamente insolidario respecto a los individuos de su propia especie, en la medida que satisface su opulencia a costa de un progresivo deterioro de las condiciones de existencia de la inmensa mayoría de la población que hoy habita el planeta Tierra.

La progresiva urbanización, animada por la dinámica de crecimiento económico, ha modificado el sistema de ciudades, la propia

articulación del territorio y su relación con el entorno físico circundante. Esta paulatina urbanización del territorio, ha favorecido la fragmentación de éste y de la propia ciudad, la especialización territorial y del propio espacio urbano, así como la creciente movilidad. Junto a lo anterior, la dinámica urbana ha modificado su estructura y funcionamiento, generando enormes problemas sociales y graves impactos ambientales.

En su desarrollo, el medio urbano modifica la anatomía y fisiología de los asentamientos tradicionales; esto es, expande su anatomía y su fisiología se torna cada vez más exigente. Alrededor de un núcleo, la ciudad central, las aglomeraciones se expanden. La especialización funcional y el estilo de urbanización dispersa extienden los límites de los conglomerados urbanos sin solución de continuidad, subsumiendo a su paso municipios limítrofes que asumen algunas de las funciones que las ciudades centrales segregan. La zonificación también se produce en la propia ciudad central.

Debido a los cambios que han tenido lugar en la estructura y el funcionamiento de las aglomeraciones urbanas se ha producido un extraordinario crecimiento de los requerimientos de recursos y un considerable aumento de los desechos. La urbanización, basada en la expansión cuantitativa, descansa principalmente en la creciente movilidad horizontal, que demanda continuamente más espacio y más recursos, convirtiéndose en uno de los principales responsables del deterioro del medio físico y uno de los agentes fundamentales de contaminación ambiental.

Por consiguiente, el conocimiento del metabolismo urbano, de la naturaleza de los flujos de agua, materiales y energía, es esencial para comprender las complejas interrelaciones que se tejen en el entramado urbano. Las ciudades, constituyen un sistema altamente disipativo con una actividad metabólica mucho más intensa, por unidad de área, que cualquiera de los sistemas dependientes existentes en la naturaleza. A la mayor demanda de energía se une la necesidad de importar materiales y recursos que no se encuentran disponibles en la propia ciudad y que, en consecuencia, ha de traer de zonas, en muchos casos, distantes y, por último, la capacidad para generar desechos no sólo no asimilables por la actividad vital de la ciudad misma sino difícilmente reintegrables en los ciclos naturales del resto de los ecosistemas de los cuales se nutre.

Es por ello, que como ya se afirmase en Río, en 1992, las ciudades están llamadas a jugar un importante papel en el análisis, planificación y gestión de la sostenibilidad. Para ello, la premisa básica es disponer de los medios adecuados que permitan diagnosticar acertadamente la situación por la que transitan las actuales aglomera-

raciones, los requerimientos necesarios para su funcionamiento (considerando tanto la cantidad, procedencia y la naturaleza de los recursos cuanto la cuantía, el destino y el tipo de desecho), el propio metabolismo urbano, la extensión y estructura, su lugar en la jerarquía de ciudades, su posición en el sistema de ciudades, su mayor o menor capacidad de autoabastecimiento y de gobernabilidad...

La insostenibilidad podríamos convenir que hace referencia a un uso abusivo de los escasos recursos disponibles para la práctica de las actividades humanas y a un progresivo deterioro y destrucción del acervo natural existente. La primera tarea, pues, consiste en disponer de las herramientas idóneas para conocer la situación en la que se encuentra ese patrimonio natural que se ha ido formando a lo largo de millones de años, su estado de salud y de su capacidad de regeneración. En definitiva, de su potencialidad o capacidad para seguir suministrando los recursos y servicios imprescindibles para el sostenimiento de la vida en la Tierra.

El principal inconveniente con el que tropezamos es la falta de herramientas adecuadas para el tratamiento de un tipo de fenómenos como el señalado en los párrafos anteriores. Han transcurrido ya más de treinta años desde que se empezaron a formular las limitaciones del instrumental usado para el análisis del bienestar social y la calidad ambiental. Desde que a finales de los años sesenta y primeros setenta del pasado siglo se planteó la necesidad de disponer de nuevos instrumentos para el análisis, el alcance de los resultados ha sido sin lugar a dudas insuficiente.

Los primeros informes que vinculaban la actividad humana y la presión sobre los ecosistemas terrestres mostraban la incapacidad de los indicadores utilizados hasta esos momentos, principalmente el indicador de riqueza monetaria (PIB), para establecer un diagnóstico adecuado de la salud del Planeta.

Desde finales de los años ochenta se pone en marcha una batería de indicadores que persiguen cubrir las lagunas generadas por los agregados macroeconómicos convencionales (PIB, Renta Nacional, VAB). La propia OCDE encarga, en estas fechas, la construcción de indicadores que recojan además de los aspectos económicos, los sociales y ambientales. La revisión del Sistema de Contabilidad Nacional (SNA), de 1993, parecía orientarse hacia la construcción de un Sistema Integrado de Contabilidad Económica y Medioambiental (SEEA) en sintonía con unas necesidades de análisis que pretende incorporar aspectos hasta entonces, y hoy en día en buena medida, ignorados. Sin embargo, los avances han sido escasos. De hecho, el reflejo de estos cambios en las contabilidades de algunos países es aún muy escaso o inexistente. El Estado español, por ejemplo, modifica en 1995

su Sistema de Contabilidad Nacional y, siete años más tarde la incorporación del medio físico es todavía una asignatura pendiente. La contabilidad elaborada sigue girando en torno a las mismas premisas que inspiraron las contabilidades anteriores. Siguen teniendo prioridad los grandes agregados monetarios y los recursos naturales aparecen sólo cuando éstos pueden ser traducidos a valores monetarios. La contabilidad física es prácticamente inexistente.

La inexistencia de una contabilidad física en relación con los procesos económicos constituye uno de los principales obstáculos para avanzar en el análisis de realidades más complejas que las estrictamente manejadas en el universo de los valores monetarios. El análisis de la sostenibilidad requiere una valoración, en términos físicos, tanto del acervo natural existente cuanto de la utilización de éste. La aceptación de los límites de la valoración monetaria debe conducir a un cambio de orientación radical en la elaboración estadística y que los resultados alcanzados se traduzcan en herramientas útiles tanto desde el punto de vista de la planificación como de la gestión económica de los recursos naturales utilizados en la práctica económica.

Sin embargo, los avances producidos se encaminan, generalmente, a introducir algunos aspectos que tienen que ver con el tratamiento de los recursos (agua, emisiones contaminantes...) pero sin romper el marco conceptual previamente existente y subordinado a los grandes agregados monetarios.

En relación con la escala territorial cabe indicar la escasa información disponible para ámbitos inferiores al nivel estatal o de Comunidad Autónoma. Así, a la escasa información existente a un nivel suficiente de desagregación sectorial y de actividades se une la falta de información para ámbitos territoriales a nivel municipal, provincial e incluso, en bastantes aspectos, regional. Estas dos grandes limitaciones hacen que el análisis de las realidades municipales se torne casi imposible, y si además deseamos realizarlo en términos físicos resulte del todo inviable a partir de la información disponible. Esto obliga a un importante esfuerzo, en muchos casos individual, para reunir la información dispersa procedente de fuentes diversas y de diseños de formas de imputación indirectas para la estimación de determinadas categorías.

Resulta desde todo punto de vista inconcebible que las exigencias de análisis, formuladas incluso desde los propios institutos estadísticos e instituciones públicas regionales, estatales o internacionales, reclamen cada vez más el nivel micro, la escala local y la consideración de unidades de medida no sólo monetaria y, sin embargo, las decisiones adoptadas, en cuanto a elaboración de infor-

mación, por dichas instituciones, transiten, a este respecto, por sendas que divergen de estos propósitos.

Como se ha comentado anteriormente desde finales de los años ochenta del pasado siglo ha ido generándose toda una batería de indicadores ambientales, del orden de más de dos mil, en consonancia con las diferentes posiciones en torno a la sostenibilidad. Estos indicadores son el resultado, también, de distintas formas de entender las relaciones entre las actividades humanas y la biosfera.

A pesar de que es posible establecer una categorización de las diversas concepciones de lo sostenible y de hecho existe una cierta delimitación conceptual, no es menos cierto que las clasificaciones, sobre todo cuando se trata de realizar una taxonomía en el campo de lo social, son por lo general complicadas. Esto es, en la medida en que cualquier clasificación requiere la conformación de conjuntos exhaustivos y mutuamente excluyentes, establecer una barrera nítida entre las diferentes visiones de la sostenibilidad es una tarea delicada. Asunto, por lo demás, agravado dada la ambigüedad del propio término y la escasa consolidación de las corrientes que se han ido conformando en torno a su definición.

De cualquier modo, pueden establecerse, a riesgo de caer en una excesiva simplificación, dos posiciones relativamente bien definidas que han dado lugar a métodos e indicadores de acuerdo con ellas. De una parte, tras lo que se ha dado en llamar «sostenibilidad débil», alrededor del método Presión-Estado-Respuesta (P-E-R) –podríamos afirmar que es el método oficial o más estrechamente vinculado a las concepciones de la economía estándar; es, además, el marco de referencia utilizado para la construcción de indicadores medioambientales patrocinados por Naciones Unidas–, se ha diseñado un conjunto de indicadores ambientales que presentan dos limitaciones principalmente: a) están concebidos y elaborados en el interior del universo de la valoración monetaria; b) se centran más en evaluar el estado del medio ambiente y menos en la relación existente entre la actividad humana y los ecosistemas.

En cambio, desde los seguidores de la denominada «sostenibilidad fuerte» el método que es considerado más adecuado es aquel que desvela las complejas relaciones existentes dentro de los propios ecosistemas y las relaciones también complejas que se establecen entre diferentes ecosistemas como el social o económico y el resto de los ecosistemas terrestres. Es el denominado «sistema-entorno». Desde este punto de vista se huye, por tanto, del establecimiento de relaciones lineales y automáticas entre las partes y de la posibilidad de diseccionarla. El método «sistema-entorno» se apoya en los tres principios del «paradigma de la complejidad», enunciados por Edgar

Morin: (i) el principio dialógico, que permite mantener la dualidad en el seno de la unidad; (ii) el principio de recursividad, que indica que los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquello que los produce; (iii) el principio hologramático, que revela que no solamente la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte. Además, los indicadores que se derivan de él están, por lo general, expresados en términos físicos.

Consideramos más adecuado para el propósito de nuestro estudio el segundo de estos dos marcos conceptuales y, en consecuencia, el indicador que proponemos se sitúa claramente en esta perspectiva.

En concreto, proponemos avanzar en la construcción de indicadores físicos que hagan visible el impacto ecológico de la actividad humana, en general, y de la económica, en particular. Indicadores, además, que consigan sintetizar diferentes aspectos involucrados en el fenómeno de la sostenibilidad. Que, además, constituyan herramientas útiles en tres direcciones al menos. La primera, facilitar una información agregada, sintética, cuantificada, que favorezca la comprensión y el diagnóstico de distintos aspectos asociados a la sostenibilidad. La segunda, proporcionar un instrumento que consiga captar la atención de la población en general y estimule un comportamiento crítico en el sentido de la sostenibilidad. Y en tercer lugar, favorecer las actuaciones encaminadas a la planificación y gestión de la sostenibilidad.

El indicador de Huella Ecológica mide el impacto de la actividad humana en los ecosistemas terrestres, expresado en términos de hectáreas bioproductivas necesarias para satisfacer las exigencias de consumo de una población concreta. Este indicador se muestra como un poderoso instrumento de comunicación ya que podemos representar gráficamente y con una unidad de medida tangible, aprehensible, el impacto de un territorio sobre los ecosistemas del propio territorio y sobre aquellos otros cuyos recursos utiliza para la satisfacción de sus exigencias de consumo.

Estamos de acuerdo con que el indicador de huella ecológica no engloba todos los aspectos relacionados con la sostenibilidad, entre otras razones por las limitaciones propias no sólo de las disciplinas científicas de lo social sino de las propias ciencias experimentales para proporcionar instrumentos que traspasen los sólidos muros que separan, en la actualidad, las diferentes disciplinas científicas. Sólo el empeño decisivo en un enfoque transdisciplinar que contemple la complejidad de los fenómenos estudiados puede abrir el camino hacia la construcción de herramientas que permitan una mejor aprehensión de la realidad, que favorezcan unas prácticas más armoniosas con el medio.

El indicador de huella ecológica y el análisis de la huella de él derivado no sólo permite una aproximación al impacto de una población o territorio concreto sobre los ecosistemas terrestres, también permite reconocer las desigualdades territoriales existentes. Es posible, a través de la huella ecológica, determinar el grado de responsabilidad de cada territorio en el déficit ecológico global. Es más, puede obtenerse una medida de la deuda ecológica que los países más industrializados tienen contraída con el conjunto del planeta y, especialmente, con los países más «pobres».

Las relaciones de intercambio entre distintos territorios están expresadas, por lo general, a través de macromagnitudes monetarias que hacen invisibles los flujos físicos que se derivan de ellas. El indicador de huella ecológica puede desvelar, en parte, la presencia de esos flujos y, al mismo tiempo, mostrar las diferencias entre los saldos comerciales expresados en términos monetarios y los expresados en términos físicos. La desigual división internacional del trabajo y las distintas funciones asignadas a los territorios quedan desdibujadas si nos guiamos exclusivamente por la vara de medir del dinero.

Es necesario observar, en este sentido, que salvo los territorios que ocupan los primeros lugares del ranking del desarrollo, aquellos denominados «desarrollados», las funciones productivas de las cuatro quintas partes de los países del mundo giran en torno a actividades primarias estrechamente vinculadas a la explotación de los recursos naturales, cuyo destino final son los mercados exteriores. Actividades que requieren volúmenes físicos muy considerables y que, sin embargo, generan poco valor añadido. Este desigual tratamiento derivado del uso del dinero como medida de los intercambios hace que se refuerce la idea, muy extendida por cierto, de que una de las causas principales del deterioro ambiental actual está en la pobreza. Así, si sumamos el importante volumen de dinero que el «sur» paga al «norte» para satisfacer el pago de los intereses de la deuda contraída y el extraordinario volumen de recursos que el «norte» se apropia del «sur» (a bajo coste monetario) a través de los intercambios internacionales observamos que existe un flujo desigual y absolutamente asimétrico. Puede afirmarse que el «sur» no sólo no es el causante del grave deterioro ambiental resultado de la actividad humana sino que está nutriendo y financiando unos estilos de vida, los del «norte» principal responsable de los importantes problemas de sostenibilidad que hoy padecemos.

En este sentido, la huella ecológica permite establecer un ranking de países no en función a su capacidad de poder de compra o concentración de riqueza monetaria sino en función a su mayor o menor aportación al déficit ecológico global. Es posible, además, deter-

minar el déficit o superávit ecológico en el que incurren los diferentes territorios y, en consecuencia, clasificar a éstos en relación con su posición importadora o exportadora de sostenibilidad para el sostenimiento de las exigencias de consumo emanadas de los intercambios del comercio exterior.

Por ejemplo, mientras que la huella ecológica generada por los países industrializados, en 1999, se eleva a 6,48 hectáreas por habitante, la de los países menos industrializados alcanzaba la cifra de 0,83. En este mismo año, 1999 la huella de un estadounidense medio era de 9,70 hectáreas, la de Bangladesh, en cambio, sólo de 0,18 hectáreas por habitante.

Los cálculos de huella ecológica permiten, además, afirmar que a medida que las exigencias de consumo han ido creciendo, a lo largo del tiempo, la capacidad bioproductiva ha ido reduciéndose, ensanchándose la brecha entre exigencias y disponibilidades, aumentando el déficit global acumulado.

Para ilustrar lo anterior, la huella ecológica planetaria aumentó en el período comprendido entre 1960 y 1999 en más de un ochenta por ciento. Esto significa que si bien en 1960, a principios del período, la capacidad bioproductiva superaba las exigencias de tierra ecológicamente productiva en un 46 por ciento, casi cuarenta años más tarde la situación se invierte y se incurre en un déficit de más de un 20 por ciento. En otras palabras, se está, en la actualidad, consumiendo por encima de la capacidad bioproductiva de nuestros ecosistemas. Si consideramos el índice de planeta vivo, elaborado por WWF, y que mide la salud biofísica del Planeta, observamos que éste se ha reducido de 1 (1970) a 0,63 (2000).

El análisis de la huella ecológica nos proporciona, además, una valiosa herramienta para estudiar comportamientos sociales concretos. Facilita una batería de criterios que permite juzgar si determinadas prácticas son o no sostenibles. El modelo de urbanización, los hábitos alimentarios, la movilidad motorizada, la expansión del comercio a escala planetaria...

Al igual que suministra información relativa al déficit global también es de gran utilidad para el análisis de realidades territoriales concretas ya sean a escala estatal, regional, o local. Estudios que se ven limitados, no obstante, además de por las propias limitaciones metodológicas de la huella por la escasez de fuentes disponibles o por su inexistencia cuando nos referimos a realidades territoriales de ámbito más reducido (comarca, municipio, aglomeraciones urbanas, áreas metropolitanas...), como se ha puesto de manifiesto a lo largo de los capítulos precedentes. Sin embargo, dada la importancia de los análisis referidos a una escala más local, desde el



punto de vista de la sostenibilidad (reducir el foco del análisis), cualquier avance que se produzca tanto en la elaboración metodológica cuanto en aplicaciones concretas es, a nuestro juicio, de una importancia trascendental.

Hemos perseguido como objetivo, como ya se puso de manifiesto en la introducción, avanzar en la construcción de instrumentos que permitan avanzar en el análisis de la sostenibilidad de los asentamientos humanos actuales. En concreto, obtener la huella ecológica del Estado español, la correspondiente a la Comunidad Autónoma de Andalucía y una aproximación relativa a la Aglomeración Urbana de Sevilla.

Hemos respetado las asunciones metodológicas propuestas por William Rees y Mathis Wackernagel, aunque algunas de ellas han sido debidamente discutidas, con el propósito de que las cifras alcanzadas no se alejen de las obtenidas en otras estimaciones de huella tanto para el Estado español como para otras realidades territoriales. No obstante, hemos introducido ciertas modificaciones y algunas mejoras bien por razones derivadas de la falta de datos disponibles, bien por cuestiones relativas al propio ámbito de estudio, o por considerar que con los cambios introducidos mejoran los resultados conseguidos.

En relación con las fuentes, uno de los principales obstáculos para el avance de este tipo de instrumentos, hemos realizado un esfuerzo importante por ordenar los datos existentes, generalmente dispersos. Ante la dificultad de disponer de fuentes secundarias oficiales para la obtención de información relativa a algunos de los componentes de la huella hemos recurrido a la información suministrada por empresas privadas, estudios, investigaciones..., a través de publicaciones, Internet o de la información proporcionada directamente (hojas de cálculo, documentos internos...). Las cifras que hemos manejado están, casi en su totalidad, expresada en términos físicos y en unidades de medida homogéneas utilizando los coeficientes de conversión adecuados a cada caso concreto. Siempre que la información ha estado disponible hemos utilizado la proporcionada por los organismos locales (Estado, Comunidad Autónoma, Ayuntamiento y Diputación de Sevilla), así como por los institutos oficiales (INI, IEA). Esta información cuando ha sido posible se ha cotejado con la disponible por otros medios.

Este esfuerzo de agrupar información dispersa, que realizan quienes se enfrentan a un tipo de investigación como la que ha tenido lugar, debería, a nuestro criterio, servir de base y estímulo para afrontar una empresa de mayor envergadura, que escape al voluntarismo de investigadores individuales. Los distintos Institutos estadís-

ticos y organismos oficiales directamente vinculados a este tipo de información deberían asumir la elaboración de unas estadísticas ambientales, expresadas en términos físicos, con un marco conceptual propio que permita avanzar en una Contabilidad Patrimonial (aproximación al acervo natural existente: su estado de salud, reservas, tasa de uso y regeneración...)

Las aportaciones realizadas en este trabajo consideramos que mejoran los resultados obtenidos, respecto a otras estimaciones realizadas. Particularmente, las que hemos realizado en las estimaciones de la huella ecológica de Andalucía y de la Aglomeración Urbana de Sevilla. Hemos estimado, no obstante, la huella del Estado español como marco de referencia territorial más próxima. En relación con la huella de Andalucía su estimación nos ha permitido situar el análisis de la huella ecológica en el ámbito de los análisis socioeconómicos realizados utilizando valoraciones monetarias. Además, la estimación de la huella de Andalucía nos ha proporcionado la cifra a partir de la cual hemos asignado la correspondiente huella de deterioro a cada municipio, incluido, lógicamente, los municipios de la Aglomeración Metropolitana de Sevilla. A lo largo de los párrafos siguientes daremos cuenta de los cambios introducidos y los resultados alcanzados.

A pesar de que la demanda de agua, y de materiales no orgánicos (recursos naturales abióticos) no se contabilizan en el cálculo de la huella ecológica, hemos considerado conveniente proporcionar la información existente, y, cuando esto ha sido posible, mostrar sus requerimientos y evolución en el tiempo.

La discusión sobre algunas de las cuestiones metodológicas asumidas en los análisis de huella ecológica, de los que tenemos conocimiento, nos ha permitido introducir algunos elementos de reflexión que trascienden la propia discusión. Junto al agua y los materiales no orgánicos a los que hicimos referencia anteriormente, las ideas sobre «eco-eficiencia», «bioproductividad», «diversidad», «desmaterialización» «déficit o superávit ecológico» se han puesto en relación con la información recogida. Esto último ha favorecido una mayor comprensión de estos conceptos y nos ha permitido desvelar algunas de las consecuencias derivadas de las pautas de producción, consumo sobre el medio físico, que generalmente quedan ocultas en los análisis basados exclusivamente en agregados monetarios.

En cuanto a los resultados concretos, cada español, como promedio, requiere casi 5 hectáreas de tierra ecológicamente productiva para satisfacer sus exigencias de consumo. Por su parte, las disponibilidades existentes ascendían a algo menos de 3 hectáreas por habitante. Unas y otras arrojan un déficit de aproximadamente 2 hec-

táreas por habitante, el 72 por ciento de la capacidad disponible. En otras palabras, para responder a las exigencias de consumo de la población española se requiere una superficie bioproductiva casi cuatro veces superior a la superficie total disponible.

Si nos detenemos en los distintos componentes de la huella observamos cómo el consumo de energía absorbe casi el 42 por ciento de la huella ecológica total. De los diferentes sectores, el transporte es el que realiza la mayor aportación a la huella derivada del consumo de energía con algo más del 55 por ciento del total de la energía consumida.

El consumo de productos de origen animal supone el 77 por ciento de las hectáreas requeridas para satisfacer el consumo agrario total. Esto nos sitúa ante un fenómeno que ha tenido lugar, en los últimos decenios, en los países «desarrollados» de los que el Estado español no es una excepción: los cambios producidos en los hábitos alimentarios, denominado «fenómeno alimentario». Esto es, la generalización de una dieta alimentaria basada en productos de origen animal, muy rica en grasas y proteínas animales. Por ejemplo, el aporte calórico de cereales a la dieta por persona y día, en el Estado español, ascendía en 1964 a algo más de mil kilocalorías, en 1999 esta cifra había bajado hasta las 455 kilocalorías.

En este sentido, conviene recordar que este tipo de dieta, junto a otro tipo de consideraciones como las relativas a la salud, es extraordinariamente ineficiente. Observemos que la energía se divide por diez a cada paso que se produce en la cadena trófica. Además, es social y ambientalmente insostenible. Por ejemplo, el 56 por ciento de la superficie agrícola de EE.UU. se destina a la producción de carne; entre 1966 y 1993 se talaron 103,6 mil kilómetros cuadrados de selva amazónica (el 40 por ciento se dedicó a la producción de carne); el 49 por ciento de la degradación del suelo en África se debe al exceso de pastoreo; si bien los sistemas agrícolas actuales, muy consuntivos en agua, requieren 249 litros de agua, por término medio, para obtener un kilogramo de trigo, para conseguir un kilogramo de carne se necesitan 24,8 mil litros de agua.

La huella forestal representa algo más del 11 por ciento de la huella ecológica del Estado español total. Esta cifra nos permite ahondar en aspectos relacionados con las explotaciones forestales españolas, así como reconocer la presión que ejercen algunas pautas de consumo sobre una de las áreas bioproductivas a la que se atribuyen importantes funciones desde el punto de vista de la sostenibilidad (como sumidero del CO<sub>2</sub> excedente, mantenimiento de biodiversidad, reguladora del ciclo hidrológico...) Por ejemplo, las consecuencias de las posiciones «conservacionistas» y «productivis-

tas» sobre la preservación de los ecosistemas forestales. O la fuerte presión de uno de los sectores, en apariencia más «desmaterializado»: los servicios, a través de su demanda creciente de papel. En efecto, el consumo de papel aumentó en el Estado español desde 73,8 kilogramos de papel por habitante, en 1961, hasta los más de 233 kilogramos por habitante de 2000. En el período comprendido entre los años 1985 y 2000 el consumo de papel para impresión y escritura aumentó en 163 por ciento.

El consumo de energía y materiales creció muy por encima de lo que lo hizo la población. La creciente motorización y la expansión del estilo de vida urbano se erigen en los principales responsables del crecimiento exponencial que experimentaron dichos consumos. En efecto, en los últimos treinta años, el número de vehículos por cada mil habitantes se multiplicó por seis; y, el consumo de energía eléctrica ha estado creciendo en el Estado español, desde 1959 hasta 2001, a una tasa media anual del 6,6 por ciento (duplicándose cada 10 años), en un 80 por ciento de origen fósil.

Por consiguiente, los resultados alcanzados en el análisis de la huella del Estado español reflejan, de un lado, unos comportamientos de consumo en línea con el de los países de su entorno y, en algunos aspectos, más exigente en materiales y energía. De otro, la relación existente entre el desarrollo económico registrado y la mayor dependencia de recursos más allá de las capacidades disponibles propias. Por último, proporciona criterios útiles para determinar qué actividades son más problemáticas y cuáles menos desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Sin embargo, el extenso territorio español alberga realidades muy diferentes. En este sentido, cobra importancia los análisis de territorios de ámbitos más reducidos al estatal. En sí mismo, estaría justificado, a nuestro entender, el análisis de realidades regionales ya que aunque haya aspectos comunes que compartirán los habitantes de territorios distintos dentro del Estado, las realidades socioeconómicas se nos antojan tan dispares en muchos aspectos, entre unos territorios y otros, que un promedio, como es el que se alcanza para el Estado español, resulta insuficiente. En nuestro caso, aunque, al igual que en el caso español, no nos hemos limitado a obtener una cifra representativa de la huella ecológica para Andalucía, sino que apoyado en los resultados obtenidos pretendemos un análisis que trascienda las propias cifras y nos aproxime a la realidad socioeconómica del territorio andaluz. La información que nos proporcionan los datos expresados en términos físicos también nos ha permitido desvelar aquellos aspectos que generalmente quedan ocultos tras el velo monetario.

En la determinación de la huella ecológica de Andalucía hemos

recurrido a las Tablas Input-Output de Andalucía (TIOA), correspondientes al año 1995, para la determinación del saldo comercial. Esto se debe a que las cifras referidas a los intercambios con el exterior, expresadas en términos físicos, suministrada por el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia de Administración Tributaria no reflejan ni las relaciones de intercambios comerciales interprovinciales ni entre Comunidades Autónomas. Esto, evidentemente, distorsiona considerablemente los saldos comerciales y, en consecuencia, el consumo aparente (base del cálculo de la huella ecológica).

Las TIOA, en cambio, nos aproximan a unas cifras de flujos comerciales que salvan las limitaciones antes apuntadas y a pesar de estar expresadas en unidades monetarias, requiriendo un tipo de imputación indirecta, proporcionan una información más próxima a los intercambios reales.

La huella ecológica de Andalucía se eleva a 2,7 hectáreas por habitante. Esta cifra representa el 53,7 por ciento de la huella calculada para el Estado español. Este porcentaje es similar, como no podría ser de otro modo, al existente entre la renta disponible por habitante española y andaluza. Esto significa que, efectivamente, existe una correlación positiva entre la renta disponible y la huella generada por habitante, que, en cierto modo, contradice los postulados de la teoría de la Curva de Kuznets Ambiental. Esto es, y así ha podido comprobarse a lo largo del texto, a mayor poder adquisitivo (mayores niveles de renta monetaria) mayor impacto ambiental. En definitiva, el deterioro no viene derivado de la pobreza, sino que es consecuencia directa de la «opulencia».

Para cubrir, por tanto, las necesidades de consumo en Andalucía se necesitan 19,3 millones de hectáreas de tierra biológicamente productiva; sin embargo, tan sólo dispone de 15,3 millones. En otras palabras, el déficit ecológico en el que incurre la economía andaluza es de algo más de 4 millones de hectáreas bioproductivas.

Si consideramos, por otro lado, la superficie requerida, sin ajustarla por los factores de equivalencia, que se eleva a 15,4 millones de hectáreas y la comparamos con los 8,8 millones de hectáreas realmente existentes necesitaríamos casi dos territorios como el de Andalucía para satisfacer las necesidades de consumo de su población.

En Andalucía, al igual que aconteciera en el caso del Estado español, la mayor aportación a la huella total corresponde al consumo de energía con un 46 por ciento. En los últimos quince años del siglo pasado, aumentaron progresivamente los requerimientos energéticos para satisfacer las necesidades emanadas de los estándares de consumo y las prácticas productivas. Lejos de tender a una

economía más autosuficiente y menos exigente en recursos y energía, los requerimientos de energía primaria se incrementaron en un 75 por ciento, pasando de los 9,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo de 1984 a los 17,3 millones de 1999.

Esta demanda se apoya, principalmente, en los combustibles fósiles, perdiendo representatividad las energías renovables y mermándose su capacidad de autoabastecimiento. El petróleo y sus derivados representan más del sesenta por ciento de la huella energética total. La energía renovable descendió un 36 por ciento y la capacidad de autoabastecimiento se vio reducida en cuatro puntos porcentuales, situándose, en 1999, en torno al 6 por ciento.

En el análisis de la huella ecológica de Andalucía hemos incorporado algunas reflexiones sobre el consumo de agua, aspecto éste que considerábamos fundamental en una realidad de fuerte especialización agraria, y sobre las explotaciones forestales, especialmente respecto a las áreas adehesadas. De la información recogida puede afirmarse que para mantener los actuales niveles de producción agrícola en régimen de regadío, que es la práctica que más se ha extendido en los últimos años, se requeriría más del doble de la superficie agrícola total si estas explotaciones se realizaran en régimen de secano. Esto muestra el carácter intensivo de estas prácticas que se apoyan, además, en un recurso que, en el caso de Andalucía, presenta importantes limitaciones. El consumo de agua de los regadíos representa el 80 por ciento de la demanda total de recursos hídricos. En 1998 las hectáreas en régimen de regadío representaban el 19 por ciento de la superficie cultivada. Estas prácticas están relacionadas, además, con cultivos destinados a satisfacer la demanda externa, situados principalmente en áreas del litoral (poniente almeriense y litoral onubense) y extraordinariamente subvencionadas.

También hemos considerado necesario hacer referencia a aquellos aspectos que la metodología de la huella no incorpora como, por ejemplo, los requerimientos para sostener determinadas prácticas agrarias. Ya que, y ésta es una de las principales limitaciones de este indicador, considera las prácticas de producción como si fuesen sostenibles. En este sentido, la producción hortofrutícola que representa algo más del cuarenta por ciento de la producción final agraria andaluza y más del seis por ciento de la producción final agraria europea de este tipo de cultivo representa el seis por ciento de toda la superficie cultivada en el territorio andaluz; siendo, por lo demás, la que más aumentó desde que el Estado español se hiciese socio europeo. Como han puesto de relieve otros trabajos, los sistemas de cultivo sin suelo –una alternativa utilizada crecientemente cuando el suelo es esca-

so o se encarece– requieren como promedio un 70 por ciento más de agua y aproximadamente el doble de fertilizantes para incrementar en un 25 por ciento lo producido, multiplicando, además, el agua lixiviada por 6 ó 7 y los residuos de fertilizantes por 10 ó 15 veces frente al cultivo por el sistema de enarenado.

En relación con este componente de la huella ecológica hemos abordado, también, el análisis de forma desagregada de los dos componentes de la huella agraria. El agrícola, al que acabamos de hacer referencia, y el pecuario. Este último sector ha ido perdiendo peso relativo en la producción final agraria andaluza; sin embargo, los procesos de modernización en los que se ha visto inmerso el sector se han traducido en aumentos de la producción y el rendimiento. Empero, estos aumentos han ido de la mano de una ruptura de la relación previamente existente entre el sector agrícola y ganadero, haciendo que este último dependa ahora más de los insumos procedentes del sector industrial, haya provocado una reducción de la diversidad agrícola y dado origen a problemas de generación de residuos y desechos con efectos directos sobre la productividad de los suelos, la calidad de las aguas, la salubridad de la población, la contaminación atmosférica...

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, la ruptura del sistema agrícola y el sistema ganadero, que se derivan de los procesos de modernización en curso, pone fin a una relación de reciprocidad entre ambos –en la que no es pertinente hablar en términos de recursos y desechos, puesto que éstos que han sido generados en el consumo de recursos sirven, a su vez, de nutrientes para la obtención de dichos recursos–, y abre paso a una creciente dependencia de inputs industriales y una presión ambiental cada vez más intensa.

El análisis, de otro lado, de la huella forestal nos ha permitido obtener algunas conclusiones en relación con las explotaciones forestales andaluzas que desde el punto de vista de la sostenibilidad son, en nuestra opinión, de gran trascendencia. El bosque mediterráneo, por ejemplo, que constituye uno de los ecosistemas alterados más interesantes desde el punto de vista del desarrollo de prácticas sostenibles, dada la confluencia de elementos agrícolas, pastoriles y forestales, se ve en la actualidad amenazado ya sea por posicionamientos «conservacionistas» ya sean «productivistas». En este sentido, la traslación automática, mimética, de actuaciones de esta naturaleza, que tal vez encuentren un sentido para realidades forestales (sistemas forestales continentales) en las que la actividad humana juega un papel subordinado, suponen un serio revés para la ya frágil realidad del bosque mediterráneo. Por ejemplo, en las medidas de acompañamiento que han guiado las reformas de la PAC aparecen

formulaciones como: «forestación de tierras agrarias»; y «programa de medidas agro-ambientales»; «programa de cese anticipado en la actividad agraria o de jubilación anticipada».

El bosque mediterráneo proporciona una baja rentabilidad monetaria 'directa' si es comparado con otras formaciones forestales más vinculadas a la producción de madera o con cubiertas vegetales de monocultivos leñosos destinados a la producción de fruta, por ejemplo. Sin embargo, proporciona funciones y servicios imprescindibles para el sostenimiento de las poblaciones que lo habitan. Junto con la capacidad para fijar el CO<sub>2</sub> excedente en la atmósfera procedente de la combustión fósil, la regulación climática, mantenimiento del paisaje, el control de los procesos erosivos, la retención de aguas y prevención de avenidas, la mejor disposición para el fuego..., las zonas adhesionadas y las prácticas que secularmente han tenido lugar en ellas han permitido el mantenimiento de una cierta diversidad vegetal y animal y, al mismo tiempo, aspecto éste fundamental, el sostenimiento de la población en el territorio y fijar su presencia en él.

Este tipo de consideraciones refuerza la necesidad de análisis de variables no solamente monetarias, puesto que los agregados monetarios velan la posibilidad de discernir las prácticas sostenibles de aquellas otras que no lo son. Y, además, en numerosas ocasiones, estimulan la puesta en marcha de actividades muy problemáticas desde el punto de vista de la sostenibilidad. Así, las prácticas forestales actuales son la suma de explotaciones intensivas de algunos recursos (principalmente madera), lugares destinados a la práctica turística y zonas de ocio y esparcimiento para las poblaciones urbanas.

Del mismo modo que la huella ecológica relativa al Estado español muestra el comportamiento, por término medio, de los habitantes en cuanto a sus hábitos de consumo, la huella de Andalucía nos proporciona una cifra que representa las necesidades de suelo bio-productivo necesarios para satisfacer las exigencias de consumo de la media de la población andaluza. Resulta, obvio, que los promedios ocultan la diversidad y heterogeneidad de las realidades que representan y, en consecuencia, es necesario descender en análisis para tratar de comprender esa heterogeneidad y cómo se distribuye la participación de los distintos territorios y asentamientos que conforman la geografía andaluza en la determinación de la huella total.

El objetivo de este libro, como ya se ha referido anteriormente, es, principalmente, el de avanzar en la construcción de herramientas que permitan una aproximación a la realidad salvando los límites que establecen los instrumentos que proporcionan la economía convencional o estándar. En este sentido, un aspecto que ha estado en la raíz de las preocupaciones por la insostenibilidad de las ac-



tuales prácticas humanas ha sido la progresiva expansión del modelo urbano-industrial y los estilos de vida asociados.

Es por esta razón, y conscientes del importante papel que juegan los asentamientos humanos que hayamos decidido, apoyándonos en la filosofía de la huella ecológica, realizar una aproximación para la Aglomeración Urbana de Sevilla, dado que ésta representa la mayor concentración de personas y actividad del conjunto de las aglomeraciones urbanas andaluzas.

La falta de información, en la que se ha insistido, dificulta el análisis para este tipo de realidades. De hecho, a pesar de la importancia que el análisis de la huella ecológica les concede generalmente, al menos por la información de que disponemos, las cifras estimadas, en otros trabajos, de huella para realidades municipales generalmente se han obtenido extrapolarando los datos alcanzados para niveles estatales y, en contadas ocasiones, para niveles regionales, con las limitaciones reseñadas en capítulos anteriores. Ello, distorsiona extraordinariamente los resultados alcanzados y nos hablan más bien del comportamiento medio de la población de estos lugares y no del proceder de las poblaciones localizadas en estas grandes aglomeraciones urbanas.

Esto representa, desde nuestro punto de vista, una gran limitación y de ahí que hayamos decidido utilizar un método de estimación indirecta que en cierto modo equilibre la pérdida de precisión con una mejor aproximación al ámbito estudiado. Estimamos conveniente, además, subrayar el escaso interés de los diferentes institutos y organismos públicos en relación con la elaboración de estadísticas que faciliten este tipo de análisis. Esta afirmación es fruto de las relaciones que hemos tenido ocasión de establecer con ellos y, al mismo tiempo, de la constatación derivada de los parcos avances que se han producido en esta materia. Así, el discurso que es cada vez más ambientalista no se ve acompañado de medidas que permitan arbitrar los mecanismos y los medios adecuados, y disponer, en consecuencia, de la información necesaria para hacer frente a la preocupación sobre la salud de los ecosistemas y la situación del patrimonio cultural al que estos discursos parecen hacer referencia.

Por las razones anteriormente aludidas, realizamos una propuesta metodológica distinta, aún siendo conscientes que no resuelve el problema de la falta de datos concretos relativos a los ámbitos municipales, que de estar disponibles permitirían alcanzar unos resultados más exactos. La mejora que proponemos consiste en diseñar un índice que muestre la Intensidad de Consumo por *Unidad de Superficie* (ICUS). A partir de este índice obtenemos un coeficiente (factor), apoyados en el Análisis de Componentes Principales, en virtud

del cual trasladamos los resultados alcanzados para Andalucía a los distintos municipios que constituyen esta Comunidad y particularmente a los municipios del área metropolitana de Sevilla. En otras palabras, lo que proponemos es sustituir, para la estimación a escala municipal de la huella, la densidad (hab/Km<sup>2</sup>) por la intensidad de consumo (consumo/ Km<sup>2</sup>), que, a nuestro criterio, se ajusta mejor al tipo de análisis que realizamos.

A partir de una serie de variables (para las que existe información disponible) tales como: generación de residuos sólidos urbanos, parque de vehículos y de viviendas, consumo de energía eléctrica, número de establecimientos y plazas de hostelería y restauración, se diseñaron los ICUS, base del índice que nos permitiría trasladar los datos obtenidos para Andalucía al conjunto de los municipios andaluces. Este modo de proceder, además, nos ha permitido introducir en los resultados variables que no contempla la metodología de la huella ecológica, especialmente la generación de residuos que constituye una de las manifestaciones más características del estilo de vida urbano-industrial.

Los resultados obtenidos confirman una de las hipótesis de las cuales partíamos. Esto es, las mayores exigencias de recursos se encuentran muy concentradas en torno a las aglomeraciones urbanas importantes y capitales de provincia, así como en áreas del litoral andaluz.

En concreto, referidos a la Aglomeración Urbana de Sevilla, las cifras que hemos alcanzado corroboran y, en general, acentúan, en los últimos tiempos, la fuerte dependencia del exterior para satisfacer las exigencias derivadas de su estructura y funcionamiento. Así, de acuerdo con las cifras manejadas por las Tablas Input-Output para la provincia de Sevilla (1986) se necesitaban 11,6 millones de toneladas de materiales y energía, de las que tan sólo la quinta parte procedía de la Aglomeración. Según la estimación alcanzada, la huella ecológica para la Aglomeración Urbana de Sevilla asciende a 7,1 hectáreas por habitante; esto es, se necesitarían 54,5 veces la superficie de la actual demarcación territorial de la Aglomeración para satisfacer las exigencias de consumo del conjunto de la población de la aglomeración. En otras palabras, las 75,8 mil hectáreas de tierra ecológicamente productiva necesarias para satisfacer las exigencias de consumo de la población de la Aglomeración Urbana de Sevilla son el equivalente al 86,5 por ciento de la superficie total de Andalucía, aproximadamente 2,4 veces la superficie de Cataluña, más de 2 veces la extensión de Holanda, Bélgica y casi la austriaca.

Estas nuevas pautas de localización, derivadas de la extensión del modelo urbano-industrial, se distancian de las tradiciones en las que

las localizaciones geográficas tendían a confundirse con las localizaciones ecológicas y, en consecuencia, eran menos heterónomas, más autosuficientes. Ello ha derivado en la despoblación de vastas áreas del territorio. El ochenta por ciento de los municipios andaluces perdió población en el período comprendido entre los años sesenta y ochenta del pasado siglo, en los tres lustros posteriores el cincuenta por ciento siguió perdiendo población.

Esta misma situación es extrapolable a la provincia de Sevilla, donde se inserta la realidad metropolitana estudiada. Esta forma de asentamiento genera importantes problemas desde el punto de vista de la sostenibilidad, aquellos que son consecuencia directa de un estilo de vida notablemente exigente en recursos y altamente generador de desechos y aquellos otros que derivan de la fragmentación del espacio y el establecimiento de una fuerte asimetría que sitúa a las áreas menos urbanizadas ante un proceso de abandono progresivo de la población y del propio medio físico en que éstas se localizan.

La extraordinaria expansión de las aglomeraciones urbanas que han roto los límites de las ciudades centrales, que tradicionalmente representaban los núcleos de población más importantes, ha acentuado la importancia del fenómeno urbano e incluso ha hecho necesaria nuevas definiciones para aprehender el hecho metropolitano. Por ejemplo, el suelo urbanizado de Sevilla y su área de influencia se multiplicó por 10 en las últimas tres décadas. Sin embargo, estas realidades supramunicipales –que hoy en día se consolidan como forma principal de asentamiento humano–, mucho más difusas y complejas que las ciudades tradicionales, paradójicamente, no cuentan con una información estadística adecuada que permita una aproximación razonable, tanto desde el punto de vista de su delimitación conceptual cuanto desde la perspectiva de la intervención o actuación concreta ante los fenómenos que de éstas se derivan. De ahí, la «cierta flexibilidad» asociada a la definición o delimitación geográfica de estas realidades.

Esto lleva a que las demarcaciones metropolitanas no queden definitivamente delimitadas y, en consecuencia, hayan de someterse a revisiones casi permanentes. En concreto, en el caso de la Aglomeración Urbana de Sevilla la expansión que ha vivido en los últimos tiempos, acentuada en los últimos diez años, ha llevado a que los diseñadores del nuevo Plan General Urbano de Sevilla (aún en proceso de elaboración) consideren hasta 41 municipios como integrantes de la Aglomeración. De consolidarse las tendencias hoy existentes, en el plazo de unas décadas prácticamente el ochenta por ciento de la población perteneciente a la provincia de Sevilla se concentraría en Sevilla, la capital, y los municipios circundantes.

Esta situación genera unos problemas considerables en cuanto a ocupación del territorio, de movilidad, de equipamientos, requerimientos de materiales, energía y agua, de generación de desechos..., que hacen inviables la extensión de este modelo de asentamiento. Por ejemplo, algunos de los municipios de la Aglomeración, que cumplen principalmente funciones residenciales, tienen clasificados como suelo urbano o urbanizable alrededor del 80 ó 90 por ciento de su superficie total. Situación que se agravará y extenderá con la implantación de la nueva vía de circunvalación SE-40, afectando a un número importante de municipios prácticamente en todas las latitudes de la demarcación geográfica de la propia ronda.

Además, este modelo de urbanización dispersa supone un aumento considerable de la movilidad no sólo entre los municipios de la Aglomeración y la ciudad central sino dentro de la propia ciudad central. De hecho, la movilidad de la Aglomeración Urbana de Sevilla se concreta en la realización de 1,2 millones de viajes diarios en medios mecanizados. Dos tercios de ellos se realizan en vehículos privados y el tercio restante en transporte colectivo. Además, las tendencias apuntan a que los incrementos de movilidad que pueden oscilar entre un 15 y un 20 por ciento serán absorbidos por el vehículo privado.

A este aumento de la movilidad y a la creciente ocupación del suelo hay que añadir el desarrollo de un estilo de vida que basa su funcionamiento en exigencias crecientes de materiales y energía.

De hecho, a las exigencias energéticas derivadas del uso creciente del vehículo privado hay que añadir las derivadas de una tipología de viviendas unifamiliares «aptas para la prefabricación en serie» construidas con materiales poco adaptados a las condiciones bioclimáticas de la zona estudiada. Esto junto a la idea de refugiarse en el hogar y la búsqueda de la confortabilidad total han provocado un incremento considerable del consumo de energía eléctrica en el conjunto del área metropolitana. En concreto, el consumo de energía eléctrica, de la Aglomeración, se incrementó en el período comprendido entre los años 1987 y 2000 en más de un 184 por ciento.

En definitiva, la desigual participación de las distintas poblaciones en la determinación de la huella ecológica total se pone, por ejemplo, de relieve en el hecho de que del total de los residuos sólidos generados en la provincia de Sevilla, el 64,8 por ciento correspondan a la Aglomeración Urbana; el 67,8 por ciento del parque total provincial de vehículos se concentra en la Aglomeración; y, por último, el 70,8 del total de la energía consumida en la provincia corresponde a los municipios de la Aglomeración.

Hemos puesto, también, de relieve la necesidad de disponer de herramientas apropiadas para diagnosticar, con ciertas garantías, el

estado de salud de los ecosistemas y poder, a partir de ahí, precisar la naturaleza y la escala de los impactos de la actividad humana sobre el medio que es el soporte para la pervivencia de la vida en el Planeta. Para poder gestionar es preciso conocer y para poder conocer es imprescindible disponer de los instrumentos conceptuales adecuados.

La nuestra es una modesta aportación al empeño por construir una manera de aprehender la realidad, que sea capaz de captar la complejidad de los fenómenos a ella asociados. Es obvio, que queda mucho camino por hacer. Resulta evidente que aún son muchos los interrogantes abiertos. Que nos encontramos en un contexto histórico en el que abundan más las preguntas que las respuestas. Más las incertidumbres que las certezas. En este sentido, el inmediato porvenir nos proporciona retos apasionantes. Sin embargo, las resistencias a romper las fuertes ataduras que ejercen los paradigmas y las concepciones existentes aún son grandes.

La próxima primavera habrán transcurrido 153 desde que se concluyese que hasta este momento los filósofos *se han limitado a interpretar el mundo de distintos modos; de lo que se trata es de transformarlo*<sup>1</sup>. Las transformaciones que han tenido lugar desde entonces han sido notables, sin embargo el conocimiento que hemos alcanzado del mundo ha sido escaso. Quisiéramos concluir reclamando un lugar en «la aventura intelectual de nuestro tiempo» y aceptando que «vivir bien es, entre otras cosas, vivir despierto, vivir con los ojos abiertos, darse cuenta de quiénes somos y dónde estamos, practicar la virtud de la lucidez<sup>2</sup>»

1 Onceava Tesis sobre Feuerbach del Apéndice de Carlos Marx en *La ideología alemana* (1848). La traducción en castellano es de 1974.

2 Tomado de Jesús Mosterín (2001)





ANEXOS







## ANEXO I

World Business Council for Sustainable Development. Miembros		
3M	Fiat Auto	Procter & Gamble
ABB Asea Brown Boveri	Ford Motor Company	Rabobank Group
ABN AMRO Bank	Fortum Corporation	Renault SA
Acindar SA	General Motors	Rio Tinto
Adidas-Salomon	Gerling-Konzern Insurances	RMC Group
Alcan Inc.	Grupo IMSA	Rohm and Haas Company
Alcoa	GrupoNueva	Royal Dutch/Shell Group of Companies
Allianz AG	Heidelberger Zement	Royal Philips Electronics
Amcor Limited	Heineken	S.C. Johnson & Son
Anglo American	Henkel	Samsung Electronics
AOL Time Warner	Hitachi Chemical	Seiko
Aracruz Celulose	Holcim	Severn Trent
Arthur D. Little	Honda	SGS
Asahi Glass	Imperial Chemical Industries	Siam Cement
AT&T	ING Group	Sibirsky Aluminium Group
Aventis	Interface	Skandia Insurance
BASF	International Herald Tribune	Skanska
Bayer	International Paper	Sonae
BC Hydro	Italcementi Group	Sonatrach
BG	John Laing	Sony
BHP Billiton	Johnson & Johnson	SOPORCEL
Borealis	Kajima	Statoil
BP	Kansai Electric	STMicroelectronics
British Standards Institution	Kikkoman	Stora Enso
Brodrene Hartmann	KPMG	Storebrand
Cargill	Lafarge	Suez
Caterpillar	LG Group	Suncor Energy
CEMEX	Lief Höegh & Co	Swiss Re
CIMPOR	L'Oréal	Syngenta
CLP Holdings Limited	MeadWestvaco	Taiheiyō Cement
Codeco	Michelin	Teijin Limited
COGEMA	Mitsubishi Corporation	Telenor
Companhia Vale do Rio Doce	Mitsui & Co	The Boston Consulting Group
Conoco	Mitsui Chemicals	The Coca Cola Company
CH2M HILL	Monsanto	The Retec Group
ChevronTexaco	Nestlé	The Warehouse
China Petrochemical Corporation	Newmont Mining Corporation	Tokyo Electric Power Company
DaimlerChrysler	Nexen	Toray Industries
Danisco	Nissan Motor Co., Ltd.	Toyota
Degussa AG	Nokia	TransAlta
Deloitte Touche Tohmatsu	Noranda	TXI
Denso Corporation	Norsk Hydro	UBS
Det Norske Veritas	Norske Skogindustrier	Unilever
Deutsche Bank AG	Novartis	Unocal
Dow Corning Corporation	Novo Nordisk	UPM-Kymmene
Dow Chemical	NTT	Visteon Corporation
DuPont	Nutreco International B.V.	Vivendi Environnement
Eastman Kodak	OAQ Gazprom	Vodafone Group Plc
ENCE	Ontario Power Generation	Volkswagen
ERM Group	Petro-Canada	Western Power Corporation
ESKOM	PLIVA	Weyerhaeuser
Exelon Corporation	Podravka d.d.	WMC
F. Hoffmann-LaRoche	PowerGen	Yasuda Fire & Marine Insurance
FALCK Group	PricewaterhouseCoopers	Zurich Financial Services Group

## ANEXO I

### European Partners for the environment. Miembros

Autoridades Públicas		
ADEME	Mr François Gréaume	FR
The Senator for Building and Environment of the Free Hanseatic City of Bremen	Ms Rita Kellner-Stoll	DE
City of Aalborg	Mr Erik Moeller	DK
ICLEI Europe - Int'l council for Local Environmental Initiatives	Mr Christoph Erdmenger; Mr Konrad Otto-Zimmermann	DE
INETI - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial	Ms Constanca Peneda	PT
City of Gothenburg	Ms Eren Andersson	SE
UNEP	Ms Françoise Belmont	CH
Business		
Coca Cola International	Mr Salvatore Gabola	Eur
Dow Europe	mailto:gdebauw@dow.com Ms Sandra Reynaud	Eur
TotalFinaElf	Mr Jean-Claude Michel	FR
Monsanto Services International	Ms Martina Bianchini	Eur
Procter & Gamble	Mr Peter Hindle ; Mr Peter White	Eur
Rabobank	Mr Bart J. Krouwel ; Ms Marieke Van Berkel	NL
Sony International (Europe)	Mr Lutz-Günther Scheidt	Eur
Sophus Berendsen A/S	Mr Henrik Grüttner	DK
Environmental NGOs		
Ambiente Italia	Mr Paolo Frankl	IT
An Taisce	Ms Geraldine Walsh	IE
Association 4D - Dossiers et Débats pour le Développement Durable	Mr Laurent Comeliau	FR
Assoc. Protection et Développement du Patrimoine Maritime Seynois et du Var	Ms Michèle Durant	FR
EEB - European Environmental Bureau	Mr John Hontelez ; Ms Jacqueline Miller	BE
	Ms Lone Johnsen	DK
Elliniki Etairia	Mr Michaël Scoullas	GR
Environment Liaison Centre International (ELCI)	Dr Barbara Gemmill	Afric
GEOTA	Ms Conceicao Martins ; Mr Carlos Baptista	PT
Global Action Plan	Ms Nadia McLaren	SE
IIED - International Institute for Environment and Development		
	Mr Nick Robins	UK
Inter-Environment Wallonie	Ms Therese Snoy	BE
Italia Nostra	Mr Armando Montanari	IT
Klub Gaja	Mr Jacek Bozek	PL
Legambiente	Mr Mauro Albrizio	IT
SNM - Stichting Natuur & Milieu	Mr Jan Henselmans ; Mr Gijs Kuneman	NL
WWF - European Policy Office	Mr Tony Long	BE
Social Partners & Professionals		
CAF-clearing house for applied futures GmbH	Mr Peter Moll	DE
Centre for Social Markets	Malini Mehra	UK
ECE - Eco Counselling Europe	Mr Heinz-Werner Engel	BE
Ecotopia	Mr Garsett Larosse	BE
EPCE - Environment Policy Center Europe	Mr Thierry Dumortier	BE
Ethibel Vzw	Mr Herwig Peeters ; Mr Dirk Van Braekel	BE
ETUC - European Trade Union Confederation	Mr Mark Sapir	BE

4 Autoridades Públicas		
Fleishman Hillard	Mr Jack Modzelejski	UK
Fondazione Eni Enrico Mattei		IT
Fundacao Luso-Americana Para O Desenvolvimento	Mr Charles A. Buchanan Jr	PT
Fundacion Entorno	Ms Cristina Garcia Orcoyen	ES
GPC - Government Policy Consultants	Ms Julie Garman	BE
Greening of Industry Network (The)	Ms Ellis Brand	NL
Grontmij Noord Brabant	Mr Jaap A. Van Der Schroeff	NL
Hunton & Williams		BE
IAOPA-International Council of Aircraft Owner & Pilot Association	Mr Martin Robinson; Mr Sylvain De Weert	UK
Irish Productivity Centre	Mr Norbert Gallagher	IE
Laboratoire du Futur (Le) / The Workshop of the Future	Mr Alex Nichols	FR
Miljoestrategi AB	Mr Torvald Jacobsson	SE
Oree	Mr Philippe Marzolf	FR
REC _ Regional Environmental Centre	Mr Ernst Max Nielsen	HU
SustainAbility Inc	Mr John Elkington	UK
TACIS / World Watch Institute		BE
VisioL@b (formerly L'Atelier Vert)	Mr Joël de Montalier	FR
Wattiez Consultancy	Ms Catherine Wattiez	BE
Wuppertal Institute	Mr Eberhard K. Seifert	DE

## ANEXO II

### La huella ecológica de los municipios de la provincia de Almería (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996

Fuente: Elaboración propia

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Abla	1.529	2,44667	37	45	8	0,8
Abrucena	1.460	2,39902	35	84	49	0,4
Adra	20.898	3,02681	633	90	-542	7,0
Albánchez	626	2,41758	15	35	20	0,4
Alboloduy	817	2,37710	19	70	50	0,3
Albox	9.456	2,54011	240	168	-72	1,4
Alcolea	858	2,43926	21	35	14	0,6
Alcóntar	621	2,38475	15	94	79	0,2
Alcudia de Monteagud	183	2,37886	4	16	11	0,3
Alhabía	694	2,51310	17	16	-1	1,1
Alhama de Almería	3.104	2,74809	85	26	-59	3,3
Alicún	249	2,46726	6	6	0	1,0
Almería	170.503	4,20928	7177	296	-6881	24,2
Almócita	193	2,36896	5	31	26	0,1
Alsodux	113	2,36579	3	20	17	0,1
Antas	2.659	2,49046	66	99	33	0,7
Arboleas	1.550	2,42384	38	66	28	0,6
Armuña de Almanzora	339	2,45555	8	8	0	1,0
Bacares	287	2,36395	7	95	88	0,1
Bayárcal	357	2,38142	9	38	30	0,2
Bayarque	235	2,37275	6	26	21	0,2
Bédar	552	2,39627	13	47	33	0,3
Beires	133	2,36395	3	39	36	0,1
Benahadux	2.702	2,84561	77	17	-60	4,6
Benitagla	111	2,36990	3	6	4	0,4
Benizalón	328	2,37134	8	32	24	0,2
Bentarique	331	2,42171	8	11	3	0,7
Berja	13.043	2,52811	330	217	-112	1,5
Canjáyar	1.783	2,42734	43	67	24	0,6
Cantoria	3.357	2,50083	84	79	-5	1,1
Carboneras	6.215	2,99740	186	95	-91	2,0
Castro de Filabres	207	2,36280	5	29	24	0,2
Cóbdar	274	2,37614	7	32	25	0,2
Cuevas del Almanzora	9.625	2,51987	243	265	22	0,9
Chercos	289	2,41830	7	13	6	0,5
Chirivel	1.860	2,37934	44	197	152	0,2
Dalías	3.590	2,42440	87	147	59	0,6
Darrical	76	2,35566	2	33	31	0,1
Enix	223	2,39486	5	67	61	0,1
Felix	562	2,38219	13	81	68	0,2
Fines	1.746	2,69059	47	23	-24	2,0
Fiñana	2.644	2,40512	64	134	70	0,5
Fondón	934	2,39251	22	91	69	0,2
Gádor	2.596	2,65849	69	88	19	0,8
Gallardos (Los)	1.761	2,55190	45	35	-10	1,3
Garrucha	4.867	12,53570	610	8	-602	76,3
Gérgal	1.089	2,37128	26	229	204	0,1

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Huécija	537	2,44288	13	19	6	0,7
Huércal de Almería	5.366	4,55459	244	21	-223	11,7
Huércal-Overa	13.756	2,52632	348	318	-30	1,1
Illar	489	2,41406	12	19	7	0,6
Instinción	547	2,39811	13	33	20	0,4
Laroya	108	2,36611	3	22	19	0,1
Lájar de Andarax	1.815	2,43072	44	93	49	0,5
Líjar	516	2,40678	12	28	16	0,4
Lubrín	1.823	2,38907	44	138	95	0,3
Lucainena de las Torres	588	2,37016	14	123	109	0,1
Lúcar	799	2,37648	19	100	81	0,2
Macael	5.956	2,97057	177	44	-133	4,0
María	1.658	2,38104	39	226	186	0,2
Mojácar	4.394	3,05852	134	74	-60	1,8
Nacimiento	541	2,37118	13	81	68	0,2
Níjar	15.017	2,48419	373	600	227	0,6
Ohanes	817	2,40318	20	32	13	0,6
Olula de Castro	197	2,36432	5	34	29	0,1
Olula del Río	6.165	3,44092	212	24	-189	9,0
Oría	2.240	2,37726	53	235	181	0,2
Padules	488	2,41528	12	26	15	0,4
Partaloa	394	2,37360	9	53	43	0,2
Paterna del Río	335	2,38120	8	45	38	0,2
Pechina	2.564	2,52032	65	46	-19	1,4
Pulpí	5.202	2,65753	138	95	-44	1,5
Purchena	1.696	2,48387	42	56	14	0,7
Rágol	395	2,38198	9	27	18	0,3
Rioja	1.180	2,44846	29	36	8	0,8
Roquetas de Mar	37.237	6,73659	2509	60	-2449	42,1
Santa Cruz de Marchena	215	2,37190	5	20	15	0,3
Santa Fe de Mondújar	411	2,40496	10	35	25	0,3
Senés	359	2,36571	8	50	42	0,2
Serón	2.742	2,39512	66	166	101	0,4
Sierro	510	2,39243	12	27	15	0,4
Somontín	508	2,42526	12	16	4	0,8
Sorbas	2.834	2,39403	68	249	181	0,3
Sufí	233	2,40768	6	10	5	0,6
Tabernas	3.457	2,39784	83	280	197	0,3
Taberno	1.023	2,40710	25	44	19	0,6
Tahal	415	2,36278	10	95	85	0,1
Terque	444	2,45126	11	16	5	0,7
Tíjola	3.845	2,51744	97	68	-29	1,4
Turre	2.157	2,43656	53	108	55	0,5
Turrillas	289	2,36814	7	39	32	0,2
Uleila del Campo	1.007	2,42542	24	39	14	0,6
Urrácal	345	2,38403	8	25	17	0,3
Velefique	348	2,36363	8	66	58	0,1
Vélez-Blanco	2.317	2,36936	55	442	387	0,1
Vélez-Rubio	6.528	2,43755	159	282	123	0,6
Vera	6.453	3,48196	225	63	-162	3,6
Viator	3.186	3,05446	97	21	-77	4,7
Vícar	14.807	3,15444	467	64	-403	7,3

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Zurgena	2.123	2,43704	52	72	20	0,7
Tres Villas (Las)	686	2,37302	16	85	69	0,2
Ejido (El)	47.610	3,41258	1625	221	-1404	7,4
Mojonera (La)	6.460	3,40850	220	24	-196	9,2

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Cádiz (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996

Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Alcalá de los Gazules	5.689	2,38686	136	480	344	0,3
Alcalá del Valle	5.208	2,58558	135	47	-88	2,9
Algar	1.906	2,53513	48	27	-21	1,8
Algeciras	101.907	6,02042	6135	85	-6050	72,1
Algodonales	5.691	2,46480	140	134	-6	1,0
Arcos de la Frontera	28.110	2,80281	788	527	-261	1,5
Barbate	21.888	2,84156	622	142	-480	4,4
Barrios (Los)	15.507	3,12647	485	331	-154	1,5
Benaocaz	597	2,40120	14	69	55	0,2
Bornos	8.054	2,70729	218	54	-164	4,0
Bosque (El)	1.802	2,68870	48	31	-18	1,6
Cádiz	145.595	30,00096	43680	14	-43666	3071,7
Castellar de la Frontera	2.388	2,42515	58	179	121	0,3
Conil de la Frontera	16.687	3,17449	530	88	-442	6,0
Chiclana de la Frontera	53.001	3,37042	1786	205	-1581	8,7
Chipiona	15.518	4,72529	733	33	-700	22,2
Espera	3.969	2,41843	96	123	27	0,8
Gastor (El)	2.010	2,51544	51	28	-23	1,8
Grazalema	2.298	2,43454	56	122	66	0,5
Jerez de la Frontera	182.269	2,77219	5053	1389	-3663	3,6
Jimena de la Frontera	8.999	2,43494	219	346	127	0,6
Línea de la Concepción (La)	59.293	10,08682	5981	19	-5962	320,9
Medina-Sidonia	10.750	2,42952	261	489	228	0,5
Olvera	8.991	2,47998	223	194	-29	1,2
Paterna de Rivera	5.093	3,11676	159	14	-145	11,3
Prado del Rey	5.726	2,72337	156	50	-106	3,1
Puerto de Santa María (El)	72.460	4,12301	2988	159	-2828	18,7
Puerto Real	33.069	3,03782	1005	198	-807	5,1
Puerto Serrano	6.673	2,58651	173	80	-93	2,2
Rota	24.197	4,48011	1084	85	-999	12,7
San Fernando	85.882	8,25597	7090	35	-7055	201,3
Sanlúcar de Barrameda	61.088	3,22305	1969	172	-1797	11,5
San Roque	22.168	4,50574	999	146	-853	6,8
Setenil de las Bodegas	3.138	2,44059	77	82	6	0,9
Tarifa	14.993	2,55358	383	418	35	0,9
Torre Alháuquime	1.018	2,48630	25	17	-8	1,5
Trebujena	6.915	2,57953	178	70	-108	2,5
Ubrique	18.102	3,13241	567	70	-497	8,1

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Vejer de la Frontera	12.823	2,49960	321	263	-57	1,2
Villaluenga del Rosario	511	2,37555	12	59	47	0,2
Villamartín	11.967	2,51662	301	211	-91	1,4
Zahara	1.542	2,40840	37	72	35	0,5
Benalup - Casas Viejas	5.971	2,53315	151	59	-92	2,5
San José del Valle	4.299	2,93574	126	22	-104	5,6

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Córdoba (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996  
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Adamuz	4.466	2,40299	107	335	228	0,3
Aguilar de la Frontera	13.334	2,58446	345	167	-177	2,1
Alcaracejos	1.478	2,37760	35	176	140	0,2
Almedinilla	2.572	2,47691	64	56	-8	1,1
Almodóvar del Río	7.237	2,50110	181	173	-8	1,0
Añora	1.650	2,39366	39	113	73	0,4
Baena	18.736	2,51475	471	363	-109	1,3
Belalcázar	3.943	2,38120	94	356	262	0,3
Belmez	4.115	2,41982	100	207	108	0,5
Benamejé	4.682	2,52894	118	53	-65	2,2
Blázquez (Los)	716	2,37358	17	103	86	0,2
Bujalance	8.163	2,54265	208	125	-83	1,7
Cabra	20.707	2,75819	571	229	-342	2,5
Cañete de las Torres	3.420	2,44464	84	104	20	0,8
Carcabuey	2.887	2,45736	71	80	9	0,9
Cardeña	2.009	2,36355	47	513	465	0,1
Carlota (La)	10.023	2,80742	281	79	-202	3,6
Carpio (El)	4.497	2,71222	122	47	-75	2,6
Castro del Río	8.036	2,47091	199	220	21	0,9
Conquista	530	2,39014	13	39	26	0,3
Córdoba	306.248	3,08332	9443	1253	-8189	7,5
Doña Mencía	5.007	3,19225	160	15	-145	10,5
Dos Torres	2.564	2,41398	62	129	67	0,5
Encinas Reales	2.333	2,62886	61	34	-27	1,8
Espejo	4.065	2,53312	103	57	-46	1,8
Espiel	2.500	2,37339	59	437	378	0,1
Fernán-Núñez	9.442	3,24844	307	30	-277	10,3
Fuente la Lancha	444	2,55014	11	8	-3	1,4
Fuente Obejuna	6.243	2,38758	149	591	442	0,3
Fuente Palmera	9.711	2,73494	266	75	-191	3,6
Fuente-Tójar	859	2,44998	21	24	3	0,9
Granjuela (La)	519	2,37611	12	56	44	0,2
Guadalcazar	1.161	2,40960	28	72	44	0,4
Guijo (El)	416	2,37896	10	67	57	0,1
Hinojosa del Duque	8.042	2,39654	193	531	339	0,4
Hornachuelos	5.006	2,37006	119	909	791	0,1

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Iznájar	5.271	2,47259	130	136	6	1,0
Lucena	34.786	2,90684	1011	351	-660	2,9
Luque	3.422	2,42526	83	141	58	0,6
Montalbán de Córdoba	4.639	2,80513	130	34	-96	3,9
Montemayor	3.801	2,54955	97	58	-39	1,7
Montilla	22.949	2,81929	647	170	-477	3,8
Montoro	9.394	2,42286	228	586	359	0,4
Monturque	1.937	2,52027	49	33	-16	1,5
Moriles	3.765	2,80054	105	19	-87	5,6
Nueva Carteya	5.797	2,54470	148	69	-78	2,1
Obejo	1.494	2,37824	36	215	179	0,2
Palenciana	1.563	2,70366	42	16	-26	2,6
Palma del Río	19.011	2,66449	507	200	-306	2,5
Pedro Abad	2.889	2,74219	79	23	-56	3,4
Pedroche	1.862	2,40147	45	122	77	0,4
Peñarroya-Pueblonuevo	13.844	2,92374	405	65	-340	6,2
Posadas	7.107	2,53280	180	160	-20	1,1
Pozoblanco	16.042	2,51067	403	330	-73	1,2
Priego de Córdoba	21.732	2,58398	562	288	-273	1,9
Puente Genil	27.472	2,86492	787	171	-616	4,6
Rambla (La)	7.199	2,56257	184	136	-49	1,4
Rute	10.047	2,72179	273	132	-141	2,1
San Sebastián de los Ballesteros	837	2,52699	21	12	-9	1,8
Santaella	5.854	2,40296	141	272	131	0,5
Santa Eufemia	1.204	2,37182	29	187	159	0,2
Torrecampo	1.436	2,37582	34	197	162	0,2
Valenzuela	1.484	2,52430	37	19	-18	1,9
Valsequillo	488	2,36368	12	122	110	0,1
Victoria (La)	1.781	2,61123	47	18	-28	2,6
Villa del Río	7.163	3,35338	240	22	-218	10,9
Villafranca de Córdoba	3.777	2,57697	97	58	-39	1,7
Villaharta	629	2,49280	16	12	-4	1,3
Villanueva de Córdoba	10.164	2,41739	246	430	184	0,6
Villanueva del Duque	1.895	2,39120	45	138	92	0,3
Villanueva del Rey	1.259	2,37040	30	216	186	0,1
Villaralto	1.597	2,48739	40	24	-16	1,7
Villaviciosa de Córdoba	3.911	2,37683	93	469	376	0,2
Viso (El)	3.208	2,40720	77	254	177	0,3
Zuheros	930	2,40848	22	42	20	0,5

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Granada (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996

Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Agrón	440	2,37702	10	27	17	0,4
Alamedilla	1.007	2,37587	24	91	67	0,3



Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Albolote	12.455	2,94142	366	79	-288	4,7
Albondón	1.192	2,41766	29	34	6	0,8
Albuñán	509	2,44280	12	9	-4	1,5
Albuñol	5.566	2,55814	142	63	-79	2,3
Albuñuelas	1.329	2,36632	31	140	109	0,2
Aldeire	788	2,37267	19	70	51	0,3
Alfacar	4.211	3,02652	127	17	-111	7,6
Algarinejo	5.323	2,43206	129	93	-37	1,4
Alhama de Granada	5.983	2,40275	144	434	290	0,3
Alhendín	4.107	2,57603	106	51	-55	2,1
Alicún de Ortega	783	2,38787	19	23	4	0,8
Almegíjar	430	2,37840	10	29	19	0,3
Almuñécar	21.472	3,83898	824	83	-741	9,9
Alquífe	1.018	3,38423	34	12	-22	2,8
Arenas del Rey	2.065	2,39051	49	117	67	0,4
Armillá	12.859	11,66228	1500	4	-1495	354,5
Atarfe	10.516	3,33041	350	47	-303	7,4
Baza	20.685	2,46360	510	545	36	0,9
Beas de Granada	1.007	2,41718	24	23	-1	1,0
Beas de Guadix	397	2,38334	9	16	7	0,6
Benalúa de Guadix	3.357	3,20511	108	7	-100	14,7
Benalúa de las Villas	1.394	2,46435	34	22	-13	1,6
Benamaurel	2.507	2,38971	60	128	68	0,5
Bérbules	871	2,37014	21	70	49	0,3
Bubión	393	2,51304	10	15	5	0,7
Busquísar	378	2,42915	9	18	9	0,5
Cacín	835	2,38387	20	40	20	0,5
Cádiar	1.754	2,45432	43	47	4	0,9
Cájar	2.768	6,54438	181	2	-179	109,8
Calicasas	624	2,43459	15	11	-4	1,4
Campotéjar	1.440	2,43491	35	36	1	1,0
Caniles	5.303	2,40998	128	217	89	0,6
Cáñar	314	2,36779	7	26	19	0,3
Capileira	572	2,42046	14	57	43	0,2
Carataunas	203	2,47352	5	5	0	1,1
Cástaras	328	2,37294	8	28	21	0,3
Castilléjar	2.120	2,38027	50	131	81	0,4
Castril	3.067	2,38854	73	243	170	0,3
Cenes de la Vega	4.006	4,24261	170	6	-163	26,2
Cijuela	1.495	2,51339	38	18	-20	2,1
Cogollos de Guadix	798	2,40339	19	30	11	0,6
Cogollos de la Vega	2.035	2,46003	50	50	0	1,0
Colomera	1.708	2,38262	41	112	71	0,4
Cortes de Baza	3.059	2,37848	73	141	68	0,5
Cortes y Graena	1.026	2,48315	25	22	-3	1,1
Cúllar	5.229	2,38766	125	428	303	0,3
Cúllar Vega	2.656	3,97266	106	4	-101	24,3
Chauchina	3.969	2,89022	115	21	-94	5,4
Chimeneas	1.549	2,37998	37	90	53	0,4
Churriana de la Vega	6.458	4,45616	288	7	-281	43,6
Darro	1.628	2,42016	39	51	11	0,8
Dehesas de Guadix	713	2,37387	17	57	40	0,3

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Deifontes	2.539	2,46024	62	40	-22	1,5
Diezma	981	2,40507	24	42	18	0,6
Dílar	1.555	2,39123	37	79	42	0,5
Dólar	645	2,37230	15	79	63	0,2
Dúdar	289	2,43907	7	8	1	0,8
Dúrcal	6.062	2,61985	159	77	-82	2,1
Escúzar	886	2,38086	21	46	25	0,5
Ferreira	398	2,36518	9	44	34	0,2
Fonelas	1.306	2,39734	31	96	65	0,3
Freila	1.133	2,38584	27	75	47	0,4
Fuente Vaqueros	3.974	2,86268	114	16	-98	7,1
Galera	1.426	2,37766	34	118	84	0,3
Gobernador	396	2,37438	9	23	14	0,4
Gójar	3.160	3,00057	95	12	-83	7,9
Gor	1.251	2,37624	30	181	151	0,2
Gorafe	583	2,36520	14	77	63	0,2
Granada	245.640	13,36963	32841	88	-32753	372,3
Guadahortuna	2.334	2,40192	56	121	65	0,5
Guadix	20.310	2,51046	510	326	-184	1,6
Gualchos	2.990	2,70334	81	31	-50	2,6
Güejar Sierra	2.713	2,39208	65	239	174	0,3
Güevéjar	1.502	2,67518	40	10	-30	4,1
Huélago	683	2,38110	16	33	16	0,5
Huéneja	1.329	2,37584	32	117	85	0,3
Huésкар	8.369	2,40102	201	473	273	0,4
Huétor de Santillán	1.687	2,41184	41	93	53	0,4
Huétor Tájar	8.171	2,86812	234	40	-194	5,9
Huétor Vega	7.984	9,24092	738	4	-734	174,0
Illora	10.797	2,47054	267	197	-69	1,4
Itrabo	1.052	2,47144	26	19	-7	1,4
Iznalloz	6.705	2,40944	162	310	149	0,5
Jayena	1.479	2,39403	35	80	44	0,4
Jerez del Marquesado	1.214	2,38238	29	83	54	0,3
Jete	754	2,51147	19	14	-5	1,4
Jun	1.553	3,88136	60	4	-57	16,3
Juñives	187	2,46131	5	15	10	0,3
Calahorra (La)	957	2,43230	23	39	16	0,6
Láchar	2.335	2,79363	65	13	-52	5,0
Lanjarón	3.971	2,66225	106	60	-45	1,8
Lanteira	683	2,51235	17	53	36	0,3
Leclín	2.424	2,47142	60	40	-19	1,5
Lentegí	356	2,38934	9	24	15	0,4
Lobras	190	2,36683	4	16	12	0,3
Loja	20.032	2,49134	499	443	-56	1,1
Lugros	426	2,36291	10	63	53	0,2
Lújar	572	2,38512	14	37	23	0,4
Malahá (La)	1.702	2,52040	43	25	-17	1,7
Maracena	14.095	10,94363	1543	5	-1538	315,4
Marchal	452	2,44307	11	8	-3	1,4
Moclín	4.742	2,42854	115	113	-2	1,0
Molvizar	2.640	2,53795	67	21	-46	3,1
Monachil	5.074	2,91697	148	89	-59	1,7

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Montefrío	7.426	2,40992	179	254	75	0,7
Montejicar	3.006	2,40928	72	88	15	0,8
Montillana	1.420	2,38040	34	75	41	0,4
Moraleda de Zafayona	2.724	2,51246	68	48	-20	1,4
Motril	50.316	4,06584	2046	110	-1936	18,6
Murtas	906	2,37075	21	72	50	0,3
Nigüelas	1.139	2,42262	28	31	3	0,9
Nívar	646	2,45579	16	11	-5	1,4
Ogijares	7.607	5,73695	436	7	-429	63,2
Orce	1.478	2,36451	35	325	290	0,1
Órgiva	5.147	2,46067	127	134	7	0,9
Otívar	1.108	2,40163	27	57	31	0,5
Otura	3.499	2,87820	101	24	-76	4,1
Padul	6.673	2,56009	171	89	-82	1,9
Pampaneira	335	2,46120	8	17	9	0,5
Pedro Martínez	1.523	2,37264	36	137	101	0,3
Peligros	6.983	5,25639	367	11	-356	34,0
Peza (La)	1.467	2,37880	35	101	66	0,3
Pinos Genil	1.176	2,73337	32	14	-18	2,3
Pinos Puente	13.275	2,67617	355	98	-257	3,6
Piñar	1.422	2,37835	34	126	92	0,3
Polícar	260	2,41104	6	5	-1	1,2
Polopos	1.252	2,58297	32	27	-6	1,2
Pórtugos	440	2,42142	11	21	10	0,5
Puebla de Don Fadrique	2.643	2,36638	63	523	461	0,1
Pulianas	3.335	3,70538	124	6	-117	19,5
Purullena	2.196	2,73411	60	21	-39	2,8
Quéntar	1.134	2,37651	27	66	40	0,4
Rubite	421	2,37707	10	29	19	0,4
Salar	2.753	2,41856	67	84	18	0,8
Salobreña	10.104	3,53522	357	35	-322	10,2
Santa Cruz del Comercio	560	2,43539	14	17	3	0,8
Santa Fe	12.349	3,38063	417	38	-379	10,9
Soportújar	288	2,37598	7	14	7	0,5
Sorvilán	694	2,41419	17	34	18	0,5
Torre-Cardela	1.240	2,52659	31	15	-16	2,1
Torvizcón	1.022	2,39064	24	51	27	0,5
Trevélez	800	2,41987	19	91	72	0,2
Turón	387	2,36200	9	56	46	0,2
Ugíjar	2.625	2,47136	65	67	2	1,0
Válor	1.024	2,39616	25	59	34	0,4
Vélez de Benaudalla	2.688	2,43694	66	79	14	0,8
Ventas de Huelma	702	2,38550	17	42	26	0,4
Villanueva de las Torres	1.012	2,38350	24	67	43	0,4
Villanueva Mesía	1.922	2,72193	52	11	-41	4,7
Víznar	742	2,48611	18	13	-5	1,4
Zafarraya	2.227	2,43955	54	58	4	0,9
Zubia (La)	11.887	3,98976	474	20	-454	23,6
Zújar	2.933	2,40544	71	102	32	0,7
Taha (La)	787	2,46195	19	26	6	0,8
Valle (El)	1.431	2,47464	35	26	-10	1,4
Nevada	1.418	2,39384	34	77	43	0,4

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Alpujarra de la Sierra	1.219	2,38355	29	69	39	0,4
Gabias (Las)	7.576	2,83318	215	39	-176	5,5
Guajares (Los)	1.382	2,38491	33	89	56	0,4
Valle del Zalabí	2.431	2,39747	58	109	50	0,5
Villamena	1.013	2,43838	25	20	-5	1,2
Morelábor	953	2,41734	23	39	16	0,6
Pinar (El)	1.286	2,41155	31	38	7	0,8
Vegas del Genil	2.753	2,87905	79	14	-65	5,6
Cuevas del Campo	2.314	2,40280	56	97	41	0,6
Zagra	1.187	2,48918	30	15	-15	2,0

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Huelva (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996  
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Alájar	804	2,45528	20	41	22	0,5
Aljaraque	9.587	3,37759	324	34	-290	9,6
Almendro (El)	862	2,36352	20	171	150	0,1
Almonaster la Real	2.057	2,37171	49	321	273	0,2
Almonte	16.264	2,50182	407	859	452	0,5
Alosno	5.054	2,41824	122	191	69	0,6
Aracena	6.708	2,51560	169	184	16	0,9
Aroche	3.581	2,36958	85	498	414	0,2
Arroyomolinos de León	1.168	2,37712	28	87	59	0,3
Ayamonte	17.566	2,89921	509	141	-368	3,6
Beas	4.232	2,42611	103	145	42	0,7
Berrocal	428	2,36019	10	126	116	0,1
Bollullos						
Par del Condado	12.741	3,08700	393	49	-344	8,0
Bonares	5.056	2,49760	126	65	-61	1,9
Cabezas Rubias	1.009	2,37091	24	109	85	0,2
Cala	1.493	2,43128	36	84	48	0,4
Calañas	4.974	2,44840	122	282	161	0,4
Campillo (El)	2.452	2,41832	59	91	31	0,7
Campofrío	871	2,39366	21	47	26	0,4
Cañaverale de León	539	2,37539	13	35	22	0,4
Cartaya	11.435	2,59011	296	225	-71	1,3
Castaño del Robledo	201	2,39344	5	13	8	0,4
Cerro de Andévalo (El)	2.785	2,36982	66	286	220	0,2
Corteconcepción	689	2,38552	16	49	33	0,3
Cortegana	5.206	2,43694	127	173	46	0,7
Cortelazor	338	2,37038	8	40	32	0,2
Cumbres de Enmedio	60	2,36104	1	14	12	0,1
Cumbres						
de San Bartolomé	597	2,36075	14	145	130	0,1
Cumbres Mayores	2.184	2,40262	52	122	69	0,4
Chucena	1.930	2,57457	50	26	-24	1,9

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Encinasola	1.945	2,37582	46	178	132	0,3
Escacena del Campo	2.226	2,40051	53	135	82	0,4
Fuenteheridos	676	2,64123	18	11	-7	1,6
Galaroza	1.594	2,58427	41	22	-19	1,8
Gibraleón	11.166	2,43835	272	328	56	0,8
Granada de Río-Tinto (La)	234	2,36003	6	45	39	0,1
Granado (El)	680	2,49638	17	98	81	0,2
Higuera de la Sierra	1.291	2,51435	32	24	-8	1,3
Hinojales	441	2,38494	11	27	16	0,4
Hinojos	3.482	2,39414	83	320	237	0,3
Huelva	140.675	6,90841	9718	151	-9567	64,2
Isla Cristina	17.310	4,33288	750	49	-701	15,2
Jabugo	2.595	2,80449	73	25	-48	2,9
Lepe	18.325	3,26748	599	128	-471	4,7
Linares de la Sierra	301	2,38256	7	29	22	0,2
Lucena del Puerto	2.180	2,41760	53	69	17	0,8
Manzanilla	2.523	2,51059	63	40	-24	1,6
Marines (Los)	329	2,52016	8	10	2	0,8
Minas de Riotinto	5.212	4,64816	242	23	-219	10,4
Moguer	13.371	2,75651	369	203	-165	1,8
Nava (La)	328	2,37144	8	61	53	0,1
Nerva	6.594	2,62161	173	55	-117	3,1
Niebla	3.846	2,47222	95	224	129	0,4
Palma del Condado (La)	9.749	2,79222	272	60	-212	4,5
Palos de la Frontera	6.884	7,68279	529	49	-480	10,7
Paterna del Campo	3.883	2,41784	94	132	39	0,7
Paymogo	1.294	2,36934	31	213	183	0,1
Puebla de Guzmán	3.275	2,37520	78	336	259	0,2
Puerto Moral	242	2,37667	6	20	14	0,3
Punta Umbria	10.998	4,13621	455	39	-416	11,7
Rociana del Condado	6.348	2,56401	163	72	-91	2,3
Rosal de la Frontera	1.915	2,37496	45	210	164	0,2
San Bartolomé de la Torre	2.940	2,52286	74	57	-18	1,3
San Juan del Puerto	5.990	2,89814	174	45	-128	3,8
Sanlúcar de Gadiana	392	2,39528	9	97	87	0,1
San Silvestre de Guzmán	660	2,38523	16	49	33	0,3
Santa Ana la Real	495	2,41739	12	27	15	0,5
Santa Bárbara de Casa	1.401	2,37600	33	147	113	0,2
Santa Olalla del Cala	2.285	2,37915	54	203	149	0,3
Trigueros	7.280	2,56081	186	118	-68	1,6
Valdelarco	283	2,39982	7	15	8	0,5
Valverde del Camino	12.609	2,50576	316	219	-97	1,4
Villablanca	2.072	2,42080	50	98	48	0,5
Villalba del Alcor	3.618	2,46344	89	62	-27	1,4
Villanueva de las Cruces	460	2,41928	11	34	23	0,3
Villanueva de los Castillejos	2.684	2,37691	64	264	200	0,2
Villarrasa	2.092	2,42558	51	72	21	0,7
Zalamea la Real	3.545	2,38931	85	239	154	0,4
Zufre	1.146	2,36027	27	341	314	0,1

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Jaén (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996  
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Albanchez de Mágina	1.540	2,47243	38	39	1	1,0
Alcalá la Real	21.558	2,64435	570	261	-309	2,2
Alcaudete	11.367	2,48651	283	237	-46	1,2
Aldeaquemada	622	2,36779	15	120	106	0,1
Andújar	37.705	2,51286	947	965	17	1,0
Arjona	5.660	2,45606	139	158	19	0,9
Arjonilla	4.072	2,61649	107	43	-64	2,5
Arquillos	1.900	2,41278	46	66	20	0,7
Baeza	16.012	2,63950	423	193	-230	2,2
Bailén	17.408	2,98585	520	117	-403	4,4
Baños de la Encina	2.756	2,36907	65	392	327	0,2
Beas de Segura	8.261	2,47080	204	217	13	0,9
Begíjar	3.111	2,58971	81	43	-38	1,9
Bélmez de la Moraleda	2.011	2,42494	49	49	1	1,0
Benatae	585	2,39222	14	44	30	0,3
Cabra del Santo Cristo	2.280	2,38582	54	187	133	0,3
Cambil	3.297	2,39640	79	140	61	0,6
Campillo de Arenas	2.291	2,40942	55	117	62	0,5
Canena	2.137	2,81009	60	14	-46	4,2
Carboneros	700	2,38438	17	59	42	0,3
Carolina (La)	15.048	2,57753	388	201	-186	1,9
Castellar	3.695	2,41928	89	157	68	0,6
Castillo de Locubín	5.667	2,46659	140	103	-37	1,4
Cazalilla	867	2,38251	21	47	26	0,4
Cazorla	9.690	2,44264	237	305	69	0,8
Chiclana de Segura	1.679	2,36398	40	236	196	0,2
Chilluévar	1.811	2,44454	44	39	-5	1,1
Escañuela	1.005	2,48520	25	14	-11	1,8
Espelúy	814	2,42251	20	26	6	0,8
Frailes	1.891	2,47856	47	40	-7	1,2
Fuensanta de Martos	3.391	2,51310	85	54	-31	1,6
Fuerte del Rey	1.183	2,46168	29	35	6	0,8
Génave	720	2,37931	17	64	46	0,3
Guardia de Jaén (La)	2.051	2,63569	54	38	-16	1,4
Guarromán	2.874	2,49171	72	96	25	0,7
Lahiguera	1.919	2,42966	47	45	-2	1,0
Higuera de Calatrava	707	2,39422	17	39	22	0,4
Hinojares	524	2,37296	12	40	28	0,3
Hornos	761	2,38755	18	118	99	0,2
Huelma	6.021	2,42560	146	250	104	0,6
Huesa	2.764	2,39232	66	138	72	0,5
Ibros	3.158	2,47576	78	56	-22	1,4
Iruela (La)	2.106	2,43278	51	124	73	0,4
Iznatoraf	1.218	2,38131	29	87	58	0,3
Jabalquinto	2.631	2,42726	64	73	9	0,9
Jaén	104.776	3,21796	3372	424	-2947	7,9
Jamilena	3.306	3,32577	110	9	-101	12,2

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Jimena	1.604	2,42976	39	48	9	0,8
Jódar	12.060	2,52795	305	149	-156	2,0
Larva	546	2,37470	13	42	29	0,3
Linares	60.222	3,29188	1982	197	-1786	10,1
Lopera	4.004	2,50091	100	68	-32	1,5
Lupión	1.107	2,43955	27	24	-3	1,1
Mancha Real	8.913	2,70801	241	98	-144	2,5
Marmolejo	7.707	2,46411	190	178	-12	1,1
Martos	22.307	2,64955	591	261	-330	2,3
Mengíbar	8.563	2,92409	250	62	-188	4,0
Montizón	2.015	2,37019	48	212	164	0,2
Navas de San Juan	5.363	2,42379	130	176	46	0,7
Noalejo	2.408	2,45598	59	50	-9	1,2
Orcera	2.389	2,40408	57	126	69	0,5
Peal de Becerro	5.147	2,45459	126	147	21	0,9
Pegalajar	3.136	2,47283	78	80	2	1,0
Porcuna	7.008	2,46251	173	176	3	1,0
Pozo Alcón	6.385	2,47382	158	139	-19	1,1
Puente de Génave	2.073	2,50344	52	39	-13	1,3
Puerta de Segura (La)	2.818	2,43752	69	97	29	0,7
Quesada	6.256	2,40046	150	328	178	0,5
Rus	3.773	2,55713	96	47	-49	2,0
Sabiote	4.325	2,44291	106	112	7	0,9
Santa Elena	1.077	2,39190	26	145	120	0,2
Santiago de Calatrava	942	2,39134	23	47	25	0,5
Santisteban del Puerto	5.058	2,38054	120	373	253	0,3
Santo Tomé	2.503	2,43891	61	73	12	0,8
Segura de la Sierra	2.196	2,39166	53	225	172	0,2
Siles	2.871	2,40758	69	178	109	0,4
Sorihuela del Guadalimar	1.283	2,40878	31	55	24	0,6
Torreblascopedro	3.033	2,45499	74	61	-13	1,2
Torre del Campo	12.301	2,53891	312	182	-130	1,7
Torredonjimeno	13.688	2,67347	366	158	-208	2,3
Torreperogil	7.490	2,58025	193	91	-102	2,1
Torres	1.882	2,41630	45	80	35	0,6
Torres de Albánchez	1.075	2,39118	26	58	32	0,4
Úbeda	32.086	2,64273	848	404	-444	2,1
Valdepeñas de Jaén	4.560	2,41075	110	184	74	0,6
Vilches	5.162	2,42102	125	273	148	0,5
Villacarrillo	11.107	2,50283	278	240	-38	1,2
Villanueva de la Reina	3.301	2,40928	80	209	130	0,4
Villanueva del Arzobispo	8.495	2,49611	212	178	-34	1,2
Villardompardo	1.279	2,48870	32	17	-14	1,8
Villares (Los)	4.968	2,47987	123	89	-35	1,4
Villarodrigo	617	2,36960	15	79	64	0,2
Cárcheles	1.564	2,44248	38	41	2	0,9
Bedmar y García	3.234	2,42062	78	119	41	0,7
Villatorres	4.079	2,49950	102	73	-29	1,4
Santiago-Pontones	5.021	2,37414	119	683	564	0,2

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Málaga (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996  
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Alameda	4.960	2,53897	126	65	-61	1,9
Alcaucín	1.484	2,47974	37	45	8	0,8
Alfarnate	1.447	2,46230	36	34	-2	1,0
Alfarnatejo	422	2,40150	10	20	10	0,5
Algarrobo	4.735	4,70577	223	10	-213	22,9
Algatocín	1.014	2,57598	26	20	-6	1,3
Alhaurín de la Torre	16.914	3,38082	572	83	-489	6,9
Alhaurín el Grande	16.859	3,13548	529	73	-456	7,2
Almáchar	1.967	2,60041	51	14	-37	3,6
Almargen	2.146	2,53883	54	34	-20	1,6
Almogía	4.263	2,40376	102	163	60	0,6
Álora	12.862	2,54726	328	170	-158	1,9
Alozaina	2.274	2,49512	57	34	-23	1,7
Alpandeire	303	2,37123	7	31	24	0,2
Antequera	40.181	2,53846	1020	817	-203	1,2
Árchez	341	2,52947	9	5	-4	1,8
Archidona	8.246	2,51120	207	186	-21	1,1
Ardales	3.030	2,42979	74	107	33	0,7
Arenas	1.218	2,45363	30	26	-4	1,1
Arriate	3.430	3,36111	115	8	-107	13,9
Atajate	177	2,41379	4	11	7	0,4
Benadalid	264	2,38464	6	21	14	0,3
Benahavís	1.721	2,59849	45	145	101	0,3
Benalauría	521	2,42627	13	20	7	0,6
Benalmádena	27.147	17,34707	4709	27	-4683	176,5
Benamargosa	1.590	2,63934	42	12	-30	3,5
Benamocarra	2.779	3,54876	99	6	-93	17,2
Benaolán	1.704	2,50510	43	32	-11	1,3
Benarrabá	647	2,42126	16	25	9	0,6
Borge (El)	1.046	2,42027	25	24	-1	1,0
Burgo (El)	2.070	2,38918	49	118	69	0,4
Campillos	7.737	2,50376	194	188	-6	1,0
Canillas de Aceituno	2.327	2,44443	57	42	-15	1,4
Canillas de Albaida	659	2,41112	16	33	17	0,5
Cañete la Real	2.247	2,38422	54	165	112	0,3
Carratraca	870	2,44000	21	22	1	0,9
Cartajima	257	2,38574	6	21	15	0,3
Cártama	12.713	2,88505	367	105	-262	3,5
Casabermeja	3.034	2,60001	79	67	-12	1,2
Casarabonela	2.600	2,40712	63	114	51	0,6
Casares	3.206	2,57977	83	162	80	0,5
Coín	17.572	2,90036	510	127	-382	4,0
Colmenar	3.138	2,47958	78	66	-12	1,2
Comares	1.405	2,50704	35	26	-10	1,4
Cómpeta	2.684	2,58182	69	54	-15	1,3
Cortes de la Frontera	3.643	2,40112	87	176	88	0,5
Cuevas Bajas	1.516	2,58777	39	17	-23	2,4
Cuevas del Becerro	2.038	2,61998	53	16	-37	3,3



Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Cuevas de San Marcos	4.079	2,60774	106	37	-69	2,9
Cútar	615	2,41542	15	19	5	0,8
Estepona	37.557	4,82550	1812	137	-1675	13,2
Faraján	310	2,38299	7	20	13	0,4
Frigiliana	2.149	2,71241	58	41	-18	1,4
Fuengirola	41.713	45,50300	18981	10	-18970	1860,8
Fuente de Piedra	2.059	2,42080	50	91	41	0,6
Gaucín	1.660	2,40227	40	98	58	0,4
Genalguacil	624	2,39328	15	32	17	0,5
Guaro	2.011	2,54201	51	22	-29	2,3
Humilladero	2.514	2,63385	66	35	-32	1,9
Igualeja	969	2,39691	23	44	21	0,5
Istán	1.320	2,39830	32	99	68	0,3
Iznate	754	2,54249	19	7	-12	2,6
Jimera de Líbar	428	2,43376	10	27	17	0,4
Jubrique	866	2,41584	21	39	18	0,5
Júzcar	219	2,36896	5	34	28	0,2
Macharaviaya	324	2,47115	8	7	-1	1,1
Málaga	549.135	6,51171	35758	394	-35364	90,8
Manilva	5.131	4,57819	235	35	-200	6,7
Marbella	98.823	9,94978	9833	116	-9716	84,6
Mijas	35.423	5,06369	1794	149	-1645	12,1
Moclinejo	1.021	2,52416	26	14	-11	1,8
Mollina	3.276	2,51832	83	75	-8	1,1
Monda	1.620	2,45712	40	58	18	0,7
Montejaque	1.069	2,41352	26	45	20	0,6
Nerja	14.965	3,67986	551	85	-465	6,5
Ojén	2.004	2,51656	50	86	35	0,6
Parauta	252	2,40310	6	44	38	0,1
Periana	3.466	2,46819	86	59	-27	1,5
Pizarra	6.586	2,71049	179	64	-115	2,8
Pujerra	347	2,37275	8	24	16	0,3
Rincón de la Victoria	19.247	7,85047	1511	28	-1483	53,4
Riogordo	2.662	2,49107	66	40	-26	1,7
Ronda	34.385	2,60875	897	481	-416	1,9
Salares	237	2,51555	6	10	4	0,6
Sayalonga	1.138	2,54793	29	18	-11	1,6
Sedella	526	2,38339	13	32	19	0,4
Sierra de Yeguas	3.203	2,46982	79	86	6	0,9
Teba	4.386	2,45979	108	143	35	0,8
Tolox	2.571	2,41702	62	94	32	0,7
Torrox	11.869	3,95552	469	50	-419	9,3
Totalán	609	2,53995	15	9	-6	1,7
Valle de Abdalajís	3.081	2,89876	89	21	-68	4,2
Vélez-Málaga	53.071	3,89197	2066	158	-1908	13,1
Villanueva de Algaidas	4.175	2,51072	105	70	-34	1,5
Villanueva del Rosario	3.270	2,54929	83	44	-39	1,9
Villanueva del Trabuco	4.674	2,53905	119	59	-60	2,0
Villanueva de Tapia	1.642	2,52307	41	22	-19	1,9
Viñuela	1.165	2,54907	30	27	-2	1,1
Yunquera	3.274	2,51512	82	55	-27	1,5
Torremolinos	35.408	23,13149	8190	20	-8170	406,1

## La huella ecológica de los municipios de la provincia de Sevilla (Ha/hab)

Nota: Los datos de población corresponden al Padrón municipal de habitantes de 1996  
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Aguadulce	1.956	2,79435	55	14	-41	4,0
Alanís	2.108	2,38171	50	280	230	0,2
Albaida del Aljarafe	1.841	2,69041	50	11	-39	4,5
Alcalá de Guadaíra	56.313	3,77999	2129	285	-1844	7,5
Alcalá del Río	9.368	2,75697	258	82	-176	3,2
Alcolea del Río	3.398	2,69489	92	50	-42	1,8
Algaba (La)	12.792	4,13661	529	18	-511	29,9
Algámitas	1.412	2,54798	36	20	-16	1,8
Almadén de la Plata	1.696	2,37374	40	256	216	0,2
Almensilla	2.232	2,84510	64	14	-49	4,4
Arahal	18.110	2,61513	474	201	-273	2,4
Aznalcázar	3.387	2,38624	81	450	369	0,2
Aznalcóllar	5.812	2,65683	154	199	45	0,8
Badolatosa	3.173	2,49819	79	48	-31	1,7
Benacazón	4.936	2,93876	145	32	-113	4,5
Bollullos de la Mitación	4.950	2,60265	129	63	-66	2,1
Bormujos	6.839	4,85363	332	12	-320	27,3
Brenes	10.623	4,01880	427	21	-405	19,9
Burguillos	3.451	2,55201	88	43	-45	2,0
Cabezas de San Juan (Las)	15.509	2,53099	393	230	-163	1,7
Camas	25.679	9,31398	2392	12	-2380	205,3
Campana (La)	5.260	2,52195	133	126	-7	1,1
Cantillana	8.930	2,60878	233	108	-125	2,2
Carmona	25.266	2,44603	618	924	306	0,7
Carrión de los Céspedes	2.257	3,35938	76	6	-70	12,6
Casariche	5.132	2,56513	132	53	-79	2,5
Castilblanco de los Arroyos	4.457	2,39846	107	324	217	0,3
Castilleja de Guzmán	692	4,35971	30	2	-28	14,6
Castilleja de la Cuesta	15.726	25,79998	4057	2	-4055	1819,4
Castilleja del Campo	653	2,56531	17	16	-1	1,0
Castillo de las Guardas (El)	1.600	2,37323	38	258	220	0,1
Cazalla de la Sierra	5.229	2,40051	126	357	232	0,4
Constantina	7.390	2,39312	177	481	304	0,4
Coria del Río	23.362	3,16644	740	62	-678	11,9
Coripe	1.620	2,43264	39	51	12	0,8
Coronil (El)	5.134	2,48715	128	92	-36	1,4
Corrales (Los)	4.150	2,49339	103	67	-36	1,5
Dos Hermanas	91.138	4,31264	3930	161	-3770	24,5
Écija	37.292	2,44568	912	978	66	0,9
Espartinas	4.160	3,10713	129	23	-107	5,7
Estepa	11.560	2,56531	297	190	-107	1,6
Fuentes de Andalucía	7.470	2,48422	186	150	-35	1,2
Garrobo (El)	761	2,43904	19	45	26	0,4
Gelves	5.084	4,25136	216	8	-208	26,4
Gerena	5.405	2,45851	133	130	-3	1,0
Gilena	3.840	2,58190	99	51	-48	1,9
Gines	8.634	15,32414	1323	3	-1320	456,2
Guadalcanal	3.095	2,38635	74	275	201	0,3

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Guillena	8.281	2,47214	205	227	22	0,9
Herrera	5.925	2,70750	160	53	-107	3,0
Huérvar del Aljarafe	2.308	2,45419	57	58	1	1,0
Lantejuela (La)	3.356	2,85164	96	18	-78	5,4
Lebrija	23.833	2,57635	614	375	-239	1,6
Lora de Estepa	741	2,50528	19	18	0	1,0
Lora del Río	18.895	2,54531	481	294	-187	1,6
Luisiana (La)	4.331	2,66670	115	43	-72	2,7
Madroño (El)	402	2,36342	10	103	93	0,1
Mairena del Alcor	16.071	3,18116	511	70	-442	7,3
Mairena del Aljarafe	30.659	7,82538	2399	18	-2381	135,5
Marchena	17.921	2,49120	446	378	-68	1,2
Marinaleda	2.622	2,59966	68	25	-43	2,7
Martín de la Jara	2.819	2,48248	70	50	-20	1,4
Molares (Los)	2.659	2,49291	66	43	-24	1,6
Montellano	7.064	2,48320	175	117	-59	1,5
Morón de la Frontera	28.303	2,53985	719	432	-287	1,7
Navas de la Concepción (Las)	1.926	2,41478	47	63	17	0,7
Olivares	7.604	2,81830	214	46	-169	4,7
Osuna	17.212	2,44294	420	592	172	0,7
Palacios y Villafranca (Los)	31.718	3,17553	1007	109	-898	9,2
Palomares del Río	3.448	3,24127	112	13	-99	8,6
Paradas	7.014	2,53569	178	109	-68	1,6
Pedraera	5.025	2,58750	130	61	-69	2,1
Pedroso (El)	2.403	2,37200	57	314	257	0,2
Peñaflor	3.930	2,47414	97	83	-14	1,2
Pílas	11.122	3,05313	340	46	-294	7,4
Pruna	3.475	2,44856	85	101	16	0,8
Puebla de Cazalla (La)	10.825	2,49592	270	190	-80	1,4
Puebla de los Infantes (La)	3.591	2,40160	86	154	68	0,6
Puebla del Río (La)	10.650	2,45771	262	377	115	0,7
Real de la Jara (El)	1.761	2,39040	42	157	115	0,3
Rinconada (La)	26.059	3,07076	800	139	-661	5,7
Roda de Andalucía (La)	4.175	2,54878	106	77	-30	1,4
Ronquillo (El)	1.419	2,41000	34	77	42	0,4
Rubio (El)	3.702	2,84140	105	21	-84	5,1
Salteras	2.875	2,70550	78	57	-20	1,4
San Juan de Aznalfarache	21.484	22,91181	4922	4	-4918	1197,7
Sanlúcar la Mayor	10.412	2,58963	270	135	-134	2,0
San Nicolás del Puerto	726	2,39078	17	45	28	0,4
Santiponce	6.770	5,10814	346	8	-337	41,3
Saucejo (El)	4.163	2,45750	102	92	-10	1,1
Sevilla	697.487	17,81142	124232	141	-124091	879,1
Tocina	8.660	4,17888	362	14	-348	25,8
Tomares	16.980	12,84824	2182	5	-2176	422,0
Umbrete	4.709	3,50119	165	12	-153	13,6
Utrera	46.173	2,54113	1173	684	-489	1,7
Valencina de la Concepción	5.922	3,37991	200	25	-175	8,0
Villamanrique de la Condesa	3.764	2,51736	95	58	-37	1,6
Villanueva del Ariscal	4.432	4,99180	221	5	-217	47,1

Municipio	Población	HE	Km <sup>2</sup> (necesidades)	Km <sup>2</sup> (disponibilidades)	Déficit	Veces que excede su extensión
Villanueva del Río y Minas	5.953	2,43486	145	152	7	1,0
Villanueva de San Juan	1.610	2,44531	39	35	-5	1,1
Villaverde del Río	6.669	2,75686	184	41	-143	4,5
Viso del Alcor (El)	15.886	5,09929	810	20	-790	40,6
Cañada Rosal	2.904	2,61659	76	26	-50	3,0
Isla Mayor	6.022	2,80697	169	114	-55	1,5
Cuervo de Sevilla (El)	7.588	2,79110	212	31	-181	6,8



## BIBLIOGRAFÍA





- ACSELRAD, H. (1999)  
«Sustentabilidad y ciudad». *Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos y Regionales (EURE)*, número 74. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1991) *Recursos Naturales en Andalucía*. Dirección General de Planificación, Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- AGUILERA KLINK, F. (1995)  
*Economía de los Recursos Naturales: un enfoque institucional*. Federico Aguilera Klink (Editor). Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- AGUILERA KLINK, F. (2001)  
«Relaciones entre la economía y la ecología: la necesidad de repensar la ciencia, la cultura y la democracia» en *Capitalismo, desigualdad y degradación ambiental*. VIII Jornadas de Economía Crítica. Icaria.
- ALONSO, L. E. (1998)  
«La producción social de la necesidad y la modernización de la pobreza: una reflexión desde lo político» en *Necesidades, desear, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- ALONSO, L. E.; CONDE, F. (1994)  
*Historia del consumo en España. Una aproximación a sus orígenes y primer desarrollo*. Editorial Debate S.A. Madrid.
- ÁLVAREZ DEL MANZANO, J. M<sup>o</sup>; ORTÍZ, P. (1989)  
«Wrong way Mr. Mangada» en *Madrid Punto y Seguido. Una propuesta de lectura (1985-1990)*. Cidur. Alfoz. Madrid.
- ASPAPPEL (2001)  
*Informe Estadístico, 2000*. www.aspapel.es
- ASPAPPEL (2002)  
*Informe Estadístico, 2001*. www.aspapel.es
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA (1998)  
*La Huella Ecológica de Barcelona. Una aproximación*. Comisión de Servicios Urbanos y Medioambientales. Barcelona.
- AYUNTAMIENTO DE SEVILLA.  
*Informe Socioeconómico y Anuario Estadístico de la ciudad de Sevilla*. Varios años.
- AYUNTAMIENTO DE SEVILLA. SEVILLA GLOBAL (2003)  
*Atlas Sevilla Metropolitana. Territorio y actividades productivas*. Sevilla Global Agencia Urbana de Promoción Económica.
- AZAR, CH., HOLMBERG, J., LINDGREN, K. (1996)  
«Socio-ecological indicators for sustainability». *Ecological Economic*, número 18.
- BAIGORRI, A. (1995)  
«De lo rural a lo urbano. Hipótesis sobre las dificultades de mantener la separación epistemológica entre Sociología Rural y Sociología Urbana en el marco del actual proceso de urbanización global» en *V Congreso Español de Sociología*. Granada.
- BBV (1997)  
*Renta Nacional de España y su distribución provincial 1993. Avances 1994-1995*. Fundación BBV. Bilbao.
- BBV (1999)  
*Renta Nacional de España y su distribución provincial. Serie homogénea. Años 1955-1993 y avances 1994 a 1998. Síntesis: Comparación de las Comunidades Autónomas con la Unión Europea (1959-1998)*. Banco de Bilbao Vizcaya. Fundación BBV.
- BERRY, B. (1976)  
«Urbanization and counter-urbanization», en *Urban Affairs Annual Review*, 11, Sage, Beverley Hills and London.
- BESSIS, S. (1991)  
*El hambre en el mundo*. Talasa Ediciones S. L. Madrid.
- BETALA-GABINETE DE ESTUDIOS METROPOLITANOS (1986)  
*Tablas Input-Output de la provincia de Sevilla. Perfil de las relaciones económicas metropolitanas*. D.G. de Urbanismo. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BETTINI, V. (1998)  
*Elementos de ecología urbana*. Editorial Trotta, S. A. Serie Medio Ambiente. Madrid.
- BOCOCK, R. (1993)  
*El consumo*. Talasa Ediciones S. L. Madrid.
- BOURBOULON, I. (1997)  
«Ciudades asfixiadas por el automóvil» en *Le Monde Diplomatique*, número 26 (Edición española).
- BRINGEZUS, S.; SCHÜTZ, H. (2001)  
*Total material requirement of the European Union*. Technical Report, núm. 55. Wuppertal Institute. European Environment Agency. Denmark.
- CALLEJAS, A., WACKERNAGEL, M. (1998)  
*La Huella Ecológica del uso-consumo de agua en el municipio de Xalapa, Veracruz, México*. Centro de Estudios para la Sustentabilidad. Universidad Anáhuac de Xalapa. México.
- CÁMARA DE CUENTAS DE ANDALUCÍA (2001)  
*El suministro de agua en Andalucía: coste y calidad del servicio, 1999-2000*. Serie Informes. Sevilla.
- CANO ORELLANA, A. (2000)  
«El olivar al servicio del proyecto 'modernizador'. Crisis de un modelo de cultivo tradicional» en *Desde el Sur, Cuadernos de Economía y Sociedad*. Número 3. Mergablum Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- CANO ORELLANA, A.; MÁRQUEZ GUERRERO, C. (2000)  
«El impacto de la globalización en las ciudades» en *Desde el Sur, Cuadernos de Economía y Sociedad*. Número 7. Mergablum Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- CANO ORELLANA, A.; SOLER, M. (1999)  
«Los cambios en la distribución comercial alimentaria y sus repercusiones en la industria agroalimentaria andaluza» en *Globalización e Industria Agroalimentaria en Andalucía*. Grupo AREA. Mergablum Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- CARNOT, S. (1987)  
*Reflexiones sobre la potencia matriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*. Ed. Alianza Universidad. Madrid.
- CARPINTERO, O. (2002)  
«La sostenibilidad ambiental de la economía española: Flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995». Texto presentado al IX Simposio de Historia Económica celebrado en Barcelona el 6 y 7 de junio de 2002 (texto facilitado por el autor).
- CASTELLS, M. (1997)  
*La era de la información. Economía, sociedad y cultura. La sociedad en red*. Volumen 1. Alianza Editorial. Madrid.
- CASTORIADIS, C. (1980)  
«Reflexiones sobre el 'desarrollo' y la 'racionalidad'» en *El mito del desarrollo*. Editorial Kairós, S.A. Barcelona.
- CELIS D'AMICO, F. (2000)  
«Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual» en *Ciudades para un futuro más sostenible*. (http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html)
- COASE, R. H. (1994)  
«El problema del costo social» en *La empresa, el mercado y la ley*. Alianza Editorial. Colección Alianza Economía. Madrid.
- COMISIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS (1996)  
*Agenda Hábitat España: documento de trabajo*. Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (2<sup>a</sup> Estambul, 1996). Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones. Madrid.
- COMISIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS (1997)  
*La gestión de los recursos naturales en el contexto de los asentamientos humanos*. Naciones Unidas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1990)  
*Libro Verde del Medio Ambiente Urbano*. D.G. Medio ambiente, seguridad nuclear y protección civil. Edita Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1993)  
*Hacia un Desarrollo Sostenible. Programa Comunitario de Política y Actuación en materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1993)  
*Innovations for the improvement of the Urban Environment. A European overview*. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1994)  
*City and Environment*. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1996)  
*Ciudades Europeas Sostenibles*. Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano. Comisión Europea. Dirección General XI. Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil. Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1996)  
*La Europa de las Ciudades: Actuaciones Comunitarias en el medio urbano*. Ofi-

- na de Publicaciones de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001)  
*Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético.* [COM (2000) 769 final]. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2002)  
Propuesta de Directiva al Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2001, relativa al rendimiento energético de los edificios [COM(2001) 226 2º publicada en Diario Oficial], <http://europa.eu.int/scad-plus/leg/es/lvb/l27042.htm>
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1987)  
*Our Common Future.* Oxford University Press. Oxford.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1992)  
*Nuestro Futuro Común.* Alianza Editorial S.A. Madrid.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (1999)  
*Inventario y caracterización de los regadíos de Andalucía.* Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Córdoba.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1995)  
*Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras 1995.* Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1992)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1991.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1993)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1992.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1996)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1995.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1996a)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1996.* Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1996b)  
*La Tabla Input-Output Medioambiental de Andalucía 1990. Aproximación a la integración de las variables medioambientales en el modelo input-output.* Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Dirección General de Planificación y Participación. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1997)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1996.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1999)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1998.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2000)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1999.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2002)  
*Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2001.* Dirección General de Planificación, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
*Medio Ambiente en Andalucía.* Informe varios años. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
*Plan de Medio Ambiente en Andalucía (1997-2002).* Dirección General de Planificación, Servicio de planes y Programas. Informes Técnicos. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Edición electrónica actualizada <http://www.cma.junta-andalucia.es/pama/indice.html>
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1986)  
*Tablas input-output de la provincia de Sevilla. Perfil de las relaciones económicas metropolitanas.* Gabinete de estudios metropolitanos. Dirección General de Urbanismo. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1991)  
*Localización de la actividad y de suelo industrial. Área Metropolitana de Sevilla.* Gabinete de Estudios Metropolitanos. Dirección General de Ordenación del Territorio. Dirección General de Urbanismo. Departamento de Publicaciones de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1998a)  
*Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. Bases y estrategias.* Departamento de Publicaciones de la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1998b)  
*Plan Director de Infraestructuras de Andalucía 1997-2007.* Departamento de Publicaciones de la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO (2001)  
*Estimación de la huella ecológica en Andalucía y aplicación a la Aglomeración Urbana de Sevilla.* Dirección General de Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL (1985)  
*Evolución reciente de la población y previsiones.* Gabinete de estudios metropolitanos. Dirección General de Urbanismo. Consejería de Política Territorial. Junta de Andalucía.
- CONTRERAS HERNÁNDEZ, J. (1996)  
«Estadísticas y pautas de consumo: ¿sabemos realmente lo que comemos?» en *La Alimentación mediterránea: Historia, cultura, nutrición.* Institut Català de la Mediterraia. Ed. Icaria. Barcelona.
- CONTRERAS HERNÁNDEZ, J. (1997)  
«Alimentación y sociedad. Sociología del consumo alimentario en España» en *Agricultura y sociedad en la España contemporánea.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Centro de Investigaciones Sociológicas.
- COQ HUELVA, D. (1999)  
«La localización de la industria agroalimentaria» en *Globalización e Industria Agroalimentaria en Andalucía.* Grupo AREA. Mergabum Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- COROMINAS MASIP, J. (1996)  
«Energía y buenas prácticas», en *Ciudades para un Futuro Sostenible Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas,* Conferencia de las Naciones Unidas Hábitat II. MOPTMA. Madrid.
- COROMINAS MASIP, J. (2000)  
«El valor del agua en la agricultura» en *6ª Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua: Economía del Agua. Hacia una mejor gestión de los recursos hídricos.* Valencia.
- CUADRAS, C. (1996)  
*Métodos de análisis multivariante.* EUB, S. L. Ciencia y Tecnología. Barcelona.
- CURTIS, H. y BARNES, N. (1995)  
*Invitación a la biología.* Editorial Médica Panamericana, S.A. Barcelona.
- DALES, J.H. (1968)  
*Pollution, Property and Prices, an Essay in Policy Making and Economics.* University of Toronto Press. Toronto.
- DALY, H. E. (1989)  
«Introducción a la economía en estado estacionario» en *Economía, Ecología y Ética* (Herman E. Daly compilador). Fondo de Cultura Económica, S.A. México.
- DALY, H. E. (1997)  
«De la economía del mundo vacío a la economía del mundo lleno» en *Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland.* Robert Goodland, Herman Daly, Salah El Serafy, Bernd von Droste (Editores). Editorial Trotta. Serie Medio Ambiente. Madrid.
- DELGADO CABEZA, M. (1981)  
*Dependencia y marginación de la economía andaluza.* Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Colección Universidad. Córdoba.
- DELGADO CABEZA, M. (1995a)  
«Comentarios al documento *Hacia un desarrollo sostenible. Programa de la política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible*, de la Comisión Mundial para el Desarrollo del Medio Ambiente», publicado en la *Revista de Estudios Regionales*, número 41.
- DELGADO CABEZA, M. (1995b)  
«La economía andaluza en los años 90.



- Rasgos básicos y perspectivas» en *Ocho análisis de la economía andaluza*. Instituto de Desarrollo Regional (Manuel Delgado y Carlos Román Eds.) Sevilla.
- DELGADO CABEZA, M. (1996)  
«Integración y reestructuración de la periferia europea» en *Revista de Estudios Regionales*, número 44. Málaga.
- DELGADO CABEZA, M. (1998)  
«La economía andaluza en el camino de la divergencia» en *Una apuesta por Andalucía*. Talasa Ediciones S. L. y Fundación Alternativa. Sevilla.
- DELGADO CABEZA, M. (1999)  
«Globalización, Agricultura y Ordenación del Territorio en Andalucía» en *Revista de Estudios Regionales*, número 54. Málaga.
- DELGADO CABEZA, M. (2000)  
«Plan Hidrológico y modelo de crecimiento económico en Andalucía» en *Desde el Sur, Cuadernos de Economía y Sociedad*. Mergablum Edición y Comunicación, S. L. Sevilla
- DELGADO CABEZA, M. (2002)  
*Andalucía en la otra cara de la globalización. Una economía extractiva en la división territorial del trabajo*. Colección Andalucía XXI. Serie Economía. Mergablum, Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- DELGADO CABEZA, M. Y MORILLAS RAYA, A. (1991)  
*Metodología para la Incorporación del Medio ambiente en la Planificación económica*. Monografías de Economía y Medio Ambiente. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla
- DELGADO CABEZA, M.; ROMÁN DEL RÍO, C. (1995)  
«Impactos territoriales de la reestructuración económica sobre el sector agroalimentario en el Sur de Europa. El caso de Andalucía» en *Revista de Estudios Regionales*, número 42. Málaga.
- DÍAZ MÉNDEZ, C.; GÓMEZ BENITO, C. (2001)  
«Del consumo alimentario a la sociología de la alimentación» en *Distribución y Consumo*, noviembre-diciembre 2001.
- DÍAZ PINEDA, F. (1995)  
«Ecología de los sistemas agrarios» en *I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Toledo, septiembre 1994.
- DOMÉNECH, J.-M. (1980)  
«Crisis del desarrollo, crisis de la racionalidad» en *El mito del desarrollo*. Editorial Kairos, S.A. Barcelona.
- EL PAÍS  
domingo 3 de octubre de 1999.
- EL PAÍS  
*Anuario El País*. Varios años.
- ENCE (2000)  
*Informe Económico 1999*. <http://www.ence.es/pdfs/IE1999.pdf>
- ESECA (1992)  
*Atlas Económico de Andalucía 1992*. UNICAJA. Málaga.
- ESTEBAN, A.; SANZ, A. (1996)  
«Hacia la reconversión ecológica del transporte en España». Bakeaz. Centro de documentación y estudios para la paz. Bilbao. CC.OO. Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente. Los libros de la Catarata. Madrid.
- ESTRADA, A.; BUISÁN, A. (1999)  
*El gasto de las familias en España. Banco de España*. Servicio de Estudios Económicos. Núm. 65.
- EUROPEAN COMMISSION (1997)  
*Energy for the future: Renewable sources of energy*. White paper for a Community Strategy and Action Plan. [COM(97) 599 final]. Office for Official Publications of European Communities. Luxemburg.
- EUROPEAN COMMISSION (2001)  
*White paper. European transport policy for 2010: time to decide*. [COM(2001) 0370]. Office for Official Publications of European Communities. Luxemburg.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2001)  
*Total material requirement of the European Union*. Technical Report, nº. 5. Copenhagen.
- EUROSTAT (1999)  
*¿Cómo somos los europeos?: Todos los datos*. Aguilar. Madrid.
- FAO  
*Situación de los bosques en el Mundo*. Varios años.
- FAUCHEUX, S. Y NÖEL, J. F. (1992)  
*Las amenazas globales sobre el medio ambiente*. Editorial Talasa S. L. Serie Alfa. Madrid.
- FERIA TORIBIO, J. M. (1992)  
*El sistema urbano andaluz. Aglomeraciones urbanas, áreas de centralidad y ámbitos desarticulados*. Instituto de Desarrollo Regional. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- FERIA TORIBIO, J. M. (2000)  
«La emergencia del territorio metropolitano de Sevilla. Diagnóstico general y conclusiones» en *Documentos preliminares para la elaboración del Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla*. Oficina General del Plan. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla ([www.plandesevilla.org](http://www.plandesevilla.org)).
- FERNÁNDEZ DURÁN, R. (1993)  
*La explosión del desorden. La metrópolis como espacio de crisis global*. Editorial Fundamentos. Madrid.
- FERNÁNDEZ DURÁN, R. (1997)  
«Movilidad motorizada, globalización económica y 'proyecto europeo'. Un análisis crítico de las políticas de transporte de la Unión Europea» en *Ecología Política*, número 14.
- FERNÁNDEZ DURÁN, R. Y PINTADO, V. (1994)  
«Modernización-Globalización versus transformación ecológica y social del territorio» en *Ciudad y Territorio*, nº 100-101. Madrid.
- FNUAP (1998)  
*Estado de la población mundial 1997*. Fondo de Población de las Naciones Unidas. New York (<http://www.unfpa.org>).
- FNUAP (1999)  
*Estado de la población mundial 1998*. Fondo de Población de las Naciones Unidas. New York (<http://www.unfpa.org>).
- FNUAP (2001)  
*Estado de la Población Mundial 2000*. Fondo de Población de Naciones Unidas. New York (<http://www.unfpa.org>).
- FOUCHIER, V. (2002)  
«Etalement urbain et mobilité automobile: deux faces d'un même problème» en *La urbanización dispersa en perspectiva. Coloquio transnacional sobre la extensión urbana*. Toulouse (Francia).
- FRIEDMANN, J. Y WEAVER, C. (1981)  
*Territorio y función*. Instituto de Estudios de la Administración Local. Colección «Nuevo Urbanismo». Madrid.
- GARCÍA JIMÉNEZ, E., GIL FLORES, J. Y RODRÍGUEZ GÓMEZ, G. (2000)  
«Análisis dispersa en Cuadernos de Estadística». Editorial La Muralla S.A. y Editorial Hespérides S. L.
- GARCÍA TRUJILLO, R. A. (1998)  
«Los animales en los sistemas agro-ecológicos» en *III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio*. Valencia.
- GAVIRA ÁLVAREZ, L. (2002)  
*Andalucía sobreviviendo en la globalización. Trabajo, cambios institucionales y estrategias de resistencia*. Colección Andalucía XXI. Serie Sociología. Mergablum, Edición y Comunicación, S. L. Sevilla.
- GEDDES, P. (1960)  
*Ciudades en evolución*. Ediciones Infinito. Buenos Aires.
- GEDDES, P. (1995)  
«Un análisis de los principios de la economía» en *Los principios de la Economía Ecológica*. Joan Martínez Alier (Editor). Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1975)  
«Energía y mitos económicos» en *Información Comercial Española (ICE)*, mayo 1975.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1983)  
«La teoría energética del valor económico: un sofisma económico particular» en *El Trimestre Económico*, número 198.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1989)  
«Selecciones de 'Mitos de la Economía y de la Energía'» en *Economía, Ecología y Ética* (Herman E. Daly compilador). Fondo de Cultura Económica, S.A. México.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1996)  
*La Ley de la Entropía y el proceso económico*. Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- GIAMPIETRO, M. (1999)  
Copia de carta enviada por el propio autor, al artículo de Mathis Wackernagel y J. David Yount titulado «Footprints for Sustainability: The Next Steps». Inédita.
- GITLI, E.; HERNÁNDEZ, G. (2002)  
*La existencia de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales*. Serie Documentos de Trabajo 009 del Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo

- Sostenible (CINPE), Universidad Nacional de Costa Rica.
- GOODLAND, R. (1997)  
«La tesis de que el mundo está en sus límites» en *Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland*. Robert Goodland, Herman Daly, Salah El Serafy, Bernd von Droste (Editores). Editorial Trotta. Serie Medio Ambiente. Madrid.
- GOTTMAN, J. (1961)  
*Megalopolis: the Urbanised Northeastern Seaboard of the United State*, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (1996)  
*IPCC-Segunda evaluación. Cambio Climático 1995*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Organización Meteorológica Mundial.
- HAAVELMO, T. y HANSEN, S. (1997)  
«De la estrategia consistente en tratar de reducir la desigualdad económica ampliando la escala de la actividad humana» en *Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland*. Robert Goodland, Herman Daly, Salah El Serafy, Bernd von Droste (Editores). Editorial Trotta. Serie Medio Ambiente. Madrid.
- HARVEY, D. (1979)  
*Urbanismo y desigualdad social*. Siglo XXI Editores, S.A. Madrid.
- HERRING, H. (1998)  
«Does Energy Efficiency Save Energy: The implications of accepting the Khazzoom-Brookes Postulate». Open University.
- HIGUERAS, E. (1997)  
*Urbanismo bioclimático*. Tesis Doctoral.
- HINRICHSEN, D., ROBEY, B., AND UPADHYAY, U. D. (1998)  
«Soluciones para un mundo con escasez de agua» en *Population Reports*, Serie M, No. 14. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, septiembre 1998.
- HINTERBERGER, F. ET AL. (1995)  
*¿Qué es el Capital Natural?* Documento número 29, marzo. Instituto Wuppertal.
- HINTERBERGER, F., LUKS, F. (1998)  
«Dematerialization, Employment and Competitiveness in Globalized Economy» in Fifth Biennial Conference of the International Society for Ecological Economic (ISEE) *Beyond Growth: Policies and Institutions for Sustainability*. Diego Portales Convention Center. Santiago de Chile.
- HUKKINEN, J. (2001)  
«Eco-efficiency as abandonment of nature» en *Ecological Economic*, número 38.
- IDAE (2001)  
*Eficiencia Energéticas y Energías Renovables*. Boletín IDAE, núm. 3. Serie Informes IDAE. Madrid.
- IDAE (2001)  
*Informe Mundial de la Energía: la energía y el reto de la sostenibilidad*. Serie Difusión IDAE. Madrid.
- IEA (1999)  
*Sistema de Cuentas Económicas de Andalucía. Marco Input-Output 1995*. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla.
- IEA  
*Anuario Estadístico de Andalucía*. Varios años. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla.
- ILLICH, I. (1974)  
*Energía y Equidad*. Barral Editores, S.A. Barcelona.
- INE (1997)  
*Anuario Estadístico de España*. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- INE  
*Censo y Padrones de Habitantes*. Varios años. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- INHABER, H. AND SAUNDERS, H. (1994)  
«Road to Nowhere» in *The Sciences*. Vol. 34, núm. 6.
- IPCC (1995)  
*Cambio Climático 1995. Segunda evaluación*. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- IPCC (1997)  
*Informe especial del IPCC. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad*. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- IPCC (1999)  
*Informe especial del IPCC. La aviación y la atmósfera global*. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- IPCC (2000)  
*Informe especial del IPCC. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- JACKSON, G. (1997)  
«Energy conservation, green lies, cancer and journalists» in *The New Australian*. núm. 44, July 1997.
- JACOBS, J. (1973)  
*Muerte y vida de las grandes ciudades*. Editorial Peninsula. Madrid.
- KAPP, K. W. (1995)  
«Los indicadores ambientales como indicadores de los valores sociales de uso» en *Economía de los Recursos Naturales: un enfoque institucional*. Federico Aguilera Klink (Editor). Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- LAVADO CONTADOR, JF.; SCHNABEL, S. Y TRENADO ORDÓÑEZ, R. (2002)  
*La dehesa. Estado actual de la cuestión*. Universidad de Extremadura  
<http://clio.rediris.es/geografia/dehesa.htm>
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; FÉNELON, J.-P. (1985)  
*Tratamiento estadístico de datos*. Marcombo, S.A. Boixareu Editores. Barcelona.
- LEFEBVRE, H. (1976)  
*La revolución urbana*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- LÓPEZ GÁLVEZ, J. Y SALINAS ANDUJAR, J. A. (1998)  
«Efectos ambientales del sistema de cultivo forzado» en *Encuentro Medioambiental Almeriense: En busca de soluciones*. Almería.
- MAPA (1997)  
*Anuario de Estadística Agraria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MARGALEFF, R. (1998)  
*Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- MARSHALL, A. (1963)  
*Principios de Economía*. Editorial Aguilar. Madrid.
- MARTÍNEZ ALIER, J.; ROCA JUSMET, J. (2001)  
*Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México.
- MARTÍNEZ ALIER, J.; SCHLÜPMANN, K. (1992)  
*La economía y la ecología*. Fondo de Cultura Económica, S.A. Textos de Economía. Madrid.
- MARX, C.; ENGELS, F. (1974)  
*La ideología alemana. Crítica de la novísima filosofía alemana en las personas de sus representantes Feuerbach, B. Bauer y Stirner y del socialismo alemán en las de sus diferentes profetas*. Ediciones Grijalbo, S.A. Barcelona.
- MASSÉ, P. (1980)  
«El crecimiento del hombre» en *El mito del desarrollo*. Editorial Kairós, S.A. Barcelona.
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. (1992)  
*Más allá de los límites del crecimiento*. Ediciones El País S.A./Aguilar S.A. Ediciones. Madrid.
- MEADOWS, D. L. (1972)  
*Los límites del crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. México.
- MEDAGRI (1993, 1994, 1995, 1996, 1997)  
*Anuario de las economías agrarias y alimentarias de los países mediterráneos y árabes*. CIHEAM-IAM-. Montpellier.
- MENDÉS, C. (1980)  
«Crisis del desarrollo: 'praxis' y entelequia» en *El mito del desarrollo*. Editorial Kairós, S.A. Barcelona.
- MÉNDEZ, R. Y CARAVACA, I. (1993)  
*Procesos de reestructuración industrial en las aglomeraciones metropolitanas españolas*. MOPT. Madrid.
- MERCASEVILLA (1995)  
*Memoria 1995*. Mercasevilla S.A. Sevilla.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN-MAPYA (2001)  
*Anuario de Estadística Agroalimentaria 2000*. D. G. de Planificación Económica y Coordinación Institucional. Madrid.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN-MAPYA  
*Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español 2000*. Varios años. (Hasta 1995 El Sector agroalimentario español en cifras).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN-MAPYA  
*Sector cárnico español, 2001*. D. G. de Alimentación. Subdirección General de Fomento y Desarrollo Agroindustrial.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998)  
*Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1996): España*. Secretaría General de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- MORIN, E. (1974)  
*El paradigma perdido: Ensayo de Biogeotropología*. Kairós. Barcelona.
- MORIN, E. (1980)  
«El desarrollo de la crisis del desarrollo» en *El mito del desarrollo*. Editorial Kairós, S.A. Barcelona.
- MORIN, E. (1998)  
*Introducción al pensamiento complejo*. Editorial Gedisa, S.A. Barcelona.
- MORIN, E. Y KERN, ANNE B. (1993)  
*Tierra Patria*. Editorial Kairós. S.A. Colección Ensayos. Barcelona.
- MOSTERIN, J. (2001)  
*Ciencia viva. Reflexiones sobre la aventura intelectual de nuestro tiempo*. Editorial Espasa Calpe, S.A. Serie Ensayo y Pensamiento. Madrid.
- MUMFORD, L. (1957)  
*La cultura de las ciudades*. Emecé Editores, S.A. Buenos Aires.
- MUMFORD, L. (1966)  
*La ciudad en la historia*. Ediciones Infinito. Buenos Aires.
- NAREDO, J. M. (1983)  
«La ordenación del territorio: sus presupuestos y perspectivas en la actual crisis de la civilización» en *Curso de Ordenación del Territorio*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM). Fuenlabrada (Madrid).
- NAREDO, J. M. (1990)  
«Los límites del crecimiento» en *Jornadas sobre Estrategias y Actuaciones para la Comunidad de Madrid*.
- NAREDO, J. M. (1991)  
«El crecimiento de la ciudad y el medio ambiente» en *Las grandes ciudades: propuestas y debates*. Economistas libros. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1994)  
«El funcionamiento de las ciudades y su incidencia en el territorio» en *Ciudad y Territorio*, número 100-101. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1996)  
«Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y su incidencia ambiental». *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA.
- NAREDO, J. M. (1996a)  
*La economía en evolución. Historias y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. Siglo XXI de España Editores S.A. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1996b)  
«Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible» en *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA (<http://habitat.aq.upm.es/esp2/a007.html>).
- NAREDO, J. M. (1996c)  
«Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarlas» en *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA. (<http://habitat.aq.upm.es/esp2/a007.html>).
- NAREDO, J. M. (1996d)  
«Sostenibilidad, diversidad y movilidad horizontal en los modelos de uso del territorio» en *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA. (<http://habitat.aq.upm.es/esp2/a007.html>).
- NAREDO, J. M. (1998)  
«Sobre pobres y necesitados» en *Necesidades, desear, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1999)  
«Estimaciones del requerimiento total de materiales de la civilización industrial: Introducción» en *Desarrollo económico y deterioro ecológico* (Naredo, J. M. y Valero, A. dirs.) Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1999a)  
«Sobre la 'sostenibilidad' de los sistemas» en *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- NAREDO, J. M. (1999b)  
«Sobre el propósito y el interés de este estudio» en *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- NAREDO, J. M.; CARPINTERO, O. (2002)  
*La cara oculta del desarrollo: interacción entre los sistemas económicos y ecológicos. Con reflexiones sobre la economía española en la segunda mitad del siglo XX*. Texto inédito.
- NAREDO, J. M. Y ABAD, C. (1997)  
«Sobre la 'modernización' de la agricultura española (1940-1995): de la agricultura tradicional a la capitalización agraria y la dependencia asistencial» en *Agricultura y sociedad en la España contemporánea*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Centro de Investigaciones Sociológicas.
- NAREDO, J. M.; FRIAS, J. (1988)  
*Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*. Consejería de Economía. Comunidad de Madrid. Madrid.
- NAREDO, J. M.; VALERO, A. (1999a)  
*Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- NAREDO, J. M.; VALERO, A. (1999b)  
«La evolución conjunta del coste físico y del valor monetario en el curso del proceso económico: la 'Regla del Notario' y sus consecuencias» en *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- NORGAARD, J. S. (1998)  
«Tecnología eficiente en una economía ineficiente» en *Necesidades, desear, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- O'RIORDAN, T.; JORDAN, A. (1995)  
«El principio de precaución en la política ambiental contemporánea», publicado en inglés en *Environmental Values*, Vol. 4, núm. 3. Traducido al castellano por Juan Sánchez García y revisado por Federico Aguilera Klink para el Curso de Verano de El Escorial Riesgo Tóxico. *Protección Ambiental, Salud Laboral y Seguridad Alimentaria*.
- OCAÑA, C. (1998)  
*Áreas sociales urbanas. Observaciones sobre las ciudades andaluzas*. Servicio de Publicaciones e Intercambios Científicos de la Universidad de Málaga. Málaga.
- OCAÑA, C. (1998)  
*La actividad en el espacio urbano. Aproximación a la estructura funcional de las ciudades andaluzas*. Servicio de Publicaciones e Intercambios Científicos de la Universidad de Málaga. Málaga.
- ODUM, E. P. (1972)  
*Ecología*. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C. V. México.
- ODUM, H.T. (1980)  
*Ambiente, energía y sociedad*. Editorial Blume. Colección Blume Ecología. Barcelona.
- ORTÍZ, A. (1999)  
«Estimaciones del requerimiento total de materiales de la civilización industrial: Cuantificación de la extracción de rocas y minerales de la corteza terrestre» en *Desarrollo económico y deterioro ecológico* (Naredo, J. M. y Valero, A. dirs.). Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- PASSET, R. (1996)  
*Principios de bioeconomía*. Fundación Argentina. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- PAULY, D. Y CHRISTENSEN, V. (1995)  
«Primary production required to sustain global fisheries» en *Nature*. Vol. 374, marzo, 16.
- PÉREZ, C. (2001)  
*Técnicas estadísticas con SPSS*. Prentice Hall. Madrid.
- PNUD (1999)  
*Informe de Desarrollo Humano*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Ediciones Mundi Prensa.
- PNUMA (2000)  
*Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*. Mundi-Prensa.
- RAMÍREZ SUÁREZ, R. (2002)  
«Hacia un urbanismo sustentable» en Revista *Theomai*. Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo, número 5.
- REES, W. E. (1996)  
«Indicadores territoriales de sostenibilidad» en *Ecología Política*, número 12.
- REES, W.; WACKERNAGEL, M. (1996)  
*Our ecological footprint. Reducing human impact on the earth*. New Society Publishers. Gabriola Island, B.C. and Stony Creek, C.T.
- RENNINGS, K., WIGGERING, H. (1997)  
«Steps towards indicators of sustainable development: Linking economic and ecological concept». *Ecological Economic*, núm. 20.
- RIECHMANN, J. (1998)  
«Necesidades humanas frente a límites

- ecológicos y sociales» en *Necesidades, deseo, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- RIECHMANN, J. (1998a)  
«Necesidades: algunas delimitaciones en las que acaso podríamos convenir» en *Necesidades, deseo, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- RIECHMANN, J. (2000)  
*Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnología*. Los Libros de la Catarata. Madrid.
- RIFKIN, J.; HOWARD, T. (1990)  
*Entropía. Hacia el mundo invernadero*. Ediciones Urano, S.A. Barcelona.
- RÍO, E. del (1997)  
«Crisis de la cultura obrera». Gakoa. Tercera Prensa-Hirugarren Prentsa S.L. Donostia.
- RUEDA, S. (1996)  
«La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa». *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA.
- RUEDA, S. (1999)  
«Modelos e indicadores para ciudades sostenibles». Workshop: *Indicadores de huella y calidad ambiental urbana*. Agencia de Medio Ambiente. Generalitat de Catalunya. Departamento de Medio Ambiente.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. (2001)  
«Trayectoria histórica de los regadíos andaluces durante los siglos XIX y XX. Pluralidad técnica, económica y territorial» en *VII Congreso de Asociación de Historia Económica*, 19, 20 y 21 de septiembre de 2001. Zaragoza.
- SAUNDERS, H. (1992)  
«The Khazoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth» in *Energy Journal*. Vol. 13, núm. 4.
- SCHMIDT-BLEEK, F. (1997)  
«MIPS y Factor 10: Para una Economía Sustentable y Productiva» en *Programa Chile Sustentable* (<http://www.chilesustentable.net/documentos/mipsyfactorsschmidt.htm>).
- SCHRÖDINGER, E. (1983)  
*¿Qué es la vida?* Editorial Tusquets. Barcelona.
- SCHUMPETER, J. A. (1994)  
*Historia del análisis económico*. Editorial Ariel Economía. Barcelona.
- SEAGER, J. ET AL. (2000)  
*Atlas del estado del medio ambiente*. Ediciones Akal S. A. Alcalá de Henares (Madrid).
- SENNETT, R. (1997)  
*Carne y Piedra. El cuerpo y la ciudad en la civilización occidental*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- SMITH, L. S. & SMITH, T. M. (2001)  
*Ecología*. Pearson Educación S.A. Madrid.
- SODDY, F. (1995)  
«Economía cartesiana: la influencia de la ciencia física en la administración del estado», en *Los principios de la Economía Ecológica*. Joan Martínez Alier (editor). Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- SOKAL, A.; BRICMONT, J. (1999)  
*Imposturas intelectuales*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. Barcelona.
- SOUTULLO, D. (1994)  
*La explosión demográfica mundial*. Editorial Talasa S. L. Serie Alfa. Madrid.
- SPITERI, L.F. (1995)  
«The Classification Research Group and The Theory of Investigative Levels» in *The Katherine Sharp Review*. Nº 1. Summer 1995. University of Illinois.
- STOCKHAMMER, E., HOCHREITER, H., OBERMAYR, B., STEINER, K. (1997)  
«The index of sustainable economic welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of Austrian (revised) ISEW calculation 1955-1992». *Ecological Economic*, núm. 21.
- TELLO, E. (2001)  
«'Eliminar' residuos o gestionar materiales» en *Foro de debate*. Medio Ambiente, Tecnología y Cultura. Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya (<http://www.gencat.es/mediamb/revista/rev29-2-c.htm>).
- TERÁN TROYANO, F. DE (1983)  
«Evolución y crisis de los fundamentos teóricos» en *Curso de Ordenación del Territorio*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM). Fuenlabrada (Madrid).
- UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS-UITP (2003)  
*Pasaje para el futuro: tres paradas en el desarrollo sostenible y la movilidad* (<http://www.infoecologia.com>)
- ULRICH VON WEIZSÄCKER, E., LOVINS, A Y LOVINS, H. (1997)  
*Factor 4: duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Informe al Club de Roma. Galaxia Gutenberg. Barcelona.
- UNEP (1999)  
*Global Environment Outlook 2000*. UNEP Geo Team. Division of Environmental Information, Assessment and Early Warning (DEIA&EW). Nairobi.
- VELTZ, P. (1999)  
*Mundialización, ciudades y territorios. La economía de archipiélago*. Ed. Ariel, S.A. Barcelona.
- VERNADSKY, V. I. (1997)  
*La biosfera*. Fundación Argentaria. Colección Economía y Naturaleza. Madrid.
- VV.AA. (1994)  
*Investing in Natural Capital. The Ecological Economic Approach to Sustainability*. Ann Mari Jansson, Monica Hammer, Carl Folke, y Robert Costanza (Editores). Island Press. Washington, DC.
- WACKERNAGEL, M. (1996)  
*«¿Ciudades Sostenibles?»* en *Ecología Política*, número 12.
- WACKERNAGEL, M. (2000)  
*Calculation the World citizens average Ecological Footprint (1961-1997 data)*. Información no publicada facilitada por el autor.
- WACKERNAGEL, M. et al. (1997)  
*Ecological Footprints of Nations*. Centro de Estudios para la Sustentabilidad. Universidad Anáhuac de Xalapa. México.
- WACKERNAGEL, M., CHAMBERS, N., Y SIMMONS, C. (2000)  
*Sharing Natures Interest. Ecological Footprints as an indicator of sustainability*. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA.
- WACKERNAGEL, M.; LEWAN, L. AND BORGSTROM HANSSON, C. (1998)  
*Calculation of the Ecological Footprint of an average person in Sweden, Malmöhus County and the Kävlinge Watershed (Swedish 1994 data)* (<http://www.rprogress.org>).
- WALZER, M. (1995)  
«El espacio público: ventajas y desventajas de lo urbano» en Revista *Página Abierta*, número 53.
- WBSCD (1999)  
«Eco-efficiency value creation through innovation and efficiency improvement», *Bulletin*. World Business Council on Sustainable Development.
- WILSON, E.O. (1994)  
*La diversidad de la vida*. Editorial Crítica. Barcelona.
- WRI (2000)  
[www.wri.org](http://www.wri.org)
- WWF (1999)  
*European Forest Scorecards 2000. National reports (Spain scorecards 99) -WWF/ADENA- The Forest Technological Centre of Catalonia*.
- WWF (1999)  
*Living Planet Report 1999*. WWF-World Wide Fund for Nature (formerly World Wildlife Fund) ([http://www.panda.org/downloads/general/lpr\\_1999.pdf](http://www.panda.org/downloads/general/lpr_1999.pdf)).
- WWF (2000)  
*Living Planet Report 2000*. World Wide Fund for Nature (conocida, también como World Wildlife Fund en USA y Canadá; Adena en España). Gland (Suiza) (<http://www.panda.org>).
- WWF (2001)  
*Perspectivas de un Planeta Vivo 2000*. [www.panda.org](http://www.panda.org)
- WWF (2002)  
*Living Planet Report 2000*. World Wide Fund for Nature (conocida, también como World Wildlife Fund en USA y Canadá; Adena en España). Gland (Suiza) (<http://www.panda.org>).
- YUE-MAN YEUNG (1997)  
«La geografía en la era de las megaciudades» en *Revista Internacional de las Ciencias Sociales*, número 151, marzo.

