

# Huella ecológica y desarrollo sostenible

Juan Luis Doménech



AENOR **ediciones**



# Huella ecológica y desarrollo sostenible

Juan Luis Doménech Quesada

AENOR **ediciones**

Título: *Huella ecológica y desarrollo sostenible*

Autor: Juan Luis Doménech Quesada

© AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2010

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial en cualquier soporte, sin la previa autorización escrita de AENOR.

ISBN: 978-84-8143-222-0

Impreso en España - *Printed in Spain*

Edita: AENOR

Maqueta y diseño de cubierta: AENOR

Nota: AENOR no se hace responsable de las opiniones expresadas por el autor en esta obra.

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6. 28004 Madrid • Tel.: 902 102 201 • Fax: 913 103 695  
comercial@aenor.es • www.aenor.es



# Índice

Prólogo .....	11
1. Globalización sostenible .....	15
1.1. Introducción .....	15
1.2. El cambio climático .....	16
1.2.1. Un poco de historia .....	16
1.2.2. Conceptos, causas y efectos .....	19
1.2.3. Mecanismos flexibles .....	22
1.2.4. El Plan Nacional de Asignación de Emisiones .....	25
1.3. Desarrollo sostenible .....	26
1.3.1. Los principios de la sostenibilidad .....	26
1.3.2. Los recursos naturales .....	29
1.3.3. ¿Escasean ya los recursos? .....	30
1.3.4. Productividad de los recursos .....	31
1.3.5. Disociación economía-recursos .....	31
1.3.6. Tendencias europeas detectadas en el uso de recursos .....	32
1.4. Globalización .....	33
1.5. Los límites del crecimiento .....	38
1.5.1. Primeros pasos de la historia económica reciente .....	38
1.5.2. Año 2050 o el fin de la historia .....	42
1.5.3. Críticas a los límites del crecimiento .....	43
1.5.4. La contra-globalización .....	44
1.5.5. El Foro Social Mundial .....	48

1.6.	Sostenibilidad ambiental . . . . .	50
1.6.1.	Indicadores de sostenibilidad . . . . .	50
1.6.2.	La huella ecológica: el indicador de la nueva globalización . . . . .	61
2.	Cálculo de la huella ecológica y huella del carbono corporativa . . . . .	75
2.1.	Introducción . . . . .	75
2.2.	El concepto de huella ecológica corporativa . . . . .	76
2.3.	Estructura de la hoja de cálculo . . . . .	80
2.4.	Consumos e intensidad energética . . . . .	81
2.5.	Productividad natural . . . . .	82
2.6.	Productividad energética . . . . .	82
2.7.	Factor de equivalencia . . . . .	85
2.8.	Cálculo de la huella asociada al consumo eléctrico . . . . .	86
2.9.	Cálculo de la huella asociada al consumo de combustibles . . . . .	88
2.10.	Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales . . . . .	91
2.10.1.	Materiales de los capítulos arancelarios . . . . .	91
2.10.2.	Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales de construcción . . . . .	93
2.10.3.	Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales amortizables . . . . .	95
2.11.	Cálculo de la huella de los servicios . . . . .	95
2.12.	Cálculo de la huella de los residuos, emisiones y vertidos . . . . .	97
2.12.1.	La huella de los residuos sólidos . . . . .	97
2.12.2.	La huella de las emisiones a la atmósfera y de los vertidos . . . . .	98
2.13.	Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos agropecuarios . . . . .	99
2.13.1.	Método actual propuesto . . . . .	99
2.13.2.	Alternativa metodológica para la huella de los alimentos . . . . .	101
2.14.	Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos forestales y agua . . . . .	104
2.15.	Contra-huella, factor de rendimiento y capital natural . . . . .	105
2.16.	Huella ecológica del uso del suelo . . . . .	107
2.17.	La huella expresada en emisiones de CO <sub>2</sub> : la huella del carbono . . . . .	110
2.18.	Indicadores de ecoeficiencia . . . . .	110
2.19.	Huella social y huella cultural . . . . .	112
2.20.	Conclusiones . . . . .	114
2.20.1.	Evolución de la huella ecológica . . . . .	114
2.20.2.	Comité de estandarización . . . . .	117
2.20.3.	Aplicaciones de la huella ecológica corporativa . . . . .	118

2.20.4. La huella del carbono como herramienta vital para la empresa . . . . .	121
2.20.5. Hacia una nueva ética política y empresarial a través del desarrollo sostenible . . . . .	125
<b>3. Los 10 pasos de la ecoeficiencia . . . . .</b>	<b>127</b>
3.1. Introducción . . . . .	127
3.2. Qué es la ecoeficiencia . . . . .	128
3.2.1. La escasez de recursos . . . . .	128
3.2.2. El ahorro de recursos por medio de la ecoeficiencia . . . . .	131
3.3. Metodología para la sostenibilidad total . . . . .	134
3.4. Paso 1: ecoeficiencia en el uso de energía eléctrica . . . . .	136
3.4.1. Medidas de ahorro . . . . .	136
3.4.2. Uso de energías alternativas . . . . .	143
3.5. Paso 2: ecoeficiencia en el uso de combustibles . . . . .	160
3.5.1. Uso de la biomasa . . . . .	160
3.5.2. Uso del biogás . . . . .	161
3.5.3. Uso de bioetanol y biodiésel . . . . .	161
3.6. Paso 3: ecoeficiencia de los materiales . . . . .	166
3.6.1. Contabilidad de los materiales . . . . .	166
3.6.2. Buenas prácticas en las compras. Etiquetas ecológicas . . . . .	167
3.6.3. Compra de vehículos . . . . .	169
3.6.4. Compra de ordenadores . . . . .	169
3.6.5. Ecoeficiencia de los materiales de construcción . . . . .	171
3.7. Paso 4: ecoeficiencia en los servicios . . . . .	173
3.8. Paso 5: ecoeficiencia en la reducción de desechos . . . . .	175
3.9. Paso 6: ecoeficiencia en el uso del suelo . . . . .	176
3.10. Paso 7: ecoeficiencia en el consumo de recursos agropecuarios y pesqueros . . . . .	176
3.11. Paso 8: ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua . . .	177
3.11.1. Análisis de las pérdidas de agua . . . . .	177
3.11.2. Reducción de pérdidas por rotura . . . . .	179
3.11.3. Utilización de aguas pluviales para el riego de parques de material . . . . .	179
3.12. Paso 9: inversión en capital natural . . . . .	180
3.13. Paso 10: huella social y Responsabilidad Social Corporativa . . . . .	182
3.14. Conclusiones . . . . .	183

4. El capital natural y los nuevos mercados . . . . .	189
4.1. Introducción . . . . .	189
4.2. La ecuación que mueve el mundo . . . . .	190
4.3. Por qué hay que invertir en capital natural . . . . .	190
4.4. Por qué el capital natural es una buena inversión . . . . .	191
4.4.1. La valoración económica del medio ambiente . . . . .	191
4.4.2. Los nuevos mercados ambientales . . . . .	196
4.4.3. El valor social del capital natural . . . . .	198
4.5. En qué tipos de capital natural podemos invertir . . . . .	200
4.6. Capital forestal . . . . .	202
4.6.1. Los bosques del mundo y la certificación forestal . . . . .	202
4.6.2. Cuánto CO <sub>2</sub> absorben los bosques . . . . .	204
4.6.3. La situación forestal de España y los sumideros de carbono . . . . .	207
4.6.4. El bosque, una inversión de futuro . . . . .	208
4.7. Capital agrícola: la granja sostenible . . . . .	222
4.7.1. La agricultura ecológica . . . . .	222
4.7.2. Los cultivos energéticos . . . . .	231
4.8. Capital marino y capital pesquero . . . . .	234
4.9. Conclusiones . . . . .	238
4.9.1. Un cambio en marcha . . . . .	238
4.9.2. Una nueva oportunidad . . . . .	239
4.9.3. Una inversión rentable . . . . .	240
4.9.4. El poder del consumidor . . . . .	241
4.9.5. Mensaje final . . . . .	242
5. El mar como capital natural: una conquista pendiente . . . . .	243
5.1. Introducción . . . . .	243
5.2. El declive del sector pesquero . . . . .	244
5.3. Los principios del desarrollo marino y de la pesca sostenible . . . . .	247
5.3.1. Principio de integración: gestión integrada de zonas costeras . . . . .	247
5.3.2. Modelo de las tres “pes” de gestión pesquera sostenible . . . . .	250
5.4. Discusión y conclusiones . . . . .	277
6. Desarrollo social global: la huella social . . . . .	283
6.1. Introducción . . . . .	283

6.2.	Por qué una huella social . . . . .	284
6.2.1.	Los datos de “la vergüenza” . . . . .	284
6.2.2.	Hacia un indicador social de índice único . . . . .	286
6.2.3.	Hacia una responsabilidad social corporativa realmente “social” . . . . .	287
6.3.	Definiciones y metodología de cálculo de la huella social . . . . .	290
6.3.1.	El empleo como macro-indicador social integral . . . . .	290
6.3.2.	Distinción entre capital humano y capital social . . . . .	291
6.3.3.	Los tres principios de la huella social . . . . .	292
6.3.4.	Definiciones . . . . .	295
6.4.	Calculando nuestra huella social . . . . .	298
6.4.1.	La huella social global . . . . .	298
6.4.2.	La huella social nacional . . . . .	300
6.4.3.	La huella social <i>per cápita</i> . . . . .	301
6.4.4.	La huella social corporativa . . . . .	301
6.5.	Hacia una nueva sociedad... sostenible . . . . .	306
6.5.1.	Tres sectores para un único desarrollo global . . . . .	306
6.5.2.	Capital social y creación de empleo global . . . . .	307
6.5.3.	La huella social como herramienta para el desarrollo global . . . . .	309
6.5.4.	¿Necesitamos un nuevo sistema de tipo socio-capitalista? . . . . .	310
6.6.	Conclusiones. Propuestas para un desarrollo social global . . . . .	310
7.	<b>Huella cultural y evolución sostenible . . . . .</b>	<b>313</b>
7.1.	Introducción . . . . .	313
7.2.	Las huellas del desarrollo . . . . .	314
7.2.1.	Los tres pilares clásicos . . . . .	314
7.2.2.	Un cuarto pilar del desarrollo sostenible . . . . .	315
7.2.3.	La ciencia de la evolución en el debate educativo . . . . .	317
7.3.	Calculando nuestras deudas . . . . .	318
7.4.	Cálculo de la huella cultural . . . . .	319
7.4.1.	Huella cultural del mundo . . . . .	319
7.4.2.	Huella cultural por países . . . . .	321
7.4.3.	Huella cultural corporativa . . . . .	326
7.5.	La ciencia de la memética . . . . .	327
7.5.1.	La cultura integral . . . . .	327
7.5.2.	Genes y memes . . . . .	328

7.6.	La ciencia de la noética . . . . .	330
7.6.1.	Memes y noemes . . . . .	331
7.6.2.	Los cuatro tipos de conocimiento de Platón . . . . .	332
7.6.3.	Crisis y gestión del conocimiento . . . . .	335
7.6.4.	Los mecanismos de la evolución . . . . .	336
7.6.5.	El aprendizaje consciente . . . . .	338
7.7.	Conclusiones: propuestas para la evolución sostenible . . . . .	340
7.7.1.	Revolución educativa o formación integral . . . . .	341
7.7.2.	Planificando la evolución sostenible . . . . .	344
7.7.3.	Propuesta final a los educadores . . . . .	345
Anexo A.	Hoja de cálculo de la huella ecológica de Chile . . . . .	347
Anexo B.	Calcula tu huella ecológica . . . . .	357
Anexo C.	Hoja de cálculo de la huella ecológica corporativa . . . . .	361
	Bibliografía y otras fuentes de consulta . . . . .	381

# Prólogo

Tres son los grandes azotes que sacuden la humanidad actual: el cambio climático, la pobreza y la ignorancia. Estos modernos “jinetes del Apocalipsis” se encargan de recordarnos, día tras día, insistentemente, que, entre todos, hemos construido un sistema global cada vez más tambaleante.

Pero, por fortuna, ocasionalmente surgen, casi de manera inexplicable, nuevas fórmulas que permiten o pueden permitir que continuemos adaptándonos a los cambios:

- Contra el cambio climático contamos con el Protocolo de Kioto, el cual incluye, entre otros, el fascinante **mecanismo de desarrollo limpio**.
- Contra la pobreza, destaca la inesperada **responsabilidad social corporativa**, de la que se hablará ampliamente en este libro.
- Contra la ignorancia, poseemos las modernas técnicas de **gestión del conocimiento**, que, en sus últimas versiones, podrían llegar a incorporar el conocimiento integral.

Y, curiosamente, todas ellas constituyen modernas e innovadoras herramientas de gestión empresarial, que son las que nos conducen a confiar en que el sector privado se involucrará en la cooperación al desarrollo y en el desarrollo global sostenible.

Se ha dicho que el desarrollo sostenible es un concepto demasiado amplio, abstracto o ambiguo, pero, lejos de tales afirmaciones, se analizarán en estas páginas herramientas prácticas y muy concretas para abordar tal tipo de desarrollo, tanto a escala local como a escala global.

Allí donde el “primer sector”, gobiernos e instituciones, no han podido poner orden por falta de recursos humanos, y allí donde el voluntariado, o “tercer sector”,

no ha podido poner comida y medicinas por falta de recursos financieros, llega ahora el turno del “segundo sector”, el empresariado, con su carácter emprendedor y su capacidad organizativa. No nos engañemos, el desarrollo global sostenible nunca será posible sin el concurso del capital y del sector privado.

Es, por tanto, a las empresas, a las corporaciones y al capital al que, principalmente, va dirigido este libro. En ellas se debe confiar para que el desarrollo sostenible global sea una realidad. Comprobaremos cómo las empresas y las organizaciones podrían ganar más a través de la ecoeficiencia, y cómo podrían mejorar sus cuentas de resultados invirtiendo en los **nuevos mercados** y en los **nuevos capitales**.

Si a corto plazo las empresas no son capaces de compensar todas sus emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>, invirtiendo en **capital natural**, su supervivencia como empresas podría verse muy comprometida. Algunos empresarios ya se han percatado de ello, a tenor del bombardeo mediático sobre el cambio climático, el cual no ha hecho más que empezar. Y que nadie piense que no emite CO<sub>2</sub>, pues basta con encender un interruptor para que ya estemos emitiendo de forma indirecta.

Mostraremos también cómo las empresas deberían invertir en **capital social** con el fin de mejorar su cuenta de resultados sociales, ya que el consumidor puede que comience a exigir cierto nivel de ética, de compromiso con el entorno o de **responsabilidad social**.

Se verá cómo las empresas deberían volver a invertir en **capital humano** con el fin de mejorar su base de conocimiento, el principal “capital” del ser humano. Se trata de otro factor que puede comprometerles a medio plazo, pues numerosos analistas han advertido que la actual tendencia a desprenderse del conocimiento acumulado durante años, podría ser un grave error.

Toda esta información se ha distribuido en tres partes:

- Del Capítulo 1 al 5 se aborda el tema de la inversión en capital natural y el de las herramientas a través de las cuales podemos planificar nuestras inversiones, en concreto, de una que ha pasado imperceptible para muchos, pero que podríamos incluir, sin temor a exagerar, entre las mejores ideas del siglo xx: la **huella ecológica**, herramienta que nos marca con claridad meridiana quién es o no es ambientalmente sostenible, y qué responsabilidad tiene cualquier entidad (un país, una región, una ciudad, una organización, una empresa, una persona), en el cambio global.
- En el Capítulo 6 se profundiza en el aspecto de la inversión en capital social y de las herramientas existentes para su gestión: la **huella social**, un instrumento, similar al anterior, que nos indica la responsabilidad de cada cual en el reparto de la riqueza y del empleo global.

- Y en el Capítulo 7 se plantea ese cuarto aspecto del desarrollo sostenible que hasta ahora apenas ha sido considerado: el cultural. La relevancia del **conocimiento** es tal (y, concretamente, de la modalidad que ya hemos mencionado: el conocimiento integral), que sin él nunca podrá existir un desarrollo sostenible. Intentaremos ir **más allá del desarrollo sostenible** para referirnos a una auténtica **evolución sostenible**, en eso se centrará este capítulo.

A pesar de lo pesimistas que podemos llegar a parecer en ciertos momentos (tenemos obligación de serlo), el dicho<sup>1</sup> nos obliga también a ser optimistas y pensar que el desarrollo sostenible global es factible. De hecho, todo el texto incluye propuestas y acciones, sin importarnos caer incluso en lo utópico, y para cumplir tal objetivo, se concluirá con una propuesta general.

Anteriormente hemos apuntado que los principales destinatarios de esta obra son las empresas y el sector privado, lo cual no significa que no sea igualmente adecuada para todos los actores involucrados en la búsqueda de esa necesaria **globalización sostenible**, entre ellos:

- a) Las instituciones, imprescindibles para promover y financiar las iniciativas.
- b) El voluntariado (el mencionado “tercer sector”), como pilar insustituible y brazo ejecutor de los otros dos sectores.
- c) El “cuarto poder”, los medios de comunicación que tanto pueden hacer por cambiar nuestros hábitos y por concienciar, tanto en lo ambiental como en lo social.
- d) El que podríamos llamar “quinto poder”, el consumidor, el cual, aunque a veces se sienta insignificante, puede hacer tambalearse a todos los anteriores. Todos ellos pueden encontrar interesantes recomendaciones para afrontar los retos citados.

Para todos incluimos una interesante herramienta (en el CD que se incluye en este libro), que les permitirá calcular tanto las emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> (su huella ecológica medida en carbono o huella del carbono), como la responsabilidad que tiene en el desempleo global (su huella social), y en la falta de conocimiento, así como en la desigualdad tecnológica o informativa (su huella cultural).

Por último, mi agradecimiento a todos los que han ayudado en la publicación de este libro, como es el caso de AENOR o de la Autoridad Portuaria de Gijón, empresa en la que trabaja el autor, y en la cual se han sustentado gran parte de los

---

<sup>1</sup> Tal y como dijo Antonio Mingote: “Un pesimista no es más que un optimista bien informado”.

ejemplos y recomendaciones que se tratan<sup>2</sup>. A la Comisión Europea, que promueve el proyecto IMAPS a través del programa INTERREG IIIC, así como a los partners de ese proyecto, el cual ha dado pie, en parte, a esta publicación<sup>3</sup>. A Ángel Matías, de la firma Ingenieros Asesores, por su aportación en el Capítulo 3. A la firma Acciona Eólica Cesa, por la cesión de algunas fotografías. A la firma Paco Currás, por el diseño y elaboración de algunos de los dibujos e ilustraciones. Y por supuesto, a Mathis Wackernagel y a William Rees, como autores del método original de la huella ecológica e inspiradores de muchas de las recomendaciones que desde esta obra se hacen. Igualmente, a todos los que directa o indirectamente han colaborado en los diversos aspectos de este libro.

---

<sup>2</sup> Desde la Autoridad Portuaria de Gijón se viene trabajando desde hace unos siete años en la huella ecológica y el desarrollo sostenible portuario, habiendo presentado varias publicaciones en diferentes congresos.

<sup>3</sup> El proyecto IMAPS (*Integrated Management of Risks and Environment in Port Cities*) es un proyecto europeo INTERREG IIIC, en el que trabajan diversas instituciones de España (entre ellas, la Autoridad Portuaria de Gijón), Francia, Rumanía, Inglaterra, Portugal e Italia. Crea herramientas y métodos para la gestión integrada de zonas costeras. Los indicadores de sostenibilidad tratados en este libro formarán parte de los resultados, como propuesta para su posible aplicación en la gestión integrada de los territorios costeros.

# 1

## Globalización sostenible

### 1.1. Introducción

En este primer capítulo se muestra cómo la pretendida globalización, de la que tanto alardeamos, en absoluto es global, pues únicamente abarca una parte de lo económico y lo comercial, dejando a un lado lo ambiental, lo laboral, lo social y lo cultural.

Los actuales problemas causados por el cambio climático son una pequeña muestra de las consecuencias de nuestra ceguera globalizadora, y a esos habrá que añadir muchos otros, como los derivados de la inmigración o de la actual lucha de civilizaciones. Aún no hemos comprendido que si no hay desarrollo para todos, no habrá desarrollo para nadie... y el poco que creemos tener, no será más que un mero espejismo.

La principal tesis que pretendemos introducir es que si queremos no sólo crecer, sino incluso evolucionar, la globalización en ningún modo ha de ser simplemente económica o comercial. Si para un desarrollo sostenible es necesario un desarrollo simultáneo de lo económico, lo social y lo ambiental, resulta obvio que la globalización debe asentarse sobre los mismos pilares. Sin ellos la globalización resulta falsa, equivocada, incompleta y condenada al fracaso. Con ellos, se convierte en una **globalización sostenible** y el concepto se convierte en sinónimo de desarrollo sostenible.

Para alcanzar tales objetivos, se ofrecen en este capítulo consejos sobre cómo se puede actuar, tanto a escala global como personal.

Pero, para actuar y mejorar, resulta adecuado medir aquello que queremos mejorar, con objeto de conocer y controlar el grado y el ritmo del cambio. Para realizar

mediciones, es conveniente utilizar indicadores, entre los cuales destaca la huella ecológica<sup>4</sup>, a la que proponemos, desde esta introducción, como indicador de la nueva globalización.

## 1.2. El cambio climático

### 1.2.1. Un poco de historia

Es preciso comenzar este capítulo con una introducción a lo que en la actualidad constituye la mayor amenaza a escala global para el medio ambiente: el cambio climático, es decir, una alteración del equilibrio planetario contra la que el hombre deberá luchar, con todos sus recursos, en los próximos años.

Al inicio de los años setenta, los científicos y el Club de Roma, mediante el informe *Los límites del crecimiento*, comenzaron a llamar la atención de los políticos sobre la creciente amenaza mundial del calentamiento de la Tierra (Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, Ginebra, 1979). Es obvio que no fueron escuchados, y que continuaron las políticas desarrollistas, basadas en el consumo de combustibles fósiles, así como la tala de árboles.

Fue en 1987, con la Comisión Brundtland, cuando el cambio climático entró en la agenda política, llegándose a recomendar en la Conferencia Mundial sobre Atmósfera Cambiante, en Toronto, en 1988, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, para el año 2005, en un 20% respecto a las de aquel año. Poco después, se creó, en la sede del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Se trataba de una comisión interdisciplinaria e internacional de científicos, encargada de estudiar las evidencias científicas de la contribución del hombre al calentamiento de la Tierra y hacer una evaluación y proyección de sus efectos.

La primera respuesta a nivel mundial se hizo esperar hasta 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río, en la que se adoptó el Convenio Marco sobre el Cambio Climático, por el que los países desarrollados, expresados en su Anexo I, se comprometieron a intentar reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, para el año 2000, a los niveles existentes en 1990.

---

<sup>4</sup> O más bien, lo que llamaremos indicadores de la familia de la huella, tales como la huella ecológica, la huella social y la huella cultural. Integrados en una misma herramienta, los iremos analizando a lo largo de este libro.

Posteriormente, en la Tercera Conferencia de las Partes de este convenio, celebrada en Kioto en diciembre de 1997, a raíz del segundo Informe del IPCC de 1996, en el que se demostró la evidencia de la influencia humana sobre el clima, los países desarrollados del Anexo II se comprometieron a reducir de forma global un 5% de las emisiones, con respecto al año base (1990), para el período comprendido entre 2008 y 2012. Si bien, a cada país se le asignó de forma singularizada una cantidad de emisiones que no debía superar, e incluso a algunos países, como España, se le permitió aumentar las mismas hasta un tope. Los países en desarrollo no adquirieron ningún compromiso. Este acuerdo, derivado del Convenio Marco sobre el Cambio Climático, se conoce como Protocolo de Kioto.

Además de limitar las emisiones en las cuotas a cada uno asignadas para el período comprendido entre 2008 y 2012, los países firmantes se comprometieron a:

- Fomentar las energías renovables.
- Proteger y fomentar los sumideros, promocionando la gestión forestal sostenible, la forestación y la reforestación.
- Promover la agricultura sostenible.
- Promover la investigación sobre nuevas fuentes de energía y tecnologías para el secuestro del dióxido de carbono.
- Reducir y eliminar gradualmente los incentivos fiscales, las exenciones tributarias, subvenciones y deficiencias de mercado en general que sean contrarios a los objetivos adquiridos de reducción de emisiones.
- Establecer medidas para reducir, en el sector del transporte, las emisiones no controladas por el Convenio de Montreal.
- Formular programas nacionales o regionales para mejorar los factores de emisión, limitando el aumento de emisiones.
- Formular, aplicar, publicar y actualizar periódicamente programas con medidas para mitigar el cambio climático y facilitar una adaptación adecuada al cambio climático.
- Establecer programas que guarden relación con la energía, el transporte, la industria, la silvicultura y los residuos, y que se vean reflejados en la planificación espacial.
- Presentar información sobre las medidas adoptadas para el cumplimiento de las anteriores obligaciones.
- Promover la transferencia de tecnologías y procedimientos ecológicamente racionales a los países en vías de desarrollo.
- Cooperar en investigaciones para reducir las incertidumbres relacionadas con el cambio climático.

- Facilitar el conocimiento y el acceso público a la información sobre el cambio climático.
- Informar sobre los programas y actividades establecidos.

La Unión Europea (UE) se acogió a la posibilidad que ofrece el Artículo 4 del Protocolo, que permite que un grupo de países del Anexo I de la Convención decida cumplir conjuntamente sus compromisos de limitación y reducción de emisiones y, así, la UE en su conjunto, debe reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 8% con respecto al año base. En el posterior reparto de cuotas por países individualizados, España se comprometió a reducir sus emisiones de forma que en 2012 no se supere el 15% de las emisiones del año base. Veremos más abajo que a este 15%, podrán añadirse las reducciones por los sumideros de carbono y por mecanismos flexibles.

Con la aprobación de la Directiva Europea 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de emisiones de CO<sub>2</sub> en la UE, se recoge la necesidad de que determinadas instalaciones cuenten con el denominado Permiso de Emisión de GEI, a fin de lograr una reducción de emisiones de GEI a la atmósfera. Esta Directiva establece en su Artículo 9 la necesidad de que los Estados miembros elaboren un Plan Nacional de Asignación que determine la cantidad total de derechos de emisión a asignar para los períodos de 2005-2007 y 2008-2012, así como los procedimientos de asignación de los derechos.

Con la ratificación de Rusia, a finales de 2004, en la Convención se alcanzaron las 55 partes necesarias (más de 120 países, a finales de 2004), cuyas emisiones alcanzan casi el 62% (más del 55% exigido) de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las partes del Anexo I correspondientes a 1990. De ese modo, el Protocolo de Kioto pudo entrar en vigor.

Con respecto al cumplimiento de lo acordado, a principios de 2004, sólo cuatro países (Francia, Alemania, Suecia y Reino Unido) cumplían los objetivos nacionales acordados, mientras que los otros 11 Estados miembros no cumplían sus objetivos, y algunos de ellos por un margen considerable (como España, Portugal, Irlanda, Austria, Italia, Dinamarca y Grecia).

España no lo tiene fácil, ya que en 2002 sus emisiones estaban un 39,4% por encima del nivel del año de referencia, más del doble del 15% permitido. En 2004, el nivel de emisiones era un 40% superior al de 1990. Y en 2005, ya estaba un 52% por encima.

Sin embargo, en 2006 se consiguió, por primera vez en 17 años, reducir el nivel de emisiones a un 48,05% por encima del año base (una reducción del 4,1% con respecto al año 2005), aun cuando la economía creció un 3,9%. Mero espejismo, pues en 2007 las emisiones volvieron a ascender e incluso a superar, con un 52,31%, todas las marcas anteriores, mientras que en 2008 volvieron a bajar hasta el 42% (datos aún provisionales) con respecto al año base.

Así las cosas, España aspira a rebajar estas emisiones a un 37% por encima del año base, para el período 2008-2012, corriendo las reducciones a cargo de las empresas afectadas y a mecanismos de desarrollo limpio.

¿Qué pasará a partir de 2012? Simplemente que las cosas se van a poner cada vez peor. La organización ecologista Greenpeace, por ejemplo, en su informe *Renovables 2050*, demanda negociar nuevos y profundos objetivos de reducción de emisiones para el segundo período de compromiso del Protocolo de Kioto (2013-2017), y elevarlos para el tercer período de compromiso (2018-2022), a un mínimo del 30% de reducción global. En agosto de 2007 los países industrializados firmantes del Protocolo de Kioto acordaron reducir de aquí al año 2020 las emisiones de gases de efecto invernadero entre el 25 y el 40% con respecto al año 1990. La postura, que supone incrementar en 8 veces el actual 5%, fue parcialmente ratificada a finales de 2007 en la Cumbre de Bali, ya que tras una férrea oposición de EEUU, finalmente doblegada, el acuerdo fue “reducir” los gases de efecto invernadero y sustituir el Protocolo de Kioto a partir de 2012. Este “Kioto II”, en el que se espera alcanzar un acuerdo de reducción de entre el 25 y el 40 %, se debatirá en diciembre de 2009 en Copenhague. Es una fecha clave ya que se podría alcanzar un **pacto mundial** histórico.

En la segunda edición de Expo CO<sub>2</sub>, “Estrategias Públicas y Privadas, 2008-2012”, celebrado en abril de 2007 en Barcelona, quedó bien claro que las expectativas de Kioto únicamente se cumplirán si se incluyen las emisiones de más sectores (Kioto Plus), como la aviación o el transporte marítimo, así como las de los sectores difusos, como la vivienda, y no sólo de los actualmente regulados por el comercio de emisiones (siderurgia, cementera, energética, etc.). Esta ampliación debe producirse, además, tanto en los países ya desarrollados, como en los emergentes, tales como China o India. Los expertos abogaron por objetivos mucho más ambiciosos en la reducción de emisiones después de 2012. Apremiados por el ritmo del cambio climático (más rápido de lo previsto), creen que las medidas a adoptar deben ser también rápidas e intensas. Esa será la tónica de los próximos años.

Comprobaremos en los sucesivos capítulos que la huella ecológica no sólo permite incorporar al Protocolo de Kioto esos sectores difusos, sino también todo sector, actividad, organización o comunidad que sea capaz de contabilizar su consumo de recursos.

### 1.2.2. Conceptos, causas y efectos

Hace más de un siglo que se conoce el efecto invernadero por el cual la Tierra mantiene su temperatura en equilibrio mediante una delicada relación entre la

energía solar entrante que absorbe (radiación de onda corta), y la energía infrarroja saliente que emite (radiación de onda larga), parte de la cual escapa al espacio. Los gases de efecto invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono  $-\text{CO}_2-$ , metano  $-\text{CH}_4-$ , óxido nitroso  $-\text{NO}_2-$ , hidrofluorocarbonados  $-\text{HFC}-$ , perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre  $-\text{SF}_6-$ ), dejan pasar la radiación solar a través de la atmósfera de la Tierra casi sin obstáculo, pero absorben la radiación infrarroja de la superficie de la Tierra e irradian parte de la misma nuevamente hacia la Tierra, aproximadamente  $33\text{ }^\circ\text{C}$  más caliente de lo que sería sin ella, permitiendo así la posibilidad de vida.

Desde la Revolución industrial, la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera (el principal gas de efecto invernadero, al cual contribuye en un 64%), ha ido aumentando de forma significativa (un 30% más que en 1975), como consecuencia de la combustión de derivados del petróleo y de la reducción de la masa forestal, dando lugar a un incremento de este efecto invernadero, conocido como “calentamiento” de la Tierra.

Se estima que en el contexto mundial se emiten alrededor de 24 000 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$ , encabezando la lista se hallan los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con un 52% del total, seguidos de la antigua URSS con un 14%, y China con el 13%. Estados Unidos emite alrededor de 5 500 millones de toneladas, lo que supone casi una cuarta parte del total mundial. En América Latina destaca México, con unos 360 millones de toneladas y un 1% de las emisiones mundiales.

Según datos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC, 2001), la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera aumentó de 280 ppm en 1750 a 367 ppm en 1999, con un 31% de incremento. Para el año 2100 dicha concentración podría llegar hasta los 540 a 970 ppm. En el mismo período, el metano ( $\text{CH}_4$ ), con un potencial de calentamiento mucho mayor que el del  $\text{CO}_2$ , aumentó en un 150%, mientras que el  $\text{NO}_2$ , con un potencial de calentamiento mayor que el del metano, aumentó en un 16%.

Desde 1900 las temperaturas han subido entre  $0,3$  y  $0,7\text{ }^\circ\text{C}$  en Europa y en el mundo. Los modelos climáticos predicen un incremento de la temperatura entre  $2$  y  $4\text{ }^\circ\text{C}$  con respecto a 1990 para 2100. Para que las concentraciones mundiales de  $\text{CO}_2$  lograrán estabilizarse en el 2100 al nivel de 1990, sería preciso una reducción inmediata de sus emisiones mundiales entre un 50 y un 70%. Y es que en apenas un siglo estamos devolviendo a la atmósfera todo el carbono acumulado durante millones y millones de años, y sus sumideros, como ya adelantara el Club de Roma, se han sobrepasado. Estamos ante el mayor cambio climático de los últimos 10 000 años.

Los efectos del cambio climático, producido por el calentamiento de la Tierra, serán supuestamente los siguientes:

- Incremento del aumento del nivel del mar (en los últimos 100 años ya ha subido entre 10 y 25 cm). Se prevé que para 2050 puedan subir 20 cm más y otros 50 para 2100. Pérdida de tierras y humedales.
- Deshielo de glaciares y casquetes polares.
- Modificación del régimen de lluvias con cambios bruscos entre sequías e inundaciones. Aumento de temporales, tormentas y huracanes tropicales.
- Temperaturas extremas máximas, con incremento de la frecuencia de las olas de calor y frío.
- Aumento de las plagas y enfermedades tropicales.
- Daños en ecosistemas y agricultura por la imposibilidad de adaptarse con rapidez a los cambios de temperatura.
- Aumento de la mortalidad por estrés de calor y enfermedades provocadas por insectos tropicales.
- Aumento de la contaminación atmosférica en las ciudades.

Según la Estrategia sobre Medio Ambiente y Salud de la Comisión Europea de junio de 2003, el 20% de las enfermedades en los países industrializados se deben a factores ambientales. Se ha demostrado que el aumento de las temperaturas del planeta incide significativamente en la proliferación de enfermedades alérgicas, de transmisión hídrica, alimentarias o infecciones.

Según ponencia presentada por el Dr. Jiménez, profesor de la Universidad Autónoma de Madrid, en la Conferencia sobre el Cambio Climático y Salud, organizada por la Fundación Fungesma, las olas de calor serán cada vez más frecuentes en los próximos años, y se traducirán en un aumento de la morbi-mortalidad, que afectará especialmente a mayores de 65 años, en zonas o países menos acostumbrados al calor. Por el contrario, las olas de frío tendrán más eco en lugares con inviernos más templados. Según trabajos publicados, el incremento de la tasa de mortalidad relacionada con el calor fue de entre 5,4 y 6 x 100 000 habitantes, en el período comprendido entre 1980 y 1998, y se prevé que sea de entre 5,8 y 15,1 para el horizonte 2020 y de 7,3 a 35,6 para 2050.

Otros efectos indirectos son los de índole económica, pues la aplicación del Protocolo de Kioto conlleva problemas competitivos que inducen a algunas grandes empresas a la deslocalización o traslado a países no afectados por Kioto, si bien tal deslocalización no sólo puede ser beneficiosa, a escala global, sino necesaria, debido al gran apoyo que supondría para los países en vías de desarrollo.

El demoledor Informe Stern, presentado en 2006 por el Gobierno Británico, afirmaba que de no invertir ahora el 1% del PIB mundial en combatir el cambio

climático, nos puede costar hasta un 20% del mismo (más que lo que costó la Primera o la Segunda Guerra Mundial), en un plazo más reducido de lo que creemos. Publicaciones como las del ex-vicepresidente estadounidense Al Gore (“Una verdad incómoda”) sobre las consecuencias del calentamiento global, demuestran que, finalmente, a los políticos no les ha quedado más remedio que interesarse por el medio ambiente y por los quebraderos de cabeza que va a generarles en el futuro.

### 1.2.3. Mecanismos flexibles

El Protocolo de Kioto prevé la existencia de mecanismos de flexibilidad para ayudar a los países que lo han firmado a cumplir con sus compromisos a través de la compra y venta de derechos de emisión. Los mecanismos desarrollados son los siguientes:

- Comercio de derechos de emisión entre países industrializados del Anexo I. Permite comercializar los derechos de emisiones entre países industrializados del Anexo I del Protocolo. Los países que no lleguen a emitir tanto como se les permite, pueden ceder la parte de cuota no utilizada a otros y viceversa.
- Proyectos de Actuación Conjunta (AC). Pensados para que los países industrializados (Anexo I del Protocolo), materialicen proyectos también en países industrializados para compensar así sus emisiones de CO<sub>2</sub>, con lo que ahorran en los proyectos ejecutados en otros países.
- Proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) o Proyectos Limpios. Elaborados para que los países industrializados (Anexo I del Protocolo), ejecuten sus proyectos en países en vías de desarrollo (no pertenecientes al Anexo I) y, de esta forma, pueden compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> a través del ahorro que producen dichos proyectos en los países en vías de desarrollo.

Creemos que los Mecanismos de Desarrollo Limpio pueden ser uno de los principales instrumentos existentes para la sostenibilidad global, debido a su capacidad para conjugar los tres pilares del desarrollo sostenible: el económico, debido a la obtención de derechos de emisión de CO<sub>2</sub>, además de los beneficios derivados de la actividad inversora; el ambiental, pues todos los MDL están dirigidos a la obtención de energías limpias o a la conservación de masas forestales; y el social, ya que deben aplicarse en países en desarrollo, con la consiguiente aportación de inversiones, traslado de tecnología o conocimientos, y creación de empleo.

Los Mecanismo de Aplicación Conjunta y el Mecanismo de Desarrollo Limpio suponen inversiones en países en desarrollo y de economías en transición que, o bien reducen las emisiones de gases con efecto invernadero o bien incrementan la

absorción de los mismos por los sumideros, y ello gracias a transferencias de tecnología limpias, que además, colaboran al desarrollo sostenible de los países huéspedes.

Como ya dijimos, las emisiones permitidas a España podrían llegar a ser mayores del 15% tolerado, si le sumamos el 2% que se podría recuperar por sumideros y otro porcentaje que se puede obtener mediante créditos (procedentes, principalmente, de Mecanismos de Desarrollo Limpio frente a otras opciones de compra). Así, en el primer período de asignación se estableció que el volumen total de créditos necesarios ascendía a unos 100 millones de toneladas, es decir el 7% de las emisiones del año base. Esto permitiría elevar ese 15% hasta un 24% sobre el año base.

Aprovechando la posibilidad de utilizar los mencionados mecanismos flexibles, el Ministerio de Economía y Hacienda canalizó recursos para cubrir 60 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> mediante la participación en los Fondos de Carbono en instituciones financieras multilaterales. De este modo, se cubría el 60% de lo previsto en el primer Plan Nacional de Asignación para la utilización de los mecanismos flexibles.

Estos Fondos se dirigen a financiar la compra de emisiones de proyectos que contribuyan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en países en vías de desarrollo y en economías en transición, a través de Mecanismos de Desarrollo Limpio y de Aplicación Conjunta.

Los Fondos de Carbono pueden ser de origen público o privado, o ambos, de participación exclusiva o multiparticipados.

España, como la mayoría de los países desarrollados signatarios del Protocolo de Kioto, con obligación de reducir y limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero, participa y ha constituido Fondos específicos para la adquisición de derechos de emisiones. Como participante de estos Fondos, España obtendrá las ganancias en términos de Reducciones de Emisiones conseguidas con estos proyectos una vez verificadas y certificadas de acuerdo con el Protocolo.

Los Fondos de Carbono en los que participa España (participación pública), son:

- Fondo de Carbono para Desarrollo Comunitario (CDCF). España ha realizado una aportación de 20 millones de euros a este Fondo, gestionado por el Banco Mundial, a través del cual España conseguirá 4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Este Fondo cuenta en la actualidad con 128,6 millones de dólares, aportados por participantes del sector público y privado, siendo España el principal donante. Sus recursos se destinan a proyectos de pequeña escala que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en las áreas rurales de los países de menores ingresos.
- Fondo BioCarbono. La participación española en este Fondo, también gestionado por el Banco Mundial y al que también se han incorporado diversos

donantes del sector público y privado, asciende a 10 millones de euros, por el que se pretende conseguir 2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a partir de proyectos que capturan o reducen gases de efecto invernadero en ecosistemas forestales y agrícolas. Actualmente, el Fondo cuenta con contribuciones por valor de casi 44 millones de dólares, siendo también en este caso la contribución española la más elevada por el momento. Estos dos Fondos son multi-donantes (varios países) mientras que los que siguen son españoles.

- El Fondo Español de Carbono (FEC). La canalización de recursos más importante se ha destinado a la creación del Fondo Español de Carbono, con 170 millones de euros. El Banco Mundial gestionará este Fondo en nombre de España, identificando proyectos durante el período 2005-2015 que permitan conseguir 34 millones de toneladas de derechos de emisiones de CO<sub>2</sub>. El Fondo está diseñado para permitir la participación del sector privado, que podrá efectuar contribuciones para lograr derechos de emisiones de 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> adicionales. Teniendo en cuenta las prioridades señaladas por el Gobierno Español, el Fondo de Carbono centrará sus actividades en los siguientes ámbitos:
  - Este y Sudeste de Asia y Europa del Este.
  - Tecnología: se dará prioridad a los proyectos centrados en energías renovables, eficiencia energética y manejo de residuos sólidos, aunque los proyectos de gases HFC-23 y NO<sub>2</sub> también serán considerados.
  - Tamaño medio de proyecto: el tamaño “objetivo” de los proyectos es obtener de 1 a 2 millones de toneladas de reducción de emisiones para el año 2012.
  - Número de proyectos: será de un mínimo de 20 y un máximo de 34.
- La Iniciativa Iberoamericana de Carbono (IIC). El Ministerio de Economía y Hacienda y la Corporación Andina de Fomento (CAF) han firmado recientemente un acuerdo por el cual se pone en marcha la denominada Iniciativa Iberoamericana de Carbono. Mediante esta IIC, la CAF gestionará los 47,43 millones de euros aportados por España para la compra, en nombre del Gobierno Español, de 9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a través de la participación de proyectos que generen Reducciones de Emisiones durante el período 2005-2012. La cartera de proyectos de la IIC se focalizará en América Latina y el Caribe y prestará especial atención a los sectores de energías renovables y de eficiencia energética. Se están manteniendo conversaciones con otras instituciones con el objetivo de completar un total de 11 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Con la aprobación del Segundo Plan Nacional de Asignación de Emisiones, analizados los resultados de emisiones obtenidas en los años previos, fue necesario elevar los créditos de emisiones, estimados en 100 millones de toneladas, a 289,4 millones de toneladas, es decir un 20% de las emisiones del año base, lo que obliga a nuevas iniciativas e inversiones.

### 1.2.4. El Plan Nacional de Asignación de Emisiones

El Segundo Plan Nacional de Asignación español en el marco del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, y el primero que se aplicará coincidiendo con el período de compromiso 2008-2012 del Protocolo de Kioto, fue aprobado por el Consejo de Ministros a finales de 2006.

Este Segundo Plan ayudará a reducir las emisiones de la industria, las cuales representan el 45% del inventario nacional, al tiempo que preserva la competitividad y el empleo de la economía española.

El nuevo Plan Nacional de Asignación supone una reducción anual del 16% respecto a la asignación del Plan 2005-2007 y del 20% respecto a las emisiones producidas por la industria en 2005. Se reduce la asignación a las empresas de derechos de emisión hasta 152,7 millones de toneladas/año frente a los 182,2 millones de toneladas/año del período 2005-2007. Asimismo, se mantiene el reparto del esfuerzo de reducción del Primer Plan entre los sectores sujetos y no sujetos a la Directiva Europea.

Con este Plan se pretende que las emisiones anuales de gases de efecto invernadero en España no superen, en el período 2008-2012, en más de un 37% las del año base. Esta cifra total se alcanza a través de la suma del 15% de incremento permitido por el Protocolo de Kioto (año base, 1990), de un 2% adicional a través de la absorción por los sumideros y de la adecuación del equivalente a un 20% en créditos de carbono procedente de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto.

En cuanto a la distribución de los derechos entre los distintos sectores, se ha tenido en cuenta tanto la capacidad tecnológica y el potencial de reducción de cada sector, como el distinto grado de exposición a la competencia internacional. En la asignación a los sectores industriales se parte de la intensidad de emisiones por unidad de productos en 2005, y se introduce un esfuerzo adicional de mejora de eficiencia, lo que se traduce en una asignación anual de 73,64 millones de toneladas de derechos de emisión.

En relación con el sector de generación eléctrica, se toma como referencia el factor de emisión de la mejor tecnología disponible de cada tecnología de generación,

corregida con un factor de ajuste. Este criterio conduce a una asignación de 54,053 millones de toneladas de derechos de emisión en media anual, cifra sensiblemente inferior a la asignada en el período 2005-2007 (85,4 millones de toneladas/año), a las emisiones proyectadas para el período e, incluso, a las emisiones reales del sector en el año base.

Junto con el Plan Nacional de Asignación, el Gobierno pretende abordar no sólo los sectores afectados por la normativa comunitaria, sino además los sectores restantes, en particular los llamados “difusos” (transporte, residencial-comercial-institucional, agrario, residuos y gases fluorados), los cuales representan un 55 % de los gases de efecto invernadero. Para ello, se han comenzado a adoptar medidas que darán su fruto a medio y largo plazo.

Entre ellas destacan el Plan de Energías Renovables 2005-2012, el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012, la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia 2007-2012-2020, el Código Técnico de la Edificación o el Sistema de Compromisos Voluntarios de Reducción de Emisiones de GEI.

Algunas de las herramientas creadas para alcanzar los objetivos propuestos son la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y, dentro de ésta, la Dirección General de Cambio Climático, así como el Observatorio de la Sostenibilidad en España o una nueva Comisión Delegada para el Cambio Climático. Además, para garantizar el éxito de este Plan, las Comunidades Autónomas han de asumir un papel destacado, adoptando planes de lucha contra el cambio climático en sus territorios. El marco adecuado en el que desarrollar este esfuerzo compartido es la Estrategia Española de Cambio Climático.

## **1.3. Desarrollo sostenible**

### **1.3.1. Los principios de la sostenibilidad**

A estas alturas ya se ha hablado tanto de desarrollo sostenible que únicamente vamos a repasar la cronología resumida de la historia de la sostenibilidad (brevemente tratada en el apartado anterior), para, sin más preámbulos, pasar a los principios que rigen esta idea.

- 1938. George Callendar registra los primeros indicios del incremento del CO<sub>2</sub> en la Tierra.
- 1950-59. Inicio de la observación sistemática global (satélites).
- 1965-70. Programa Mundial de Investigación Atmosférica (GARP).

- 1972. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano y creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-PNUMA).
- 1972. Programa Mundial sobre el Clima (WCP-PMC).
- 1979. Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.
- 1983. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD).
- 1985. Conferencia Científica en Villach y Bellagio y Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono.
- 1987. Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP). Informe Nuestro futuro común de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, también conocido como Informe Brundtland, donde se popularizó la denominación “desarrollo sostenible”.
- 1988. Creación del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
- 1990. Conferencia Europea sobre el Desarrollo Sostenible, Primer Informe de Evaluación del IPCC y Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima.
- 1992. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y creación de la Comisión Nacional del Clima, Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. Declaración de Río, por la que se fija una alianza mundial y equitativa para proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial, teniendo presente la naturaleza interdependiente de la Tierra. Quizás el principal hito ambiental de la historia reciente del hombre.
- 1994. Entrada en vigor de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas.
- 1995. Primera Conferencia de las Partes (CMCC) y Mandato de Berlín.
- 1996. Segundo Informe de Evaluación del IPCC y creación del Ministerio de Medio Ambiente.
- 1997. Tercera Conferencia de las Partes (CMCC) y Protocolo de Kioto.
- 1998. Cuarta Conferencia de las Partes (CMCC) y Plan de Acción de Buenos Aires. Creación del Consejo Nacional del Clima.
- 2000-01. Sexta Conferencia de las Partes (CMCC) y Acuerdos de Bonn.
- 2001. Séptima Conferencia de las Partes (CMCC) y Acuerdos de Marrakech. Tercer Informe de Evaluación del IPCC. Creación de la Oficina Española del Cambio Climático.
- 2002. Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo.

- 2004. Décima Conferencia de las Partes (CMCC) y ratificación de Rusia, permitiendo la entrada en vigor del Protocolo de Kioto.
- 2005. Entrada en vigor del Protocolo de Kioto para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- 2007. Cuarto informe de evaluación del IPCC.
- 2007. Conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático en Bali (Indonesia). Se marca el proceso de negociación (hoja de ruta) que deberá finalizar en 2009 para un acuerdo internacional sobre cambio climático a partir de 2012.
- 2008. 14.<sup>a</sup> Conferencia de Cambio Climático de la ONU, celebrada del 1 al 12 de diciembre de 2008 en Poznan (Polonia). Acuerdo para negociar en 2009 un objetivo de reducción de entre un 25% y un 40% en 2020 para los países industrializados, así como una reducción en el aumento de emisiones previsto para los países pobres entre un 15% y un 30%.
- 2009. Cumbre de Copenhague. Año previsto para alcanzar un acuerdo mundial para el período posterior a Kioto.

Los principios básicos que rigen el concepto de “desarrollo sostenible”, son los siguientes:

- Principio de sostenibilidad: a raíz del Informe Brundtland, el desarrollo sostenible se define como el tipo de desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin poner en peligro las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras.
- Principio de equidad: principio según el cual cada persona tiene derecho, aunque no la obligación, a hacer uso de la misma cantidad de espacio ambiental (energía, materias primas no renovables, terreno agrícola, bosques, capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>, etc.).
- Principio de precaución: según el cual se establece la conveniencia de tomar medidas antes de tener la seguridad de que se van a producir determinados efectos, debido a la gravedad y alta probabilidad de éstos.
- Principio de responsabilidad diferenciada: principio según el cual las obligaciones que un país debe asumir se establecerán de acuerdo con su responsabilidad en el problema y su grado de desarrollo.
- Principio de “quien contamina, paga”: principio según el cual los causantes de perjuicios o de un atentado al medio ambiente deben responder económicamente de las medidas para su corrección.

### 1.3.2. Los recursos naturales

Todo lo que vamos a tratar en esta obra, con respecto al medio ambiente, se refiere al uso eficiente y racional de los recursos naturales. Debemos conocer, entonces, la definición de recursos naturales según la primera Estrategia Temática para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales de la Comisión de las Comunidades Europeas (COM 2003/572 final; Bruselas 1-10-2003), conocida simplemente como Estrategia de los Recursos. Existen cuatro grandes grupos de recursos:

- **Materias primas:** como los minerales (incluidos los combustibles fósiles, por ejemplo, el petróleo y los minerales metálicos), y la biomasa. Estos recursos se subdividen, a su vez, en dos subgrupos: a) Los recursos no renovables, como el petróleo, el carbón, los minerales metálicos y otros minerales (por ejemplo, el yeso y el caolín), los cuales no pueden reponerse en un plazo humano previsible; sus reservas son finitas y se están reduciendo a consecuencia de las actividades humanas; b) Los recursos renovables, como la biomasa, la cual se puede reponer en un plazo humano previsible; se incluyen aquí los recursos rápidamente renovables, tales como los cultivos agrícolas; no obstante, estos recursos biológicos pueden agotarse si se explotan en exceso, lo que constituye una grave amenaza, en particular para determinadas especies marinas comerciales.
- **Medios naturales:** como el aire, el agua y el suelo. Estos recursos son el sostén de la vida y generan recursos biológicos. En comparación con las anteriores, la pérdida de su calidad es la que causa preocupación. No se trata de saber la cantidad de recursos existentes, sino el estado en que se encuentran. Por ejemplo, las cantidades totales de aire y agua disponibles en la Tierra no varían en un plazo humano previsible, pero debido a la contaminación, su calidad es, a menudo, insuficiente. Además, la diversidad biológica de los recursos ambientales es de una importancia vital.
- **Recursos de flujo:** aquí se incluyen la energía eólica, geotérmica, mareomotriz y solar. Estos recursos no pueden agotarse, pero requieren de otros recursos para su explotación, como ciertos materiales, energía y espacio para construir turbinas eólicas o células solares.
- **Espacio:** ya que resulta evidente la necesidad de un espacio físico para producir o mantener todos los recursos mencionados. Cabe señalar, por ejemplo, la utilización de superficie y volumen para asentamientos humanos, edificios, infraestructuras, industria, minería, agricultura o silvicultura.

### 1.3.3. ¿Escasean ya los recursos?

La Estrategia de los Recursos recoge brevemente el estado actual de los recursos no renovables y renovables. Aunque algunos combustibles todavía son abundantes, e incluso aumentan gracias a los nuevos hallazgos, cada vez se tiene más conciencia de que son finitos.

Las reservas de carbón, por ejemplo, podrían mantenerse durante 200 años si mantenemos el actual ritmo de consumo. Es más, se espera que el consumo disminuya del orden de un 1,7% anual, debido a la presión ejercida por el Protocolo de Kioto (ya que el carbón es uno de los combustibles más contaminantes). Pero, pese a que tiende a abandonarse en los países desarrollados, existe una fuerte expansión en China o India. Para algunos, el mercado permanece competitivo y estable.

El consumo de petróleo supone el 40% de la energía que se consume en el mundo, con un crecimiento anual de casi un 2% y unas reservas registradas de 1,1 billones de barriles, lo cual equivale a unos 40 años de consumo. Aunque en los últimos años el aumento de las reservas demostradas ha sido superior al consumo, y a pesar de que las previsiones de nuevos yacimientos podrían suponer otros 2,1 billones de barriles, los problemas de suministro podrían comenzar (en caso de que estos yacimientos no se encuentren), a partir de la segunda mitad del siglo XXI. Y si se descubren, no se cree que las reservas se prolonguen más allá de 100 años.

Se prevé que el consumo de gas natural se incremente hasta un 2,7% anual hasta el año 2020, debido, sobre todo, a la fuerte expansión de los ciclos combinados en el sector eléctrico. Este recurso es menos contaminante que el petróleo, pero presenta el inconveniente de las costosas infraestructuras de transporte y de la distancia que suele haber entre el origen y el destino; su mercado es inestable, dependiendo de los precios del petróleo.

La energía nuclear supone el 16% de la electricidad mundial y el 25% en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Su crecimiento, no obstante, se encuentra paralizado debido al riesgo inherente a su producción y al problema de los residuos radiactivos (“efecto Chernobil”). Con la producción actual existen reservas para unos 80 ó 100 años, aunque hay quien alarga la vida de la energía nuclear hasta los 200 años. Entre los problemas figuran también los altos costes de inversión y su poca competitividad. Sin embargo, para muchos, es la energía más beneficiosa para el cambio climático, pues no emite CO<sub>2</sub>, motivo por el cual algunos países todavía apuestan por ella, como, por ejemplo, Francia.

Las reservas de metales también equivalen a varias décadas de producción, especialmente teniendo en cuenta que las reservas demostradas son sólo una parte de las reservas reales aún no descubiertas: las reservas de plata son de 16 años; las

de níquel y estaño, entre 40 y 50; las de plomo, cobre y cinc, entre 20 y 30; y las de hierro, de unos 130 años.

Todo esto no significa que ya no debamos preocuparnos, simplemente ha crecido la sensibilidad ante la idea de que los recursos son finitos. Además, el hecho de que las reservas no disminuyan se debe a la mejora de la eficacia (mejor aprovechamiento que antes) y al reciclado (cada tonelada de aluminio reciclado, por ejemplo, ahorra muchas toneladas de bauxita). En cualquier caso, la dependencia de Europa de las energías convencionales sigue aumentando, y se estima que en 20 ó 30 años superará el 70%.

Respecto a los recursos renovables, se observan tendencias negativas en cuanto a los recursos pesqueros (a causa de la sobrepesca), y al agua dulce (a causa de la contaminación por herbicidas, pesticidas y otros), y tendencias positivas en lo referente a la madera, ya que la tala en la Unión Europea supone solamente el 50% del incremento neto anual (las reservas, por tanto, aumentan). Por último, aunque la biomasa total no disminuya, es altamente preocupante la pérdida de hábitats y biodiversidad.

### 1.3.4. Productividad de los recursos

La rentabilidad o productividad de los recursos puede definirse como la eficacia con la que empleamos energía y materiales en toda la economía, es decir, el valor añadido por unidad de recurso utilizado. Esto significa que la productividad de los recursos se define de forma análoga a la productividad laboral: el valor añadido por unidad de recurso humano.

Una manera de medir la productividad de los recursos a escala nacional es dividiendo la actividad económica de un país (expresada en PIB) por el uso total de energía (en toneladas equivalentes de petróleo o tep) o el uso total de materiales (toneladas). También es válida la operación inversa, es decir, el uso de energía por la actividad económica (intensidad energética de la economía). Si la intensidad de la energía, o materia, disminuye, se produce una desmaterialización.

### 1.3.5. Disociación economía-recursos

La disociación es uno de los objetivos de la primera Estrategia de los Recursos. Parece obvio que el crecimiento económico de un país va de la mano del incremento del consumo de recursos naturales (por ejemplo, consumirá más carbón, más petróleo, más madera, más minerales y materias primas, etc.). Tal situación es propia de las naciones que están comenzando a desarrollarse y, así, por ejemplo, resulta característico de los países emergentes.

Sin embargo, en los países que ya han alcanzado altas cotas de desarrollo es posible disociar el crecimiento económico del incremento del consumo de materiales. Es decir, se puede continuar creciendo sin aumentar el consumo, es más, disminuyéndolo. Es lo que se conoce también como ecoeficiencia.

Para que Europa siga creciendo económicamente, resulta necesario un índice de crecimiento del 3% del PIB, lo cual implica que deberíamos reducir el consumo de recursos al mismo ritmo (3%). Cuando esto se produce, se dice que existe una disociación absoluta (la economía crece, mientras el total de los recursos consumidos se mantiene estable o incluso disminuye).

Cuando reducimos el consumo de recursos a un ritmo inferior al del crecimiento de la economía (por ejemplo, a un 2%), se dice que la disociación es relativa. En este caso, la productividad de los recursos mejora, pero no al ritmo suficiente, motivo por el cual la protección de los recursos no puede depender exclusivamente de la productividad.

### **1.3.6. Tendencias europeas detectadas en el uso de recursos**

Según datos de Eurostat de 2002, relativos a la Unión Europea de los 15, el consumo de materiales en el año 2000 fue de 5 900 millones de toneladas, de los que el 50% fueron minerales, el 26% biomasa y el 24% combustibles fósiles.

En 20 años (de 1980 a 2000), el incremento de materiales fue únicamente del 3%, mostrando una fuerte disociación (relativa) entre crecimiento económico y uso de materiales. El consumo total por habitante se ha mantenido, prácticamente sin cambios durante estos 20 años, alrededor de 16 toneladas anuales<sup>5</sup>. En definitiva, el rendimiento de los materiales ha subido un 52%, es decir, se genera más de un 50% más de valor por kilogramo de material que en 1980 (aunque puede haber otros impactos, como el vertido de metales pesados, emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.).

En cuanto al consumo de energía, en los próximos 30 años se prevé un aumento de un 30% para los países de la OCDE, y un 70% para el mundo en su conjunto. Teniendo en cuenta que la Unión Europea pretende duplicar su economía para el mismo período, parece que la actual disociación relativa continuará. Según cita J. Ramos-Martín (2003), la mayoría de los países desarrollados han experimentado el punto de inflexión, o desmaterialización (energía por dólar de

---

<sup>5</sup> Sin embargo, Harry Lehmann (1999), del Instituto Wuppertal, cita que un alemán consume hasta 80 toneladas de materiales por año, sin contar el agua.

PIB en valor constante de 1995, o intensidad energética), durante la década de los setenta. En España, sin embargo, aún no se ha producido este punto de inflexión, manteniéndose su intensidad energética constante alrededor de los 7 MJ/US95 dólares desde primeros de los ochenta (en los años sesenta era de alrededor de 4,5 MJ/US95 dólares).

Finalmente, el espacio no se utiliza de forma eficaz, pues una vez que se emplea para la edificación o infraestructuras es casi imposible su recuperación. En Europa, las zonas edificadas han aumentado un 20% en los últimos 20 años, es decir, mucho más rápido que la población (6%). Esto se debe a la descentralización de los usos del suelo urbano, la demanda de viviendas de mayores dimensiones, los complejos urbanísticos rurales y el incremento de infraestructuras de transportes. El sellado del suelo conlleva la pérdida de tierra bioproductiva y la fragmentación de espacios naturales en la mayor parte de Europa. La tierra, por tanto, debe considerarse un recurso escaso, debido a un desarrollo poco racional que ya está repercutiendo en la calidad del medio ambiente.

## 1.4. Globalización

Realizadas estas consideraciones preliminares, nos encontramos en condiciones de abordar el concepto de globalización, un término también muy socorrido, pero vago e impreciso.

La globalización, como tantos otros objetos de deseo, causa enorme simpatía o enorme aversión. Intentaremos resumir aquí el motivo de esta polaridad, aunque personalmente me resulta imposible mantenerme imparcial.

Aunque el concepto ha cobrado auge en los últimos años, no es, ni mucho menos, un invento reciente, pues la globalización nació ya en 1944 con los conocidos instrumentos de Bretton Woods (New Hampshire, julio de 1944): el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI) y más tarde el Acuerdo General sobre Tarifas y Comercio (GATT), que más adelante dio lugar a la todopoderosa Organización Mundial de Comercio (WTO). Otros derivados fueron el Acuerdo de Maastricht en Europa (NAFTA) y el Área de Libre Comercio del Acuerdo de las Américas (FTAA).

El dogma central de la actual concepción de la globalización económica, consiste en la fusión e integración de toda la actividad económica de los países del planeta por entero en un único modelo homogeneizado. Se supone que Estados tan distantes y diferentes como Bolivia, India, Kenia, Francia o Rusia comerán las mismas hamburguesas, comprarán las mismas lavadoras, escucharán las mismas cadenas de radio, acudirán a los mismos tipos de comercios y verán las mismas películas. Es

decir, todo el mundo acabará adoptando idénticos gustos, valores y estilos de vida. En este mundo comercializado, se tendería a una mono-cultura global.

El segundo dogma de la globalización es que **debe** darse gran importancia a la obtención de un crecimiento económico cada vez más rápido y sin término, lo cual implica la privatización y mercantilización de la mayor parte de “objetos” que todavía escapaban del libre mercado. Por ejemplo, los recursos genéticos de animales y plantas están siendo incorporados al sistema de mercado y el número de patentes de semillas, variedades, o razas está creciendo a un ritmo desconcertante. El agua dulce es otro bien que pronto se incorporará al sistema de comercio global.

Comprobaremos más adelante que la Tierra en su conjunto, sus selvas, sus lagos, sus mares, sus manglares, sus praderas, han sido valoradas por los modernos economistas ambientales, por lo que ya no dista tanto el día en que un mero paisaje pueda ser comprado y vendido como cualquier otro bien.

No afirmamos, aún, que ello sea negativo, pues la valoración de la naturaleza podría llegar a salvar tal patrimonio en un mundo ya sobresaturado. Por lo tanto, no criticamos la valorización de la naturaleza, sino el uso que se pueda hacer de la subsiguiente mercantilización.

No escapan o escaparán, por supuesto, de esta mercantilización los servicios públicos “de toda la vida”, como pueden ser la educación pública, los servicios sanitarios, policía, seguridad social, prisiones, etc., como tampoco escapará la mercantilización del propio dinero. Gran parte de las actuales transacciones no se aplica a bienes y servicios, sino al capital, y las ideas iniciales de Adam Smith sobre la localización de capital y empresa se han desmoronado ante la enorme movilidad de éstas, capaces de atravesar el globo de parte a parte, de forma instantánea, sin fronteras (lo que puede llegar a provocar ciertas inestabilidades).

Uno de los principios básicos del libre comercio es el énfasis en la producción orientada a las exportaciones, lo cual nos lleva a absurdos como el famoso caso del yogur de fresa, popularizado por el Instituto Wuppertal de Alemania: en un estudio sobre el origen de los ingredientes, se descubrió que las fresas procedían de Polonia, la harina de maíz y de trigo, de Holanda, la mermelada, la remolacha azucarera y el propio yogur, de Alemania, y los envases de plástico y de papel, de otras zonas. Los componentes de un yogur de 150 gramos, consumido en Europa, viajaban unos 2 000 km antes de que ser combinados y embarcados con destino a los consumidores. Mientras que los costos económicos son pagados, en parte, por los contribuyentes (impuestos), este proceder genera enormes costes ambientales, hasta ahora subestimados, que hoy día (con el clima desequilibrado), empiezan a pasar factura. El Informe Stern ya nos ha sugerido lo que tendremos que pagar en breve plazo.

Y, ya que hablamos de absurdos ambientales, ¿qué se podría decir de esa extraña enfermedad, altamente infecciosa, llamada consumismo? Estamos acostumbrándonos, no sólo ya a comprar infinidad de artilugios inútiles, sino a tirar con inusitada rapidez cualquier producto averiado que antes ni se nos pasaba por la imaginación desechar. No hace mucho acudí a una gran superficie a comprar dos pilas y, aunque dispuesto de antemano a comprar el consabido paquete de cuatro (me sobraban dos), tuve que llevarme uno de ocho, al no encontrar otro inferior. El resultado fue que me sobraron seis pilas que, obviamente, se agotaron antes de que pudiera utilizarlas.

Tanto el consumo como la exportación incrementan el transporte de productos y mercancías. Y conforme aumenta el transporte global, se incrementa muy sustancialmente el desarrollo de infraestructuras (carreteras, autopistas, ferrocarril, puentes, campos petrolíferos o de gas, redes de distribución de combustibles, agua, electricidad, etc.), lo cual provoca una afluencia masiva a zonas antes despobladas, destrucción, en algunos casos, de inmensas zonas vírgenes en los países que hasta ahora habían conservado intactos sus recursos naturales (lo único que tenían y que en el futuro puede ser uno de los bienes más preciados), o ultra-urbanización, en los países desarrollados. Este desarrollo es útil y necesario cuando se realiza de forma ordenada y planificada (con respeto al medio ambiente y con concentración de infraestructuras y edificaciones), pero tremendamente dañino cuando se ejecuta de forma indiscriminada.

Más importante aún es el uso de combustibles fósiles, cuyo consumo se ha disparado. Casi el 90% del comercio exterior de la UE, y más del 40% de su comercio interno, se transporta por mar. Una cifra superior a 3 500 millones de toneladas de carga por año y 350 millones de pasajeros pasan por los 1 200 puertos marítimos europeos. El 40% de la flota mundial es europea. Y el combustible más usado es una mezcla de diésel y petróleo de baja calidad (un producto de desecho), con un alto contenido en carbono y azufre. Todos los puertos del mundo proyectan incrementos en su afluencia de tráfico y de comercio marítimo.

Así y todo, debemos sentirnos aliviados, pues cada tonelada de carga aérea (que también aumenta progresivamente, sobre todo por tráfico de personas), utiliza casi 50 veces más energía por kilómetro que los transportes por barco. El consumo durante dos minutos del despegue de un avión, equivale al consumo de 2,5 millones de segadoras domésticas funcionando durante 20 min.

Otra consecuencia del transporte global, y del incremento de la temperatura media que conlleva (efecto invernadero), es el incremento de las pandemias, tanto por la importación y exportación de virus, bacterias, insectos y otros organismos alógenos (es conocida la invasión de algas foráneas en casi todos los puntos del globo, las cuales han provocado considerables desequilibrios ecológicos), como por la

ampliación del área de distribución de diversas especies, como los mosquitos, causantes de diversas enfermedades (malaria, fiebre aftosa, dengue, etc.).

Otra secuela de la globalización es la afección a la agricultura familiar, la cual continúa siendo la principal actividad económica de millones de personas en todo el mundo y la única de muchos más. En la mayoría de los casos, cuando gana lo global, pierde lo local. Es lo mismo que sucedió, por poner un ejemplo, con las pequeñas tiendas de ultramarinos que antes proliferaban en nuestras calles, y que se han ido extinguiendo a medida que se expandían las grandes superficies. Las poderosas corporaciones con sus mensajes mediáticos (“los pequeños productores no son eficientes”; “hay que paliar el hambre en el mundo”), están decantando la balanza, día a día, a favor de las vastas plantaciones, los monocultivos, los fertilizantes o pesticidas a gran escala, las semillas transgénicas y la agricultura industrial, bajo el lema de librar del hambre a la humanidad. Inmensas comunidades de aldeanos y nativos van sucumbiendo poco a poco ante la realidad de este panorama.

Estos nativos, no pierden únicamente sus tierras, vendidas a un precio irrisorio, sino que sus dependencias se multiplican:

1. Los monocultivos y los cultivos de elite (café, algodón, camarón, etc.), empobrecen el consumo local.
2. La extraordinaria variedad genética de los antiguos cultivos se va perdiendo paulatinamente.
3. Los salarios que se les ofrece ni son tan altos ni tan numerosos, debido al elevado grado de mecanización.
4. El suelo se empobrece debido a la excesiva fertilización y al cultivo intensivo.
5. Se quiebra la base de la antigua comunidad local, sus costumbres y su cultura.
6. Se produce una emigración a las nuevas barriadas insalubres, que surgen en torno a las recientes actividades, o a las zonas periféricas de las ciudades.
7. Pérdida de los cultivos tradicionales, ecológicos y artesanos, motivada por las duras exigencias higiénicas y sanitarias de los tratados internacionales (de los que no se libran ni los aldeanos occidentales, pues en Francia, por ejemplo, el *codex alimentarius* de la WTO reglamentaba que algunos quesos ya no podrían venderse en mercados exteriores a menos que estuvieran envasados a presión).

Pero ni los nuevos sistemas son tan eficientes (la eliminación de la contaminación global debida a la industrialización de los cultivos intensivos, por ejemplo, tenemos

que pagarla todos), ni tan seguros (peor calidad alimenticia), ni tan beneficiosos (altercados sociales por todo el mundo). Y lo peor de todo, ¿creemos que es provechoso para la humanidad en su conjunto la continua, y parece que imparabile, concentración de capital, recursos y capacidad de decisión?

Para Víctor Manuel Marí Sáez, autor del libro “Globalización, nuevas tecnologías y comunicación (1999)”, la globalización, última etapa del capitalismo, tiende a capitalizar también los medios de comunicación (el cuarto poder), perdiéndose así el espíritu crítico y vigilante hacia los poderes establecidos. Quizás el ejemplo más representativo sea el del ex-mandatario y magnate italiano Silvio Berlusconi, que acapara un importante poder económico, político y mediático.

Este autor destaca tres mapas en la globalización de las comunicaciones:

1. Según la UNESCO, de los 300 principales medios de comunicación, 273 pertenecían, en los años noventa del siglo pasado, a Estados Unidos, Unión Europea y Japón. En la actualidad, la situación es crítica: prácticamente media docena de empresas dominan el mercado mundial de las comunicaciones: ATT/Liberty Media, Disney, Time Warner, Sony, News Corporation, Viacom, Seagram (todas de Estados Unidos), y Bertelsman (Alemania).
2. Según la ONU, y a pesar de las apariencias, tan sólo acceden a Internet poco más del 10% de la población mundial y con desigualdades abismales. Hay más conexiones a Internet en Manhattan que en toda África. Mientras que el coste de acceso en Estados Unidos es del 1,2% del salario medio, en Nepal es del 278% y en Madagascar del 614%. Existen enormes problemas de infraestructuras básicas para facilitar el acceso a Internet; de hecho, un 50% de la población mundial no ha realizado una llamada telefónica en su vida.
3. Según el Programa de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Humano (PNUD), la desigualdad informativa, como el resto de desigualdades, aumentará debido a la globalización, pues la distancia entre países ricos y pobres era de 11 a 1 en 1913, de 35 a 1 en 1950, de 44 a 1 en 1973, de 72 a 1 en 1992, y de 74 a 1 en 1997. Igualmente, los ingresos de las 500 personas más ricas del planeta equivalen a los ingresos de 2 500 millones de personas (casi el 50% de la humanidad) y los activos de las 15 personas más ricas superan el PIB de toda África Subsahariana.

Merced a la acción de los organismos supra-nacionales de Bretton Woods, y las grandes corporaciones derivadas de ellos, todo va a ser privatizado a medio plazo,

y, en consecuencia, concentrado y monopolizado<sup>6</sup>, motivo por el cual, a pesar de nuestro pesimismo, parece de sentido común buscar soluciones que eviten el desastre social al que estamos abocados.

Y somos pesimistas no por genética sino por cultura, la que proviene del análisis de la situación. Todo consiste en responder a la pregunta: ¿es ya irreversible el proceso emprendido? Al contrario de lo que muchos suponen, dicha irreversibilidad no vendrá de la mano de la ecología global, sino de uno de sus elementos: la sociedad global.

Concluiremos con unas palabras de Francisco Fernández Buey, un activista de los movimientos sociales alternativos, que para muchos resumen, quizás, las tendencias que podemos esperar de una globalización bastante desastrosa:

“El capitalismo postmoderno ha convertido el mundo en una plétora miserable y presenta esto, contra la evidencia, como el mejor de los mundos posibles. El capitalismo postmoderno exalta la violencia en sus medios de comunicación, y luego interviene violentamente para combatir la violencia que él mismo ha inducido. Llama fundamentalismo a la desesperación de los otros y oculta el fundamentalismo propio. De ahí han surgido varios genocidios selectivos y está surgiendo una nueva especie de ‘macartismo’ global. El atentado contra las Torres Gemelas de Nueva York pudo ser el detonante, la explosión del odio concentrado en los siete niveles de la desesperación, que dice John Berger. La infamia de Guantánamo es su símbolo.” (Fernández, 2004).

## 1.5. Los límites del crecimiento

### 1.5.1. Primeros pasos de la historia económica reciente

Muchos grandes ejecutivos y empresarios se mofan de cualquier cosa que suene a críticas contra la globalización, pues les resulta poco serio ir contra la tendencia dominante. Por lo tanto, es hora de introducir algunos elementos biológicos o evolutivos, recordando algo que todo el mundo sabe: en la naturaleza, toda especie que no es capaz de adaptarse a su entorno, se extingue. Pues bien, vamos a ver que

---

<sup>6</sup> De las 100 mayores economías del mundo, 52 corresponden a grandes corporaciones (las economías de Mitsubishi o Ford son mayores que las de Dinamarca, Noruega o Nueva Zelanda). Las 200 mayores corporaciones del mundo suponen el 30% de la economía mundial, pero emplean a menos del 0,5% de la fuerza laboral global (Informe de 1999 del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas).

la globalización del mercado y el excesivo énfasis en la economía, como factor único del crecimiento, conlleva grandes peligros para la supervivencia de la especie humana.

Hay que señalar un hito esencial en la evolución de la sociedad, incluida su evolución económica: la Revolución industrial que surgió en Inglaterra entre la segunda mitad del siglo XVIII y la primera mitad del XIX. Es también la fecha del nacimiento de la ciencia económica tal y como hoy la conocemos, y sienta la base de otros acontecimientos cruciales, como el sistema capitalista moderno.

Los historiadores sintetizan los rasgos fundamentales de la Revolución industrial en cinco factores: espíritu emprendedor, tecnología, capital real (recursos productivos y energéticos), capital financiero (necesario para movilizar los recursos reales y cubrir el fallo de algunos de los restantes factores), y nivel de demanda.

Uno de los principales intérpretes de los grandes cambios que se estaban generando (desarrollo del carbón, la máquina de vapor –minería, textil, ferrocarriles, buques, etc.–, industria petroquímica y motor de combustión interna...), fue el escocés Adam Smith (1725-1790), padre fundador de la moderna ciencia económica y de la escuela clásica. Para Smith el origen de la riqueza proviene del trabajo productivo de la nación, que será más productivo cuanto mayor sea su división, lo que dependerá a su vez de la dimensión del mercado, la cual depende de la libertad de comercio, tanto a nivel interno como externo, lo que exige suprimir los monopolios.

La división del trabajo es, para Smith, la principal fuente de aumento de productividad, a base de especializar a los obreros en las diferentes fases o etapas de un proceso de producción. Para potenciar la división del trabajo era imprescindible el libre comercio, de modo que el intercambio funcionase libremente a nivel internacional, sin trabas aduaneras ni restricciones o limitaciones. Inglaterra impuso, con su imperio, la libre navegación desde mediados del siglo XVIII.

Se califica a Smith como el gran optimista de la economía, pues presagió el paso del rígido mercantilismo británico<sup>7</sup> a un nuevo orden mundial mucho más flexible, más libre, sin trabas laborales, con supresión de vestigios feudales y de intervenciones estatales internas (monopolios). La eliminación de obstáculos abría una era de optimismo

---

<sup>7</sup> Corriente económica pre-clásica, originada a partir del nacimiento de los Estados nacionales en el siglo XV y desarrollada durante los siglos XVI y XVII. Propugnaba el fomento de la agricultura y la manufactura, con el fin de aumentar las exportaciones, al tiempo que se limitaban las importaciones a fin de acumular riqueza como símbolo de poder. Dicho mercantilismo recurrió a estrictas regulaciones comerciales, listas de productos y cantidades prohibidas, altos aranceles, primas a la exportación, etc.

o de confianza en la capacidad creativa del hombre, una especie de crecimiento sin límites, muy factible en un mundo por entonces poco poblado, con largas distancias y con muchas tierras todavía sin explorar. Obviamente, Inglaterra sería la potencia dominante al ir siempre por delante de las sucesivas y posteriores industrias emergentes.

Pero, frente a dicho optimismo, enseguida surgió la corriente contraria: el pesimismo de la escuela clásica, representada, sobre todo, por Thomas Robert Malthus (1766-1843) y David Ricardo (1772-1823).

Robert Malthus generó la célebre Ley de la población, según la cual, la población mundial aumenta en progresión geométrica (crecimiento exponencial), mientras que la producción de alimentos tiende a hacerlo en progresión aritmética (crecimiento lineal). De este modo, a partir de un momento dado, los alimentos no pueden satisfacer las necesidades de la humanidad, siendo necesario promover controles de natalidad a fin de frenar la expansión demográfica.

Malthus inició así una etapa de pesimismo al que se sumó David Ricardo con sus teorías de los costes comparativos, de la renta de la tierra y de los estados estacionarios.

La teoría de los costes comparativos abunda en las ideas de Smith sobre la división del trabajo y el libre comercio, propugnando que los diferentes países tienden a especializarse en la producción de aquellos bienes para los que tienen más ventajas con respecto a otros países, independientemente de cual sea su coste absoluto. Con la teoría de la renta de la tierra, expresó ideas obvias sobre las ventajas de los agricultores con mejores tierras, con menores distancias de venta o con mayor productividad, frente a los agricultores con tierras menos productivas, más distantes de los centros comerciales o con peores técnicas agronómicas (peores semillas, menos fertilización, etc.). El evidente margen de ganancia es lo que aún hoy se conoce como rentas ricardianas.

Finalmente, al reflexionar sobre las previsiones de crecimiento económico, se fijó en la Ley de los rendimientos decrecientes, avanzada años antes por el abad, político y economista francés Turgot (1727-1781), según la cual la productividad, el rendimiento de un factor, no puede aumentar de forma indefinida, aunque se amplíen los otros factores que se le incorporen. Por ejemplo, la producción agrícola que puede proporcionar un terreno alcanza un máximo, pese a que se le siga agregando abono o agua. El carácter limitado de los recursos (ofrecidos por la tierra) obliga a que una mayor producción requiera el aumento de los otros dos factores de producción (capital y trabajo). Esto indica a su vez que para mantener la tasa de beneficio, indispensable para retribuir el capital, habría de comportar, de modo inevitable, una menor retribución del trabajo.

Según David Ricardo, el crecimiento futuro conduciría al aumento de población, con subsistencias limitadas y con reducción de salarios. Estos últimos podrían llegar a situarse al nivel de la mera subsistencia: “Con una población que presiona

sobre los avituallamientos, la única solución hay que verla en reducir la población o en una más rápida acumulación de capital”. Pero, este último se veía amenazado por la disminución de la tasa de ganancia, con lo cual, al frenarse las nuevas inversiones, se llegaría al estado estacionario.

Reforzaba pues los argumentos de Malthus con respecto a la necesidad de frenar el crecimiento demográfico: “Los amigos de la humanidad no pueden sino desear que en todos los países las clases trabajadoras lleguen a apreciar las comodidades y diversiones; y, por lo tanto, deberían ser estimuladas por todos los medios legales a esforzarse para alcanzar ambas cosas. No puede haber mejor garantía contra una población sobreaundante”.

John Stuart Mill (1806-1873), protagonista de la síntesis clásica, también aceptó el concepto del estado estacionario, aunque aportó ideas que hoy podrían calificarse de ecologistas: “Sin duda hay espacio en el mundo, incluso en los países viejos, para un gran aumento de población (...) pero veo muy pocas razones para desearlo. La densidad de población necesaria para permitir a la humanidad obtener, en el más alto grado, todas las ventajas, tanto de la cooperación como del intercambio social, se ha alcanzado ya en los países más populosos. Una población puede resultar excesiva aunque esté ampliamente alimentada y vestida. Sería un ideal muy pobre un mundo del cual se extirpara la soledad, en el sentido de estar solo con frecuencia y contemplar la naturaleza”.

Ramón Tamames, como otros autores que piensan que estamos ante las observaciones más importantes de la ciencia económica, opina que nadie puede poner en duda tales insinuaciones, afirmando que: “En efecto, el consumismo es un freno poderoso de la natalidad y un incentivo de la tecnología para alejar la disminución de los rendimientos y de la tasa de ganancia. En tales condiciones, el estado estacionario podría alejarse por mucho tiempo”.

Y añade, refiriéndose a los tiempos actuales: “En suma, alta natalidad, baja mortalidad y alargamiento de la esperanza de vida, todo ello conduce a la explosión demográfica y a mantenerla. La primera Ley de Malthus planea aún sobre nosotros (la Ley de la población), pero la que podríamos llamar segunda Ley, es ya evidente: el fuerte peso demográfico actual hace del todo imposible que la naturaleza tenga, en sus diferentes sistemas, capacidad para compensar tanta agresión humana como recibe. Por ello, si la primera Ley se frenó por el *Homo tecnologicus*, para contrarrestar a la segunda hará falta el *Homo ecologicus*”. (Tamames, 1992).

Efectivamente, estamos ante las primeras observaciones de lo que debería ser un crecimiento sostenible, aunque, en nuestra opinión, tanto el modo de consumir como el actual modelo capitalista, puede y debe mejorar y evolucionar, tal y como veremos en el Capítulo 6, al hablar del modelo socio-capitalista y el nuevo concepto de huella social.

### 1.5.2. Año 2050 o el fin de la historia

Con estos precedentes, el informe solicitado por el Club de Roma sobre “Los límites al crecimiento”<sup>8</sup>, publicado en 1972 por Donella Meadows, marcó un hito importante pues, como en todas las ciencias, supuso un retorno a la sabiduría de los antiguos fisiócratas pre-smithsonianos (los verdaderos economistas, según ellos), del siglo XVIII. La fisiocracia preconizaba la importancia crucial de la naturaleza (la agricultura, fundamentalmente) en la economía y el origen último de cualquier clase de riqueza<sup>9</sup>.

La conclusión del informe fue clara: no se puede crecer sin el concurso de la naturaleza.

El origen de “Los límites al crecimiento” hay que buscarlo en los estudios previos de Jay Forrester quien, basándose en el análisis de sistemas, emprendió el primer intento explicativo del funcionamiento del mundo con el modelo World-2, en el cual relacionó cinco subsistemas: la población, la inversión de capital, el espacio geográfico, los recursos naturales, la contaminación y la producción de alimentos.

El aumento de población hace aumentar el proceso de industrialización y, a su vez, una agricultura más productivista, tendente a satisfacer las necesidades alimenticias. A su vez, esa mayor cantidad de alimentos permite el crecimiento demográfico.

Si embargo, esta expansión tenderá a un crecimiento cero, ya que la tierra y los recursos naturales se harán más escasos, y el poder de regeneración del planeta y su capacidad para absorber los residuos se resentirá gradualmente.

Para la confección del nuevo estudio, se mejoró dicho programa, creando el World-3, con nuevas ecuaciones y con una estimación más empírica de los parámetros. El resultado fue demoledor: en caso de mantenerse el actual ritmo de crecimiento, el riesgo de colapso económico a partir del año 2000 sería inevitable.

Las gráficas mostraban con toda claridad cómo, alrededor del año 2050, los recursos descenderían a límites nunca vistos (descenso iniciado sobre mediados del siglo XX). Los alimentos disminuirían drásticamente a partir del año 2000, al igual que la producción industrial. La población y la contaminación continuarían aumentando hasta el año 2050 aproximadamente, a partir del cual comenzaría su disminución.

El resto es pura teoría ecológica: al incrementarse la población y disminuir el alimento, la mortandad subiría gradualmente hasta llegar a un nuevo equilibrio

---

<sup>8</sup> Solicitado al *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

<sup>9</sup> Podemos considerar a los antiguos fisiócratas como los primeros economistas ambientalistas y los padres recientes del moderno concepto de “desarrollo sostenible”.

ecológico. La situación se tornaría especialmente grave en sus comienzos, tanto por el contraste del tránsito (de la sociedad de la opulencia a la de las penurias), como por la carencia de todo tipo de recursos básicos y por la impotencia inicial en la aplicación de medidas de urgencia, como el control de la natalidad. Dicha inhibición prevista nos recuerda a la actual inhibición (o incapacidad) para frenar el efecto invernadero a pesar de las evidencias que apuntan a fuertes desequilibrios ecológicos.

El informe se completaba con conclusiones concretas y una serie de medidas correctoras, recomendadas con el fin de estabilizar todos los parámetros de la gráfica (población, alimentos, producción industrial, generación de residuos y recursos): 1) Si continúa la actual tendencia de crecimiento, los límites se alcanzarán en los próximos 100 años; 2) Dicha tendencia podría modificarse estableciendo normas de estabilidad ecológica y económica; el equilibrio global puede y debe diseñarse de modo que se satisfagan las necesidades básicas de cada individuo, incluyendo su desarrollo personal; 3) Si las diferentes naciones se deciden por esto último, cuanto antes se comience a trabajar, mayores serán sus posibilidades de éxito (Meadows *et al.*, 1972, 2002).

Parece obvio que, a estas alturas, aún no nos hemos decidido por esta última opción.

### 1.5.3. Críticas a los límites del crecimiento

El trabajo encargado por el Club de Roma, como otros similares, recibió numerosas críticas, fundamentalmente porque no tuvo en cuenta las elasticidades de sustitución y porque no supo valorar los efectos de las nuevas tecnologías.

Si embargo “Los límites al crecimiento” fueron un importante precedente, junto con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo, en 1972, hacia lo que después, desde 1987 con el Informe Brundtland, se llamaría el desarrollo sostenible.

Las críticas a los “límites” apuntan a que la capacidad de adaptación del ser humano escapa de los detalles de cualquier predicción, lo cual no significa que falle en su conjunto y, desde luego, los hechos demuestran que, al menos por ahora, las predicciones se están cumpliendo casi al pie de la letra.

En cualquier caso, los próximos años son claves para demostrar lo acertado o no de tales predicciones y lo que hemos dicho sobre la globalización, líneas arriba, nos puede mostrar algunos indicios de cómo van las cosas.

### 1.5.4. La contra-globalización

Sabedores de que la globalización de la economía solamente produce más desigualdad (la diferencia entre países ricos y pobres es cada vez mayor), resulta lógico que proliferen las organizaciones y asociaciones civiles embarcadas contra aquella. En tales circunstancias, o se cambia la palabra y se denomina de otra forma, o la globalización debe ser realmente global (o integral), y abarcar no sólo al mercado, sino también a lo ambiental, a lo social, a lo laboral y a lo cultural (en el sentido de educación o “cultura para todos”).

Eso es lo que solicitan los diferentes colectivos anti-globalización, nacidos en los años sesenta, y que hoy prefieren llamarse movimiento alter-globalizador o movimiento de movimientos. Es un término nuevo, que renueva el anterior, nacido en torno al año 2000, como consecuencia, principalmente, de las nuevas ideologías de la guerra preventiva, de los asesinatos selectivos y de la guerra de civilizaciones, ideas o conceptos que han arrancado de cuajo todos los principios y valores en los que nos hemos educado las últimas generaciones, y que han significado un retroceso evolutivo equiparable al que supusieron las grandes guerras mundiales.

Hablar de este movimiento de movimientos ocuparía un libro entero. Por eso, simplemente citaremos tres de sus reivindicaciones más difundidas, además del propio concepto de “desarrollo sostenible”: la fiscalización de las transacciones internacionales del capital, la renta básica y la democracia participativa.

#### **La fiscalización de las transacciones internacionales**

Una de las organizaciones más activas en el movimiento de movimientos es la Asociación para una Tasa a las Transacciones Financieras para Ayudar a los Ciudadanos (ATTAC). Para ella, la libertad sin límites en la circulación de capitales, la proliferación de paraísos fiscales y el crecimiento acelerado del volumen de las transacciones especulativas, arrastran a los Estados, a los Gobiernos regionales y locales a una vergonzosa carrera por ganarse los favores de los grandes inversores. Cerca de 2 billones de dólares van y vienen cada día a la búsqueda de una ganancia fácil y rápida en los mercados de cambios, persiguiendo un beneficio casi instantáneo que no guarda relación con la producción ni con el comercio real de bienes y servicios.

Es en la evidencia de que crecen las rentas del capital en detrimento de las rentas del trabajo; en la convicción de que el destino de la humanidad se encuentra en manos de los dictados de las fuerzas financieras (Fondo Monetario Internacional, Banco Mundial, Organización Mundial de Comercio, OCDE, etc.); en la visión de

que efectivamente era el, ya escaso, petróleo el que movía los hilos del mundo (modernas guerras del petróleo, carta blanca a la invasión global, etc.); o en el abierto descaro de un mundo, antes soterrado, aunque se sabía existente pero que al menos intentaba disimular, en el que descansa el creciente auge del movimiento antiglobalizador, como *contrario a esta globalización*.

Las primeras propuestas de un subsidio garantizado para todo el mundo ya habían surgido con los primeros movimientos ecologistas y tuvo un impulso importante al incorporar el movimiento de movimientos la aplicación de la Tasa Tobin entre sus principales reivindicaciones.

En 1971 el economista norteamericano James Tobin propuso una tasa del orden del 0,1% sobre los flujos de capitales especulativos que se producen habitualmente en el mercado de valores. La idea, cuyo objetivo era combatir la especulación financiera, resurgió en la década de los noventa con el objeto de ayudar a los países pobres. Desde la recuperación de la idea por la ATTAC, la Tasa Tobin se ha ido perfilando como una idea anti-sistema, “pues tasar los movimientos internacionales de capital puede tener un alcance moderado en lo que se refiere al control de las finanzas internacionales, pero reconocer y aceptar los principios de regulación, control y fiscalización del capital, así como el principio de justicia redistributiva, es algo ya más radical, que constituye un ataque en toda regla al actual desorden económico y financiero internacional, habitualmente presentado como nuevo orden.” (Fernández, 2004).

En la propuesta de ATTAC, la Tasa Tobin pretende fijar una regulación internacional de las transacciones especulativas (cuyo volumen ronda los 2 billones de dólares diarios), fiscalizar el capital transnacional y frenar su volatilidad, así como avanzar en la construcción de un sistema financiero basado en la cooperación. Siempre según Fernández, se calcula que aplicando la tasa de 0,1% sobre un movimiento de esos casi 2 billones de dólares diarios podrían recaudarse al año 400 billones de dólares, muchísimo más de lo que anualmente se destina para ayuda al Tercer Mundo.

## La renta básica

La idea de una renta básica universal fue formulada en 1986 por Philippe Van Parijs y Robert J. Van der Veen en un artículo en el que planteaban la posibilidad de un paso directo del capitalismo al comunismo. Enarbolaban la idea de una nueva distribución del trabajo y de las rentas, en el marco de una economía plural en la que el mercado ocuparía una parte del espacio; el tiempo libre jugaría un papel cada vez más preponderante; y habría cabida para un sector solidario no mercantilizado. En

ese contexto se podría establecer una renta mínima incondicional para todos, la cual se concedería a toda persona por el mero hecho de existir.

La propuesta surgía de la discusión sobre la crisis del Estado del bienestar y se entiende en el marco de una posible superación del Estado asistencial. Su finalidad es garantizar unos ingresos mínimos para todos los ciudadanos con carácter universal e incondicional, los cuales corresponderían al mínimo que toda persona o familia precisa para vivir. No se trata de un salario en la medida en que la renta o subsidio no paga el trabajo realizado. Precisamente en su origen la propuesta pretendía romper la oposición tradicional entre trabajo asalariado y otros tipos de actividades o tareas no asalariadas, como el llamado trabajo doméstico o el trabajo voluntario. Por eso se entiende que el subsidio se paga a toda persona independientemente de que tenga o no trabajo y perciba o no otras rentas.

Las primeras versiones de esta idea chocaron incluso con los sindicatos pues, tal y como estaba formulada, se prestaba a la réplica de favorecer el parasitismo social, es decir, el mantenimiento de individuos sin ningún interés en trabajar, disfrutando del trabajo de otros.

Con los años, la idea se ha refinado<sup>10</sup>, incluso por parte de los autores originales, y finalmente, desde 1995, fue adoptada por el movimiento de movimientos y apoyada por algunos sindicatos y grupos que forman parte del mismo. En las formulaciones más recientes, según Francisco Fernández Buey, se entiende por renta básica “un ingreso modesto pagado por el Estado, como derecho de ciudadanía, a cada miembro de pleno derecho o residente de la sociedad, incluso si éste no quiere trabajar de forma remunerada y sin tomar en consideración si es rico o pobre, independientemente, por tanto, de cuáles puedan ser las otras posibles fuentes de renta y sin importar con quién conviva la persona”.

Se ha propuesto que la renta básica sea financiada a través de un impuesto de tipo único eliminando el actual IRPF y sustituyéndolo por un impuesto proporcional sobre la renta que tendrían que pagar todos los ciudadanos, suprimiendo subsidios asistenciales, pero manteniendo el conjunto de prestaciones contributivas del sistema de Seguridad Social.

En el Capítulo 6 abordaremos el tema con mayor profundidad y veremos cómo en España también existen importantes activistas de la idea, como Jordi Arcarons o Daniel Raventós, de la Universidad de Barcelona, principales impulsores de la Red Renta Básica.

---

<sup>10</sup> Se abandonaron, por ejemplo, algunos tintes que identificaban el planteamiento con la idea del comunismo, permitiendo integrar la renta básica dentro del sistema capitalista.

## La democracia participativa

La actual democracia, o democracia representativa, se caracteriza porque las decisiones son tomadas por los representantes del pueblo, los cuales han sido libremente elegidos en las urnas. Sus principales reglas del juego son las siguientes:

- El sufragio universal.
- La división y autonomía de poderes (legislativo, ejecutivo y judicial).
- La existencia de un parlamento como centro de la soberanía.
- La existencia de una Constitución aprobada por mayoría.
- La garantía de alternancia en el Gobierno.

La principal limitación de la democracia representativa, según Francisco Fernández Buey, es que las clases altas, propietarios y similares están desmesuradamente representados, mientras que los de abajo (trabajadores manuales, inmigrantes, desempleados, etc.), están infra-representados. Es muy difícil encontrar obreros en los Parlamentos de todo el mundo, y cuando existen, ya no son obreros, sino liberados y, por lo tanto, asimilados al patrón. Ello se debe a que, para ser representante, en muchas ocasiones es preciso poseer una cuenta corriente abultada y buenos conocimientos técnicos (complicación creciente de la economía, las finanzas y las leyes).

Para evitar tales males implícitos en las actuales democracias, el movimiento alter-globalizador propone la democracia participativa, un híbrido entre la democracia asamblearia y la democracia representativa o de partidos. Existen modalidades diferentes como la de Porto Alegre (Brasil), el de Kerala (sur de la India) o el de Villa el Salvador (Lima, Perú).

La experiencia participativa de Porto Alegre comenzó modestamente, con la participación de unos 400 ciudadanos (de entre un millón de habitantes) que centraban las discusiones en las preferencias presupuestarias municipales. Desde 1989, el número de participantes fue ascendiendo hasta rebasar, 10 años después, la cifra de 20 000. Las personas que participan en las asambleas y reuniones no son siempre las mismas, sino que hay una rotación de acuerdo con el interés particular o colectivo.

Esta experiencia innovadora ha sido reconocida por el Foro Social Mundial, por la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre Hábitat y Ciudad (Turquía, 1996) y por varias instituciones vinculadas al Banco Mundial. Tras 10 años de actuación, los análisis de la experiencia son diversos: incentivar la participación popular de forma espontánea; ejecución de las obras realmente necesarias; creación de un nuevo espacio público, paralelo a los institucionales; autoestima del ciudadano al sentirse co-gestor de la sociedad local.

La experiencia de Kerala tiene una dimensión mayor que la anterior, ya que Kerala es un pequeño Estado de la India y su población es de 29 millones de habitantes. Algunos detalles, que conviene citar, son: se trata de un Estado con más mujeres que hombres; que está gobernado por un partido comunista; y, en comparación con otros Estados, en las últimas décadas su crecimiento económico ha sido menor, pero ha alcanzado un alto nivel de desarrollo social, sobre todo en salud y educación.

La base de la experiencia participativa de Kerala es la descentralización y el alto techo de competencias del Gobierno local en el conjunto del país. A partir de 1996, el ejecutivo transfirió más de un tercio de las inversiones a proyectos y programas propuestos por las entidades locales.

Los órganos de deliberación están formados por ciudadanos, por representantes electos y por expertos o técnicos, que pueden ser voluntarios o funcionarios. Formulan los proyectos, elaboran el plan y deciden las políticas públicas. Algunas características son: la importancia que se concede a la formación de los ciudadanos voluntarios para igualar las competencias técnicas; la atención que se otorga a la base de datos obtenida por consulta directa; y la transparencia de todo el proceso, que concluye con la elaboración del plan. Los voluntarios, formados sin intermediación política, visitan a las familias para explicar lo que se discutirá y para fomentar la participación. Se ha calculado que en este trabajo voluntario ayudan más de dos millones y medio de personas.

Según Fernández: “Si el caso de Porto Alegre supone una ampliación de la democracia liberal representativa con una orientación que recuerda ciertos aspectos del ideario socialista, el caso de Kerala se puede ver como una reconsideración del tipo clásico de planificación socialista mediante un proceso de descentralización que potencia igualmente el voluntariado y la participación ciudadana, al tiempo que respeta las representaciones”.

Argumentos como la aplicación de la Tasa Tobin, o la vivencia de la democracia participativa, han servido, desde el primer momento (desde la constitución del Primer Foro Social Mundial en Porto Alegre), para articular las protestas del altermovimiento.

### **1.5.5. El Foro Social Mundial**

El Foro Social Mundial (FSM) es un encuentro anual que llevan a cabo miembros del movimiento alter-globalización para coordinar campañas mundiales, compartir y refinar las estrategias de organización, y para informarse sobre los movimientos que hay en marcha en todo el mundo.

El primer FSM fue organizado por la ATTAC y el Partido de los Trabajadores (PT) de Brasil. Se llevó a cabo en enero de 2001 en Porto Alegre, Brasil, una de las plazas fuertes del PT, al que acudieron unas 12 000 personas de todo el mundo.

Al segundo FSM, celebrado también en Porto Alegre, en enero de 2002, acudieron de nuevo más de 12 000 delegados oficiales, representando a organizaciones de 123 países, y unas 60 000 personas. Se llevaron a cabo 652 talleres y 27 conferencias. Un conferenciante célebre fue el disidente estadounidense Noam Chomsky.

El tercer FSM fue celebrado nuevamente en Porto Alegre, en enero de 2003. Hubo muchos talleres en paralelo, incluyendo, por ejemplo, el taller “La vida tras el capitalismo”, que proponía una discusión enfocada a las posibilidades participativas, no-comunistas, no-capitalistas de diferentes aspectos de las estructuras sociales, políticas, económicas y de comunicación.

El cuarto FSM se trasladó a Mumbai, India, y tuvo lugar en enero de 2004. La asistencia alcanzó ya las 75 000 personas, destacando la gran diversidad cultural. Una decisión a destacar fue la de utilizar *software* libre (el que una vez obtenido, puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente).

La quinta edición de este evento se llevó a cabo en Porto Alegre en 2005, mientras que la sexta se celebró en Venezuela, en enero de 2006.

El séptimo FSM se celebró en Nairobi, en enero de 2007 y reunió a más de 80 000 activistas de más de un millar de organizaciones sociales de más de 100 países. De nuevo se debatió sobre la pobreza, la violencia sexual, el SIDA, los acuerdos comerciales y la deuda de los países subdesarrollados. El objetivo de este Foro no fue llegar a conclusiones finales, sino el intercambio de ideas y el establecimiento de alianzas para que la gente se una a los distintos movimientos y propuestas que salgan de las organizaciones sociales. El Foro mostró los problemas de los pueblos africanos y ha enfatizado la necesidad de dar voz a esos 850 millones de personas.

El FSM ha promovido la organización de muchos foros sociales regionales, como el Foro Social Europeo, el Foro Social Asiático o el Foro Educativo Europeo.

Concluyendo con lo dicho sobre el actual modelo de globalización neoliberal, cabe añadir que, sea o no una infamia tal y como está planteado (según la opinión de cada cual), lo cierto es que nadie puede parar ya la maquinaria puesta en marcha. Nadie puede parar el modelo económico emprendido, basado en el libre mercado, en la privatización de todos los elementos del ecosistema global, en el consumismo feroz, en el ahorro demoledor de gastos y costes empresariales (empezando por el coste laboral) y en la ultra-capitalización, en detrimento de las demás fuerzas de trabajo.

Por lo tanto, la mejor postura es ser realistas y admitir que ese modelo está ahí y que, de hecho, todos nosotros ayudamos a que se mantenga, pero sin ignorar que es nefasto y que condena a millones de personas a la miseria. Desde este punto de vista, la mejor solución para enderezar una trayectoria errónea y errática, no es intentar derribarlo, sino unirse a él buscando fórmulas para obligarlo a evolucionar hacia modelos de desarrollo más racionales. Los siguientes apartados y capítulos se centran en esta posible solución.

## 1.6. Sostenibilidad ambiental

### 1.6.1. Indicadores de sostenibilidad

#### **PNB, IDH e IBES**

El punto de partida del desarrollo sostenible es la utilización de indicadores que nos muestren “cuánta” sostenibilidad tenemos. No podremos emprender acciones para la sostenibilidad si ni siquiera hemos medido ésta y si ni siquiera sabemos si somos o no somos sostenibles.

Existen conocidos indicadores para hacernos saber nuestro desarrollo económico, como el Producto Nacional Bruto (PNB), por ejemplo, aunque los indicadores de sostenibilidad ambiental están menos avanzados, y menos todavía, tal y como comprobaremos, los de sostenibilidad social.

Resulta lógico pues, que los primeros intentos para establecer indicadores ambientales o sociales partiesen de los económicos una vez modificados y corregidos.

Se ha pretendido incluso que dicho PNB corregido (PNB “verde”), midiese el bienestar e incluso la felicidad humana, pero éste no incluye ni los llamados indicadores de presión de la sociedad sobre el medio ambiente (contaminación o consumo de recursos), ni los indicadores del estado del medio ambiente (biodiversidad, calidad del aire, calidad del agua).

Así que, utilizar los clásicos indicadores económicos como indicadores de desarrollo global es erróneo o cuando menos insuficiente, tal y como opinan Luis M. Jiménez Herrero y muchos otros autores. Joan Martínez Alier (1992), catedrático de Economía e Historia económica de la Universidad Autónoma de Barcelona, también opina que “entre el PIB y el bienestar no hay siempre mucha relación..., un mismo PIB puede obtenerse con una distribución bastante igualitaria del ingreso o con una desigualdad enorme”.

Dos recientes indicadores son el Índice de Desarrollo Humano (IDH), creado en el Informe sobre Desarrollo Humano 1990, del Programa de Naciones Unidas

sobre el Desarrollo Humano (PNUD), y el Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES), propuesto por Daly y Coob.

El IDH mide las distancias relativas en cuanto a longevidad, educación y recursos. Las variables utilizadas son la esperanza de vida, el alfabetismo y la mediana de años de escolarización, así como la renta *per cápita*. Es decir, clasifica el nivel de desarrollo de los países ajustando la renta nacional por habitante en combinación con otros indicadores sociales. Para Jiménez Herrero (1997), es una medida mínima del desarrollo humano, pero poco representativa para comparar niveles de países industrializados; además, entre otras, omite la medición de los derechos humanos y toda referencia explícita al medio ambiente.

Midiendo este índice, el PNUD determina que únicamente Norteamérica, la Unión Europea, Australia, Japón y unos pocos países más, alcanzan un IDH alto (1 000 millones de personas), mientras que unos 4 100 millones de personas tienen un IDH medio y otros 636 millones lo tienen bajo.

El IBES, por su parte, no trata de medir el bienestar humano general, sino que evalúa la contribución económica al mismo. Como aportaciones ambientales hay que citar la contribución del consumo, la inclusión de daños ambientales y la degradación de los recursos naturales, o la modificación del PNB con el fin de incluir la economía no registrada por el mercado (como el trabajo doméstico, aunque hay referencia a la economía sumergida).

Los autores Herman Daly y John Coob, incluyen también las externalidades ambientales, los recursos naturales y los bienes globales de la biosfera, si bien, reconocen su subjetividad, la importancia de los juicios de valor, y lo problemático de sus valoraciones, su arbitrariedad y su inexactitud. En el IBES utilizado para el caso de Estados Unidos, entre 1950 y 1987, se incluyeron los aspectos que se muestran más abajo, con su sentido positivo o negativo. El IBES se obtiene mediante la suma de los siguientes factores:

- B Consumo personal.
- C Desigualdad distributiva.
- D Consumo personal ponderado.
- E (+) Trabajo y servicios domésticos.
- F (+) Servicios de producción. Consumo duradero.
- G (+) Servicios de infraestructura pública.
- H (+) Gasto público de salud y educación (consumo).
- I (-) Gasto de bienes de consumo duraderos.

- J (-) Gastos privados defensivos en salud y educación.
- K (-) Coste de desplazamiento al trabajo.
- L (-) Coste de control estadístico.
- M (-) Coste de accidentes de automóvil.
- N (-) Contaminación del agua.
- O (-) Contaminación del aire.
- P (-) Contaminación sonora.
- Q (-) Pérdida de zonas húmedas.
- R (-) Pérdida de tierras de cultivo.
- S (-) Agotamiento de recursos no renovables.
- T (-) Daño ambiental a largo plazo.
- U (-) Coste de deterioro de la capa de ozono.
- V (+) Crecimiento neto del capital.
- W (+) Cambio neto de posición internacional.

## **Matrices de sostenibilidad**

Otros intentos de creación de indicadores ambientales pueden resultar todavía más complejos, como la **matriz de necesidades humanas y satisfactores**, de Max-Neef y colaboradores. Los indicadores humanos, mostrados en la tabla 1.1, son tan sólo una parte, habría que añadirles los indicadores económicos, institucionales o ambientales propiamente dichos.

Se basa en el hecho de que el hombre tiene necesidades de muy variado tipo, aunque básicamente similares, tales como subsistencia, afecto, conocimientos, etc., y existen “satisfactores” (comida, abrigo, amigos, libros, etc.) para cubrirlas, que equivalen a recursos ambientales y por lo tanto consumos. Es un enfoque reciente que utilizan los economistas ecológicos para medir la intensidad material del consumo y que Tim Jackson, por ejemplo, ha empleado para demostrar la creciente tendencia a usar nuevos “satisfactores” muy intensivos en consumo de materiales y energía.

Cuando nos referimos exclusivamente al medio ambiente, surgen un sin fin de indicadores cuya principal carencia es la ausencia de integración. La OCDE ha definido tres categorías de indicadores:

- a) Indicadores de presión (causas que originan problemas, como emisiones, vertidos, residuos, etc.).
- b) Indicadores de estado (relacionan la calidad del medio ambiente con los efectos de las acciones humanas).
- c) Indicadores de respuesta (tratan de medir la reacción social en relación con las mejoras del medio ambiente).

Tabla 1.1. **Matriz de necesidades humanas y satisfactores**

	Ser	Tener	Hacer	Estar
<b>Subsistencia</b>	Salud, equilibrio, humor, solidaridad	Alimentación, abrigo, trabajo	Alimentar, procrear, descansar, trabajar	Entorno vital, entorno social
<b>Protección</b>	Cuidado, autonomía, equilibrio	Ahorro, seguro, derechos, familia, trabajo	Cooperar, prevenir, cuidar, curar, defender	Entorno vital, entorno social, morada
<b>Afecto</b>	Autoestima, respeto, tolerancia, voluntad	Amistades, parejas, familia, plantas	Acariciar, compartir, cuidar, cultivar	Privacidad, hogar, intimidad
<b>Entendimiento</b>	Receptividad, asombro, raciocinio	Maestros, método, literatura	Investigar, cuidar, educar, meditar	Escuelas, academias, universidades
<b>Participación</b>	Disposición, entrega, convicción, respeto	Derechos, trabajo, obligaciones	Afiliarse, cooperar, proponer, compartir	Asociaciones, iglesias, vecinos
<b>Ocio</b>	Humor, tranquilidad, sensualidad	Juegos, espectáculos, fiestas, calma	Divagar, soñar, fantasear, jugar	Intimidad, paisajes, tiempo libre
<b>Creación</b>	Pasión, intuición, audacia, inventiva	Habilidades, método, trabajo, destreza	Trabajar, inventar, construir, idear	Talleres, audiencia, ateneos
<b>Identidad</b>	Asertividad, coherencia, autoestima	Símbolos, lenguaje, hábitos, roles	Integrarse, definirse, conocerse, crecer	Etapas madurativas, ámbitos
<b>Libertad</b>	Autonomía, rebeldía, audacia, tolerancia	Igualdad de derechos	Discrepar, optar, arriesgar, meditar	Plasticidad espacio-temporal

Fuente: resumido de Jiménez Herrero (1997).

Otro indicador es la **matriz de sostenibilidad** del Banco Mundial, elaborada en 1995, la cual incluye los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales, y que, sin ánimo de describir en su totalidad, reflejamos en la tabla 1.2.

De este indicador destaca un inconveniente, y es que cada una de estas entradas puede provenir de datos recopilados por una o varias organizaciones internacionales,

Tabla 1.2. Matriz de sostenibilidad del Banco Mundial

Tema	Indicador de presión	Indicador de situación	Indicador de respuesta
<b>Aspectos ambientales</b>			
Fuentes	Índice disminución recursos	—	—
Agua (no océanos)	Extracción/disponibilidad	Uso agua/población (DBO - DQO)	Precio agua/costo obtenc.
Pesca	Captura especies marinas	—	—
Bosques	Producción rollos forestales. Índice deforestación	Área forestal/área total. Árboles sin talar	Índice reforestación. Precio de madera en pie
Tierra	Cambios uso tierra	—	Técnicas gestión tierra
Gestión de suelos	—	Degradación suelo	—
Desarrollo agrario y rural	Terreno arable <i>per cápita</i> . Uso fertilizantes-pesticidas	Índice riesgo erosión. Salinización	Gastos en servicios de extensión
Desiertos y sequías	Madera quemar <i>per cápita</i>	Índice desertización	—
Activos del subsuelo	Input/PIB e índice extracción	Activos/subs. y años res.	Recursos renov./no renov.
Sumideros	Índice contaminación. Consumo energía <i>per cápita</i>	—	—
Residuos sólidos	Desechos urbanos e industriales	Eliminación/generación. Terreno contaminado	Costo recolección
Gases invernadero-tóxicos	Generación gases tóxicos. Emisión CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> en atmósf.	Costo reducción
Ozono estratosférico	Producción CFC	CFC en atmósfera	Planes eliminación CFC
Soportes vitales	Índice riesgo ecosistema	—	—
Biodiversidad	Índice pérdida hábitat	Capital/riqueza natural	Área protegida/área total
Océanos y costas	Índice extinción especies	Número especies peligro	Áreas proteg/áreas sensibl.
Impacto salud humana	Índice impacto ambiental	—	—
Calidad y acceso agua	Uso doméstico <i>per cápita</i>	Acceso a agua potable. Coliform fecal - plomo	% población con servicios sanitarios
Calidad aire - Otros	Carga contaminante	Concentrac. ambiental. Enfermedades ambient.	—
<b>Aspectos sociales</b>			
Demografía	Índice crecimiento población	Densidad población	Tasa de fecundidad

(continúa)

Tabla 1.2. **Matriz de sostenibilidad del Banco Mundial** (continuación)

Tema	Indicador de presión	Indicador de situación	Indicador de respuesta
Salud	Gastos enfermedad. <i>Input calorías per cápita</i>	Esperanza de vida. Tasa mortal. infantil	Gastos salud/PIB
Educación	Matriculación escolar	Índice alfabetización adulta. Logros educativos	Gastos educación <i>per cápita</i>
Asentamientos humanos	Índice crecimiento población urbana	% sobre población total en áreas urbanas	—
Vivienda	—	Índice refugiados. Asentamien. marginales	Gastos vivienda/PIB
Infraestructura	Vehículos motor <i>per cápita</i>	—	Gastos infraestruct./PIB
<b>Aspectos económicos</b>			
Pobreza	PIB/índice crecim. población. Distribución de riqueza. Patrones producción/consumo. Índices totales fecundidad	Índice censo. Ahorro/PIB. Índice matriculación. Índice mortalidad infan. Índice planif. familiar	Crecimiento laboral. Gasto social/gasto total
Recursos financieros	Riqueza <i>per cápita</i>	Protección ambiental/ gastos <i>per cápita</i>	Inversión/PIB. Subsidios/PIB
Transferencia tecnología	—	—	—
Productividad	PNN/riqueza. Índice empleo	PNN/PIB. Manufactura / PIB	Índice capital/producción
<b>Aspectos institucionales</b>	—	Evaluaciones ambient. obligatorias	Ratificación de convenios internacionales

Fuente: resumido de Jiménez Herrero (1997).

con el consiguiente riesgo de incoherencias. Son dudosas, por lo que los índices no son aplicables de forma inmediata. Existe una frecuente carencia de datos, aunque con fuentes y métodos definidos. No están bien definidas, de modo que los datos no pueden ser considerados a corto plazo. Otras entradas permanecen pendientes de investigación del indicador básico.

Jiménez Herrero (1997), opina que cuando se utilizan matrices de este tipo surgen conjuntos de indicadores voluminosos que, en ocasiones, no guardan relación alguna con la sostenibilidad propiamente dicha. Los indicadores de la *Global Reporting Initiative* (GRI), por ejemplo, han alcanzado enorme popularidad ya que se emplean mucho en las memorias de sostenibilidad. Sin embargo, recomiendan un gran número de indicadores: 40 de carácter social, 30 de carácter ambiental y 9 de carácter económico.

El GRI fue constituido en 1997 por iniciativa conjunta de dos organizaciones no gubernamentales, CEBES (*Coalition of Environmentally Responsible Economies*) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), con el objetivo de aumentar la calidad, el rigor y la utilidad de las memorias de sostenibilidad. A su desarrollo han contribuido representantes de empresas, organizaciones asesoras no lucrativas, sindicatos o empresas auditoras, y ha dado su fruto en forma de *Guía para la elaboración de Informes de sostenibilidad*, cuyo desarrollo ha continuado desde que se lanzó la primera en el año 2000. En 2002 apareció la segunda versión (Guías 2002), y en octubre de 2006 la tercera (*Guías G3*).

Aunque estas guías para la realización de Informes de sostenibilidad son de uso voluntario, alrededor de un millar de empresas de todo el mundo y de todos los sectores, tanto industrial, como financiero o de servicios, la han aplicado. En ellas se evalúan los tres matices de sostenibilidad de una empresa, lo que se denomina la *triple bottom line* o triple cuenta de resultados: aspectos económicos, sociales y medioambientales, basándose ante todo en un diálogo continuo con los *stakeholders* o partes interesadas (Anónimo, 2006b; <http://www.globalreporting.org/Home>).

El *Dow Jones Sustainability* fue creado en 1999 como complemento al clásico *Dow Jones* generalista, existiendo en la actualidad (mayo, 2005), unas 320 empresas cotizando en este índice global. Son empresas punteras no sólo preocupadas por la obtención de beneficios, sino también por cómo los obtienen. Son respetuosas con el entorno, cuidan a sus empleados y se preocupan por los lugares donde desarrollan sus actividades.

El cuestionario que debe rellenar la empresa aspirante a formar parte de este índice se compone de entre 80 y 120 preguntas que se dividen en tres áreas: económica, ambiental y sociocultural, adaptando las preguntas a las peculiaridades de cada actividad. Así, por ejemplo, al sector farmacéutico pueden formularles preguntas relativas al precio de las medicinas en los países pobres, o a las compañías eléctricas, el volumen de emisiones de CO<sub>2</sub>. Hasta un 40% de las preguntas pueden ser específicas para cada sector, mientras que otras son comunes, como el número de artículos periodísticos negativos contra una compañía, o sus reacciones ante los mismos, su transparencia o la flexibilidad para cambiar un proceso.

Entre las ventajas para las empresas que integran este índice, figura la de estar más visibles para los nuevos inversores o darse a conocer en nuevos mercados. La inversión socialmente responsable no cesa de crecer y de despertar un mayor interés entre los inversores.

Existen otros índices similares y otras compañías que trabajan con estos tipos de análisis y clasificaciones, como *Eiris*, *Innovest* o *Siri*.

## Indicadores físicos: EROI, HANPP y MIPS

Un segundo grupo de indicadores, bajo nuestro punto de vista, más avanzados por su capacidad de integración y mayor operatividad, son los llamados indicadores físicos sintéticos, entre los que tenemos el EROI, el HANPP, el MIPS y la huella ecológica.

El primero, *Energy Return on (Energy) Input* (EROI), fue el primer indicador físico empleado en la economía ecológica, basado en la eficiencia del uso de energía en diferentes sectores de la economía. Fueron notables los estudios de los discípulos de Howard Odum durante la década de los setenta del siglo pasado; los de D. Pimentel, en 1973, o los de Podolinsky, en la década de los ochenta.

Para que una economía sea sostenible, la cantidad de kilocalorías o *joules* obtenida por el trabajo humano (la productividad energética del trabajo), debe ser igual o mayor que la eficiencia para transformar la ingestión de energía en trabajo humano. Como dijera Podolinsky, la productividad energética de un minero de carbón es mayor que la de un campesino recolectando leña, pero ese excedente de energía es transitorio, no sostenible, porque las reservas de carbón son limitadas, no son renovables.

Los estudios sobre el flujo de energía en agricultura proliferaron en los años setenta, destacando los de Pimentel, que observa cómo el insumo del trabajo en el cultivo de maíz, por ejemplo, disminuye, pero aumentan otros insumos de energía como los combustibles de la maquinaria, los pesticidas, los abonos, etc., sobrepasando la energía contenida en las cosechas. Este tipo de producción, como la de la mayor parte de los sectores productivos, no es sostenible.

La Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta (AHPPN o HANPP), es un indicador creado en 1986 por P. Vitousek y otros autores, y se define como la cantidad de energía que los productores primarios (las plantas), ponen a disposición del resto de las especies vivas.

Según algunos cálculos, el hombre se apodera del 40% de la Producción Primaria Neta (PPN) en los ecosistemas terrestres. Cuanto más elevado es el HANPP, menos biomasa permanece disponible para el resto de las especies. La presión sobre la PPN no proviene solamente del aumento de población, también de la creciente demanda de suelo para urbanizar, para ganado o para cultivos. En una región determinada, la presión sobre la PPN no proviene únicamente de éstos, en la región propia, proviene igualmente de la exportación de biomasa hacia otras regiones. Por eso, HANPP, espacio ambiental y huella ecológica son conceptos relacionados.

El MIPS, o Insumos Materiales por Unidad de Servicio, es un indicador desarrollado en el Instituto Wuppertal, que añade todos los materiales utilizados directa o indirectamente para cada unidad de servicio productivo (se le conoce también como “la mochila ecológica”), cuantificados en toneladas.

Esos materiales comprenden minerales, carbón, petróleo, biomasa, etc., incluyendo el ciclo de vida completo del producto, y las fases de desecho y reciclaje. Todos estos son los insumos que se miden en toneladas. Para cualquier actividad humana podemos preguntarnos a cuántas toneladas de material equivale, y ello en diferentes lugares o en diferentes momentos del tiempo, indicándonos si existe aumento o disminución de la desmaterialización de la economía.

Este indicador resulta muy interesante, pues es capaz de transformar infinidad de clases diferentes de recursos en una unidad: toneladas de materiales. Se comprueba, por tanto, la tendencia hacia el que, en esta obra, consideraremos el indicador final o huella ecológica, un indicador capaz de transformar absolutamente todos los consumos e impactos de cualquier actividad u organización en hectáreas de superficie o ecosistema (pero también de toneladas, de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub>).

Efectivamente, las toneladas de material no nos dicen mucho sobre los efectos ambientales de los residuos (emisiones o vertidos) y sobre su impacto real en el ecosistema, de hecho, podemos estar consumiendo muy poca cantidad de determinado producto, pero con efectos devastadores en el ecosistema, y viceversa. Se hace preciso pues, añadir una conversión más y traducir las toneladas a ecoespacio.

## Indicadores de ecoeficiencia: el “factor 10”

Vamos antes a lanzar dos ideas más respecto al concepto conocido como “factor 10” y sobre los llamados “indicadores esenciales”, a propósito de la necesidad de mejorar el rendimiento de materiales y energía.

Según Markus Lehni, del *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), los pasos que cualquier compañía debe emprender para aumentar su ecoeficiencia son: 1) reducir la intensidad en el uso de materiales; 2) reducir la intensidad en el uso de la energía; y 3) reducir la generación y dispersión de sustancias tóxicas. Así como otras cuatro medidas, relacionadas con las anteriores, que serían: 4) mejorar el reciclaje; 5) maximizar el uso sostenible de los recursos renovables; 6) extender la durabilidad del producto; y 7) incrementar la intensidad del servicio, por ejemplo, alquilando maquinaria en vez de venderla.

Se habla de un factor 2 cuando podemos reducir el consumo de recursos a la mitad, o de un factor 4 cuando a dicha reducción se añade el doble de producción. Se cita el caso de una enorme autopista china hacia la Gran Muralla, construida por compañías austriacas, con rendimientos de factor 4 ó 5 en consumo de materiales. Cada vez resulta más frecuente escuchar propuestas para llegar al menos a un factor 10. El informe del *Worldwatch Institute*, “La situación del mundo 2004”, ha insistido en que el uso de recursos naturales puede reducirse en un 90% sin alterar la calidad de vida.

Tal y como se ha conseguido con la productividad laboral (con incrementos de hasta 30 000 veces en casos como las tuneladoras de excavación), existen ejemplos de mejoras de ecoeficiencia en un factor 100 ó 150 (Schmidt Bleek, 1999).

La ecoeficiencia se puede medir, según Markus Lehni, dividiendo el valor del producto o servicio por el impacto ambiental. La fórmula relaciona la actuación ambiental con la actuación económica y refleja con claridad la relación entre economía y ecología. Si el valor del producto crece con el mismo impacto, la ecoeficiencia crece, igual que si el valor se mantiene constante y disminuye el impacto ambiental.

Para medir el valor del producto o servicio se pueden emplear varios subindicadores de uso general, tales como la cantidad de producto, las ventas netas o, en Europa, el valor añadido.

Para medir el impacto ambiental se utilizan los llamados “indicadores esenciales”, los cuales poseen métodos de medida consensuados y significativos a nivel mundial, y aplicables a todo tipo de negocio. Son los siguientes:

- Consumo de energía.
- Consumo de materiales.
- Consumo de agua.
- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- Emisión de sustancias que destruyen la capa de ozono.

Los indicadores que pueden llegar potencialmente a ser esenciales, pero que, de momento, no han sido definidos de modo uniforme, son los siguientes:

- Emisiones acidificantes.
- Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).
- Emisiones nitrificantes.
- DBO y DQO en efluentes.
- Emisiones de Compuestos Orgánicos Persistentes (COP).
- Emisiones de metales pesados prioritarios.
- Uso del suelo.

Existen otro tipo de indicadores, llamados complementarios, que serían los específicos para cada sector o compañía.

Los indicadores así empleados en proyectos como la “iniciativa de eco-eficiencia europea”, promovida por el WBCSD y la Fundación Entorno, como socio español, ofrece resultados, tal y como muestra la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Ejemplo de perfil de una compañía

<b>Perfil de la organización:</b>		<b>Perfil medioambiental:</b>			
Ejemplo, S. A. (3 ubicaciones, sin incluir joint ventures)		Indicadores principales			
2 500 empleados		Consumo de energía: 50 000 GJ			
Informe del año fiscal 1998		Consumo de materiales: 4 500 t			
Productos farmacéuticos		Consumo de agua: 60 000 m <sup>3</sup>			
Contacto: Markus Lehni		Emisiones GEI: 7 000 t CO <sub>2</sub> equiv.			
<b>Perfil del valor:</b>		Emis. contra el ozono (ECO): 25 t CFC11 equiv.			
Indicadores principales					
Cantidad de producto: 300 000 kg		Indicadores complementarios (p.ej.)			
Ventas netas: 450 millones de dólares		Acidificación: 400 t proton equiv.			
Indicadores complementarios (p.ej.)		Emisiones COV: 230 t			
Valor añadido: 220 millones de dólares					
Margen bruto: 130 millones de dólares					
Beneficio neto: 45 millones de dólares					
<b>Perfil de eco-eficiencia: Indicadores de eco-eficiencia (p. ej.)</b>					
Kilogramos de producto por:		Dólares de ventas netas por:		Dólares de valor añadido por:	
Energía	= 6,0 kg/GJ	Energía	= 9 000 dólares/GJ	Energía	= 4 400 dólares/GJ
Materiales	= 66,7 kg/t	Materiales	= 100 000 dólares/t	Materiales	= 48 900 dólares/t
Agua	= 5,0 kg/m <sup>3</sup>	Agua	= 7 500 dólares/m <sup>3</sup>	Agua	= 3 670 dólares/m <sup>3</sup>
GEI	= 42,9 kg/t	GEI	= 64 300 dólares/t	GEI	= 31 400 dólares/t
ECO	= 12 kg/kg	ECO	= 18 000 dólares/kg	ECO	= 8 800 dólares/kg
Acidificación	= 750 kg/t	Acidificación	= 1 125 000 dólares/t	Acidificación	= 550 000 dólares/t

Fuente: Markus Lehni (1999).

Harry Lehmann, del Instituto Wuppertal, va un poco más lejos y divide todos esos indicadores en dos tipos: los de entrada y los de salida. Los de salida son los desechos del sistema, y constituyen la gran diversidad de indicadores empleados con más frecuencia hasta ahora (emisiones de NO<sub>x</sub>, vertidos, residuos, metales pesados, etc.). Nos indican que algo no es correcto y que debemos enmendarlo para evitar tantas sustancias perjudiciales al ecosistema.

Aún así, no son los más importantes. Lehmann otorga más notoriedad a los indicadores de entrada, indicadores más recientes que muestran realmente cómo reducir el impacto humano a escala global: el uso y consumo de materiales, de energía o de superficie. Por ejemplo, según este autor, un alemán emplea en un año 80 toneladas de materiales sin contar el agua; consume el equivalente a 31 barriles de petróleo; y usa unos 540 m<sup>2</sup> de superficie.

Estos son los datos realmente cruciales, de los cuales dependen todos los demás, ya que si somos capaces de introducir poco material en el sistema, menos material desechable saldrá del mismo. Lehmann basa el problema en la capacidad política para cambiar la productividad de los materiales, y cita casos: en la construcción, por ejemplo, con buenos aislantes y un punto de vista diferente por parte de los arquitectos, se pueden lograr factores 10, 100 e incluso 1 000 (Lehmann, 1999).

Pero, aunque hemos acotado el problema y nos hemos aproximando enormemente al indicador principal en el que basamos este libro, aún siguen existiendo multitud de indicadores: hay gran variedad de tipos de materiales y de combustibles (carbón, gas, gasolina, etc.).

Por eso, es precisamente en este punto donde podemos preguntarnos: ¿por qué tantos índices cuando podría haber un único índice físico que englobe a todos y exprese con claridad nuestro impacto sobre el ecosistema?

## 1.6.2. La huella ecológica: el indicador de la nueva globalización

### Concepto

Si bien con los indicadores físicos o con los indicadores esenciales, nos aproximamos mucho al conocimiento de la situación ambiental en el marco considerado, también existe una carencia en cuanto a indicadores integrados que realmente muestren el grado de sostenibilidad de una forma rápida, breve, clara y significativa.

El indicador más importante en este sentido es, sin lugar a dudas, la huella ecológica, un indicador integrado, desarrollado a principios de los años noventa por M. Wackernagel y W. E. Rees (1996), el cual convierte el consumo de recursos naturales de la población de un territorio a superficie de “naturaleza”, para luego compararla con la capacidad de carga real del mismo (lo veremos más abajo).

La huella ecológica es sinónimo de deuda ecológica y, por ejemplo, el Observatorio de la deuda en la globalización<sup>11</sup>, exige la internacionalización de las responsabilidades ambientales, y que las empresas que actúen en el exterior del territorio español se sometan también allí a la atribución de las responsabilidades, obligaciones de prevención y reparación de daños ambientales que les serían aplicadas en España. Como

---

<sup>11</sup> Una red de equipos activos de investigación, coordinados desde la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Cataluña. Su trabajo se centra en las relaciones Norte-Sur y en la generación de deudas entre comunidades en el marco del actual proceso de globalización.

observaremos, la huella ecológica deja perfectamente claras y delimitadas las responsabilidades de cada cual en el desequilibrio ambiental.

Pero, además, la huella ecológica no sólo puede integrar todos los impactos ambientales producidos por una organización o entidad, sino que, la herramienta de cálculo diseñada, permite integrar también el estado de ecoeficiencia, la huella social y la huella cultural, por lo que bien podría ser el indicador por excelencia de esa nueva globalización sostenible por la que muchos claman.

Se puede definir formalmente la huella ecológica de una población como el total de espacios de tierra y mar, ecológicamente productivos, necesarios para producir todos los recursos consumidos por esa población y para asimilar todos sus desechos. Normalmente se expresa en hectáreas de superficie. Una hectárea son 10 000 metros cuadrados o la superficie aproximada de un campo de fútbol.

Para calcular el consumo de recursos se utilizan seis categorías de variables:

- Hectáreas de superficie destinadas a cultivos.
- Hectáreas de superficie destinadas a pastos para alimento del ganado.
- Hectáreas de superficie de mar (productos pesqueros).
- Hectáreas de plantación de bosques para la obtención de productos de madera y papel.
- Tierra ocupada para urbanismo, carreteras, minas a cielo abierto u otros usos.
- Hectáreas de bosque, océano u otros “sumideros”, destinadas a absorber el CO<sub>2</sub> que produce la fabricación y obtención de toda clase de productos, materiales o servicios, incluida la destrucción o reciclaje de otros desechos.

La huella ecológica nos ofrece un impacto de mínimos, ya que aún no considera todo el impacto que produce una población. No incorpora, por ejemplo, las emisiones a la atmósfera diferentes del CO<sub>2</sub>, o los vertidos a ríos y mares<sup>12</sup>. Por tanto, debemos considerar que el impacto real siempre será mayor que el calculado por la huella ecológica, pero, aunque se puede y se debe desarrollar más el indicador para así extraer todo su potencial, ofrece ya una imagen muy aproximada, clara y significativa de la realidad.

Todos estos consumos transformados convenientemente a hectáreas, se comparan con la capacidad de carga, o terreno real equivalente del que disponemos, para obtener el balance final que podrá ser positivo (superávit) o negativo (déficit). Después

---

<sup>12</sup> La huella ecológica es un indicador muy reciente y aún han de incorporarse algunos elementos, los cuales ya se encuentran en desarrollo.

descubriremos que existen ciertas críticas al empleo del concepto de “capacidad de carga” en el caso de la especie humana, pero muchos pensamos lo contrario, que estamos ante una de las ideas más notables del siglo XX.

No todo el espacio del que disponemos (capacidad de carga) está disponible para nosotros. Compartimos el planeta con millones de especies y debemos cederles parte de ese espacio. De acuerdo con el Informe Brundtland y los ecólogos, debemos dejar un 12% de la capacidad ecológica, como mínimo, para la conservación de la biodiversidad.

Con la matriz de sostenibilidad del Banco Mundial, por ejemplo, comprobamos que es posible utilizar numerosos parámetros que, finalmente, nos van a decir lo que podemos intuir con un simple golpe de vista: que tal o cual país está mejor o peor ambiental o socialmente hablando. Pero, no nos aportará información acerca de cuánta sostenibilidad posee, ni nos va a facilitar un simple número comprensible que podamos asimilar, ni va a permitir una comparativa sencilla y fiable, ni siquiera nos va a dejar con una idea clara de lo que se nos quiere transmitir.

Pero, ¿qué tal si decimos que un norteamericano medio consume al año el equivalente a la producción de 10,3 ha de terrenos productivos, mientras que un hindú consume tan solo 0,8 ha? La comparación de este indicador con otros es tan abismal, que no creemos que necesite mucha más explicación.

El indicador nos dice incluso más. Esas 10,3 ha consumidas al año por un americano indica que su impacto sobre el medio ambiente es más elevado que el de un hindú, pero no nos aclara si están esquilmando o no los ecosistemas, porque si ese americano fuese el propietario de esas 10,3 ha y las mantuviese año tras año de forma sostenible, el balance final sería cero y no habría impacto sobre el medio. Es más, indicaría un excelente nivel de vida y un excelente comportamiento ambiental.

Por el contrario, si no dispusiera de ese terreno en producción, estaría consumiendo más de lo que tiene, es decir, estaría consumiendo productos de otros y se estaría apropiando de recursos que no le pertenecen.

Imaginemos que en una isla vive una persona con un nivel de vida extraordinario: 20 ha/año. Sin embargo, si la isla tiene 200 ha productivas, el balance será de 180 ha en el haber. Un claro superávit. Si en la isla vivieran, sin embargo, 20 personas con el mismo consumo, el balance daría un déficit de 200 ha, con lo cual o tendrían que reducir su consumo o tendrían que adquirir recursos de otros territorios. Por lo tanto, se puede ser un gran consumidor, es decir tener una buena calidad de vida, y a la vez ser sostenible. Otra cosa es cómo lograr eso.

Tras conocer la huella ecológica, hay que conocer, antes de emitir un veredicto, de cuánto terreno dispone una comunidad o una población. Esto nos lleva al concepto de capacidad de carga.

## Capacidad de carga

La capacidad de carga es la máxima población de una especie que puede mantenerse de forma sostenible en un territorio determinado, conservando los recursos.

Este concepto es muy útil en ecología, pues muestra, por ejemplo, cuál debe ser la forma correcta de explotar un recurso renovable. Considerando el modelo de crecimiento de una población de especies vivas, limitado por las condiciones de su medio ambiente, el equilibrio se alcanza en un punto denominado capacidad de carga del ecosistema. A partir de ese punto, la población o la biomasa no crece sino que permanece constante.

El máximo crecimiento neto se obtiene cuando el tamaño de la población es aproximadamente la mitad del valor máximo. La utilización de un recurso renovable de forma sostenible implica que la tasa de explotación debe ser igual a la tasa de renovación. El máximo rendimiento sostenible se logra en el punto equivalente a la mitad de la máxima población.

Algunas críticas al uso de la capacidad de carga aplicada a la especie humana derivan de las diferencias del hombre con otras especies, en cuanto a dueño de su evolución (evolución cultural frente a evolución genética). Esto provoca, pongamos por caso, que las migraciones puedan cambiar rápida y artificialmente la población de un territorio, o que el comercio internacional sea susceptible de entenderse como una apropiación de la capacidad de carga de otros territorios.

En ninguno de los casos, estos reparos son aplicables a la huella ecológica, pues lo que ésta pretende es, precisamente, indicar cómo es nuestra situación consumista para ponerle remedio, en su caso, gracias precisamente a esa cultura y artificialidad propia de los humanos. Las migraciones y el exceso de carga demográfica sobre un territorio pueden evitarse, por ejemplo, desarrollando las regiones de origen o invirtiendo en capital natural (generando empleo local), mientras el comercio puede ser totalmente lícito (sin apropiación de recursos de otros), si es sostenible (comercio justo de la economía social, comercio ético, comercio de productos ecológicos, etc.).

Ninguna especie, tampoco el hombre, puede escapar de las leyes de la ecología. Incluso cuando el hombre pudiera colonizar otros planetas autoproducidos, la capacidad de un territorio o del planeta entero es la que es (cualquiera que sea, con los máximos incrementos productivos que se puedan lograr), y, o bien el hombre busca la forma de adaptarse a ella, o se extinguirá como cualquier otra especie.

## La huella ecológica del mundo

En el conjunto del mundo, cada persona dispone de los recursos producidos por unas 2 ha de terreno al año, distribuidos del siguiente modo: 0,25 ha de cultivos, 0,6 ha de pastos, 0,6 ha de bosques, 0,03 ha de terreno construido y 0,5 ha de mar. Si descontamos el 12% necesario para la biodiversidad, obtenemos 1,7 ha/cap/año.

La huella ecológica del mundo creció un 50% desde 1970 a la actualidad, debiéndose dicho incremento fundamentalmente al aumento en el consumo de la energía necesaria para producir bienes y servicios.

La huella ecológica del mundo es actualmente, con los niveles presentes de población, de 2,3 ha/cap/año, por lo que en el balance final se obtiene un déficit de 0,6 ha, es decir, sobrepasamos la capacidad de carga global en un 30% como mínimo (ya que la huella subestima el impacto total real). Por tanto, estamos viviendo por encima de nuestras posibilidades, lo cual es posible porque consumimos recursos fósiles acumulados durante millones de años (los cuales no se pueden reponer a corto plazo).

Con los actuales modelos de crecimiento, la capacidad de carga disminuye en lugar de aumentar, ya que sufrimos una pérdida paulatina de terrenos forestales, un acrecentamiento de la superficie erosionada o desertizada, y un incremento evidente de la contaminación. De modo parejo, la población crece de manera desproporcionada. Considerando una población de alrededor de 10 000 millones de personas, lo que se prevé para antes del 2050 (recordemos los límites del crecimiento), la capacidad de carga pasará a ser en tal fecha de 1 ha/persona, con lo cual el déficit será aún más considerable que en la actualidad.

En la tabla 1.4 se muestran algunas de las huellas calculadas para los diferentes países del mundo en 1997 (la huella ecológica va cambiando con los años).

Se observa claramente cómo los países más ricos consumen muchos más recursos que los países menos ricos. Si comparamos estas huellas con la capacidad de carga del planeta (1,7 ha), vemos que la mayoría la superan. Sin embargo, estos datos no aportan nada sobre la sostenibilidad del país en cuestión, ya que debemos compararlos con su propia capacidad de carga para saber si es o no sostenible. Chile, por ejemplo, tiene una huella ecológica de 2,4 ha/cap, o sea, supera la media mundial, sin embargo posee una capacidad de carga de 3,2 ha, por lo que es un país que no necesita de recursos ajenos y, por lo tanto, es un país sostenible.

Lo que sí es seguro es que si todos esos países vivieran como los norteamericanos, necesitaríamos tres planetas para vivir.

Tabla 1.4. Huella ecológica de varios países en 1997 (ha/cap/año)

Alemania	5,3	Filipinas	1,5	Noruega	6,2
Argentina	3,9	Finlandia	6,0	Nueva Zelanda	7,6
Australia	9,0	Francia	4,1	Pakistán	0,8
Austria	4,1	Grecia	4,1	Perú	1,6
Bangladesh	0,5	Holanda	5,3	Polonia	4,1
Bélgica	5,0	Hong Kong	6,1	Portugal	3,8
Brasil	3,1	Hungría	3,1	Reino Unido	5,2
Canadá	7,7	India	0,8	República Checa	4,5
Chile	2,4	Indonesia	1,4	Rusia	6,0
China	1,2	Irlanda	5,9	Singapur	7,2
Colombia	2,0	Islandia	7,4	Sudáfrica	3,2
Corea	3,4	Israel	3,4	Suecia	5,9
Costa Rica	2,5	Italia	4,2	Suiza	5,0
Dinamarca	5,9	Japón	4,3	Tailandia	2,8
Egipto	1,2	Jordania	1,9	Turquía	2,1
España	3,8	Malasia	3,3	Venezuela	3,8
Estados Unidos	10,3	México	2,6		
Etiopía	0,8	Nigeria	1,5	<b>Mundo</b>	<b>2,8</b>

Varias fuentes

## La huella ecológica de Navarra

El Gobierno de Navarra fue uno de los primeros de España en aplicar los estudios de la huella ecológica a su región (véase la tabla 1.5). Ya dijimos que el primer paso de la sostenibilidad es medir lo que tenemos, por tanto, el Gobierno de Navarra ya sabe cuáles son sus puntos débiles, y cuáles deben ser sus estrategias de ecoeficiencia y sus prioridades ante los retos del Protocolo de Kioto.

Vemos que la huella de Navarra es de 3,47 ha por habitante y año, mientras que lo que realmente posee son 2,15 ha. Su déficit ecológico es, por tanto, de 1,32 ha por habitante y año. Si Navarra posee 1 139 998 ha productivas, se consumió un total equivalente a 1 841 942 ha, por lo que su déficit es de 701 944 ha o 0,67 veces el territorio de Navarra.

Esa diferencia tuvo que ser adquirida en otros territorios. Teniendo en cuenta que Navarra necesita 1,67 veces su territorio para mantener su actual estilo de vida, resulta que la región no es sostenible.

Analicemos qué más nos dice la tabla 1.5. Mientras que todos solemos consumir bastantes más vegetales que pescado, se aprecia que la huella de los primeros apenas

Tabla 1.5. Huella ecológica de Navarra

Lo consumido (huella ecológica)	ha/cap	Lo que tengo (capacidad de carga)	ha/cap
Absorción de CO <sub>2</sub>	1,23	Absorción de CO <sub>2</sub>	0,00
Terreno construido	0,05	Terreno construido	0,05
Cultivos	0,56	Cultivos	0,78
Pastos	0,24	Pastos	0,09
Productos forestales	0,39	Productos forestales	1,02
Productos pesqueros	0,99	Productos pesqueros	0,50
		Total	2,44
<b>TOTAL</b>	<b>3,47</b>	Disponible (-12% biodiversidad)	<b>2,15</b>

Fuente: Gobierno de Navarra (Anónimo, 2002c).

supera la media hectárea, mientras que la del segundo es de casi una hectárea. La explicación es sencilla: la productividad de los cultivos es mucho mayor que la del mar.

La productividad de los cereales, por ejemplo, es de 2 744 kg/ha/año, lo que significa que si una persona consumiese esa cantidad en un año, su huella con respecto al consumo de cereales sería de 1 ha/año. Si consumiera el doble, su huella sería de 2 ha, etc. En realidad, en Navarra se consume una cifra mucho menor que esas cantidades, pues el consumo de todos los vegetales juntos produce una huella de 0,56 ha de terrenos de cultivo.

La productividad del mar es de 29 kg/ha/año, que es casi lo que consume un navarro anualmente, motivo por el cual su huella con respecto al pescado es prácticamente 1 ha. Comprobamos que el mar produce muy poco, de ahí que la huella resulte muy elevada.

Ahora bien, la productividad no siempre es la misma, sino que depende del lugar, existiendo, obviamente, zonas más productivas que otras. En Navarra, como en Barcelona y San Sebastián, se ha optado por utilizar la productividad media global cuando el consumo se basa en productos del exterior, y utilizar la productividad local cuando el consumo proviene de sus propios productos (apréciese cómo, en algunos casos, la productividad local es muy superior a la global). Por otro lado, a la hora de calcular el consumo anual de una comunidad, siempre hay que considerar la producción propia, más las importaciones, menos las exportaciones.

Por ejemplo, la producción de lana en Navarra en el año del estudio (1998), fue de 1 125 t, a las que hay que descontar las 8 t exportadas (véase la tabla 1.6). Como la

Tabla 1.6. **Huella ecológica de Navarra, correspondiente a los pastos**  
(Habitantes, H, en 1998: 530 819)

Concepto	Producc. en tonel. (P)	Import. en tonel. (I)	Export. en tonel. (E)	Consumo interno (kg/cap) (P-E/H)	Consumo externo (kg/cap) (I/H)	Product. global (kg/ha)	Product. local (kg/ha)	Huella ecológica (ha/cap)
Bovino	7 465	363	394	13,32	0,68	32	237	0,0775
Equino	145	0	0	0,27	0,00	32	237	0,0011
Porcino	27 657	1 117	2 775	46,87	2,10			(1)
Ovino- caprino	3 739	31	122	6,81	0,06	32	237	0,0305
Aves	33 777	564	734	67,90	1,06			(1)
Lana	1 125	14	8	2,10	0,03	16	16	0,1331
Huevos	21 664	26	21	40,77	0,05	502	502	(1)
Leche	161 126	1 399	0	303,54	2,64	502	502	(1)
TOTAL	259 697	3 515	4 054	481,60	6,62			0,2423

(1) Incluido en la huella de los cereales, ya que a este ganado se le supone alimentado con pienso.

Fuente: Gobierno de Navarra (Anónimo, 2002c).

población por entonces era de 530 819 habitantes, el consumo de productos propios fue de 2,10 kg/cap/año ( $1\ 117 \cdot 1\ 000 / 530\ 819$ ). Las importaciones fueron de 14 t, por lo que el consumo de productos procedentes del exterior fue de 0,03 kg/cap/año ( $14 \cdot 1\ 000 / 530\ 819$ ). Con una productividad de 16 kg/ha/año, la huella fue de 0,1331 ha/cap/año ( $2,10 + 0,03 / 16$ ).

La producción de carne de equino en Navarra ascendió a 145 000 kg, con cero importaciones y cero exportaciones. El consumo de producto interno fue de 0,27 kg/cap/año ( $145\ 000 / 530\ 819$ ). Como la productividad de equino en Navarra se calculó en 237 kg/ha, la huella final se queda en ( $0,27 / 237$ ) 0,0011 ha/cap/año.

Por lo que concierne al consumo de productos forestales, cabe decir, en primer lugar, que la productividad media global de los bosques es de 1,99 m<sup>3</sup>, o 1,2 t/ha (a una densidad de 0,6 t/m<sup>3</sup>), mientras que la productividad local de los bosques navarros es bastante superior. En la tabla 1.5 vemos que cada navarro consume menos de la mitad de una hectárea al año, exactamente 0,39 ha.

Por último, cada navarro consume 1,23 ha de bosques como sumidero de CO<sub>2</sub>, es decir, la mayor huella de las seis categorías. Ello se debe al elevado consumo de energía (electricidad, combustibles y fabricación de materiales), de nuestro actual estilo de vida, en cuyos procesos se emite CO<sub>2</sub>, el cual precisa masa forestal para ser absorbido.

En la tabla 1.7 comprobamos cómo se ha realizado el cálculo de la energía utilizando los diferentes tipos de combustibles empleados en la producción de bienes y servicios, así como los bienes importados menos los exportados. Por ejemplo, para los combustibles líquidos, la productividad energética considerada para los bosques navarros fue de 94 GJ/ha/año, mientras que el consumo de los mismos fue de 56,55 GJ/cap/año, por lo que la huella resultante es de 0,60 ha/cap/año ( $56,55 / 94$ ).

Navarra exporta más bienes de los que importa (productos fabricados internamente, pero que se consumen fuera), lo que arroja un valor negativo que hace disminuir la huella ecológica. No es preciso conocer ahora todos los detalles de estos cálculos, puesto que lo iremos viendo, tanto en el siguiente apartado (huella de Chile), como en el próximo capítulo (huella de las empresas).

Tabla 1.7. **Huella ecológica de Navarra, correspondiente a la energía**

Tipo de energía	Consumo (GJ/cap/año)	Productividad local (GJ/ha/año)	Huella ecológica de la energía (ha/cap/año)
Combustibles sólidos	23,17	73	0,317
Combust. líquidos	56,55	94	0,600
Combust. gaseosos	28,68	123	0,232
Nuclear (térmica)	14,30	94	0,152
Hidroeléctrica	6,30	1 328	0,005
Imp-exp. bienes	-6,77	94	-0,072
TOTAL			1,234

Fuente: Gobierno de Navarra (Anónimo, 2002c).

## La huella ecológica de Chile

En el siguiente ejemplo mostramos la típica hoja de cálculo Excel empleada para el cálculo de la huella ecológica de las naciones y ciudades tal y como suele ser ofrecida por Wackernagel y sus colaboradores.

Los datos de las naciones suelen ser más fiables que los de las ciudades, ya que la mayor parte de los datos de producción, importación y exportación están avalados por Institutos de estadística nacional. El ejemplo mostrado corresponde al año 1993, año en el que se calculó la huella de Chile.

La hoja de cálculo está dividida en tres grandes áreas (Anexo A). En el primer bloque se muestra el consumo de recursos bióticos; en el segundo se muestran

los requerimientos de energía de Chile; y en el tercero se muestran los resultados de la huella ecológica y la capacidad de carga.

Los recursos bióticos exponen la producción de cada una de las categorías, a la cual se le suman las importaciones y se le restan las exportaciones para obtener el consumo anual. La producción de carne de bovino, por ejemplo, es de 241 000 t, más 35 017 toneladas importadas, menos 3 497 t exportadas, lo que nos da un consumo interno de 272 520 t/año.

Como la productividad de este tipo de carne es de 33 kg/ha/año (y teniendo en cuenta que el número de habitantes en 1993 era de 13 822 000), la huella ecológica (en este caso, correspondiente a “pastos”) es de 0,6 ha/cap/año ( $272\,520\,000 / 33 / 13\,822\,000$ ).

El consumo de pescado es de 31 kg/cap/año, y como la productividad del mar es de 29 kg/ha/año, la huella del “mar” es de 1,1 ha/cap/año.

El consumo de cereales es de 3 403 074 toneladas, lo que, a una productividad de 2 744 kg/ha, da como resultado una huella (atribuida a “cultivos”) de 0,09 ha/cap/año ( $3\,403\,074\,000 / 2\,744 / 13\,822\,000$ ).

Si sumamos todas las huellas de los “cultivos”, todas las de los “pastos”, etc., nos da el total, el cual se muestra en el tercer bloque de la hoja de cálculo, donde se indican los resultados. Vemos que la huella de los pastos es de 0,9 ha, la de los cultivos 0,1 ha, la del mar 1,1 ha y la de los bosques 0,6 ha.

En el segundo bloque tenemos el balance de energía, el cual se subdivide en tres sub-bloques. En el último aparece la energía asociada a la fabricación de bienes de consumo, tales como bebidas, materias primas, productos químicos, manufacturas básicas, productos industriales, etc. En este caso, se restan las exportaciones de las importaciones y se multiplican las toneladas resultantes por la intensidad energética del producto, para conocer la energía asociada a la fabricación del mismo.

Por ejemplo, la intensidad energética de los productos químicos es 40 GJ/t (es decir, la fabricación de una tonelada de este producto conlleva el consumo de 40 GJ de combustibles); la importación de los mismos fue de 115 670 t y la exportación de 812 087 t:

$$115\,670 - 812\,087 \cdot 40 = -27\,856\,680 \text{ GJ} = -27\,856,68 \text{ TJ} = -27,86 \text{ PJ}$$

La suma de todos los bienes y servicios importados y exportados se divide entre el número de habitantes (13 822 000), y se pasa a gigajulios para obtener el consumo *per cápita* (2,9 GJ/cap/año).

En el segundo sub-bloque tenemos los consumos nacionales de energía fósil, de electricidad y de hidroelectricidad.

Y en el primer sub-bloque tenemos la energía total consumida por combustibles sólidos, líquidos, gas, energía nuclear, bienes y servicios importados, hidroelectricidad y bioenergía, así como las productividades asociadas a estos combustibles. Del modo habitual, se divide el consumo energético entre la productividad de cada uno de estos combustibles para obtener así la huella de la energía fósil, la cual resulta ser de 0,5 ha/cap/año.

En este último caso, apréciase que la huella asociada al consumo de energía hidroeléctrica (0,0046 ha/cap/año) no va a energía sino a terreno construido (el espacio necesario para las presas y conducciones eléctricas; más adelante, Wackernagel no imputa esta huella a terreno construido sino a pastos o cultivos).

Como el terreno construido en Chile asciende a unas 0,015 ha/cap/año más, el total por este concepto es de  $(0,0046 + 0,015)$  0,0196 ha/cap/año (apréciase que, en las hojas de cálculo, al redondear suele aparecer 0,0).

En el tercer bloque tenemos, por último, los datos finales de la huella y la capacidad de carga. Obviamente, no es lo mismo una superficie de bosque que una superficie de mar, por eso la huella se multiplica por un factor de equivalencia de la biomasa, para hacer equivalentes todos los tipos de superficies. Representa la capacidad relativa para producir biomasa y así, un factor 2,8 significa que esa categoría de tierra es 2,8 veces más productiva que la superficie bio-productiva media mundial.

De la misma forma, la capacidad de carga se multiplica igualmente por ese factor de equivalencia, pero también por un factor de rendimiento, que es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad global.

Desde los primeros avances de la huella ecológica hasta la actualidad, se han sucedido multitud de mejoras. Los contenidos de la última Conferencia sobre Huella Ecológica, celebrada en mayo de 2007 en Cardiff (Gales), nos da una idea de la diversidad de trabajos que los numerosos especialistas de todo el mundo están llevando a cabo<sup>13</sup>.

Ningún otro indicador ambiental dispone de la carga de esfuerzo académico que se está realizando actualmente con la huella ecológica. En tales condiciones, no cabe duda de que las conversiones y estimaciones serán en cada ocasión más precisas, y de que la huella ecológica se impondrá como el indicador integrado de sostenibilidad ambiental por excelencia.

---

<sup>13</sup> Consultar contenido de la Conferencia en: [http://www.brass.cf.ac.uk/events/International\\_Ecological\\_Footprint\\_Conference.html](http://www.brass.cf.ac.uk/events/International_Ecological_Footprint_Conference.html) (último acceso, mayo/2007).

## Claves del éxito de la huella ecológica como indicador

- Permite integrar todos los indicadores ambientales de presión, en un único número.
- Posibilita la integración del resto de indicadores, aún no incorporados.
- Integra los tres tipos de indicadores (de presión, de estado y de respuesta).
- Ofrece como resultado un número con claro significado y de fácil interpretación (número de hectáreas).
- Las superficies en hectáreas se pueden convertir a CO<sub>2</sub>, un parámetro de gran actualidad gracias al Protocolo de Kioto. Refleja claramente, por tanto, cómo se pueden compensar las emisiones directas o indirectas de CO<sub>2</sub> (la “huella del carbono”).
- Se puede aplicar a todo tipo de escala, tanto a países, como a empresas, como a personas.
- Se puede aplicar a productos, a modo de eco-etiqueta.
- Facilita el “efecto dominó”, pues a todo eslabón de la cadena productiva le interesa exigir productos a sus proveedores con la menor huella posible.
- Es perfectamente comparable a cualquier escala.

## Tu huella ecológica: comenzando por uno mismo

Reducir la huella ecológica no es tarea solamente de empresas, de Gobiernos o de Comunidades. Todos tenemos nuestra responsabilidad, y nada mejor para concluir este capítulo que mostrar un ejemplo práctico de cómo reducir nuestra huella ecológica personal. Ello nos ayudará a comprender cuanto hemos descrito y, primordialmente, a colaborar con esa globalización *realmente global* y sostenible a la que todos aspiramos.

Si queremos actuar, lo primero que hay que hacer es calcular cuánta sostenibilidad tenemos. Obtenida la medida habrá que mejorarla progresivamente, hasta alcanzar la sostenibilidad total. En el Anexo B se muestra una sencilla forma de estimar nuestra huella ecológica, extraída de una didáctica guía editada por el Gobierno de Navarra (Anónimo, 2002c).

Es un *test* que, con variantes, ha sido empleado por muchas asociaciones, sindicatos, centros de formación y organizaciones de diversos tipos. Nos muestra que la mayoría de nosotros vivimos de espaldas al desarrollo sostenible.

En capítulos posteriores nos dirigiremos más a las empresas, corporaciones y organizaciones diversas, en las que a menudo creemos que radica todo el peso del cambio. Pero conviene dejar claro desde un principio que toda organización está formada por personas, y que ellas son, como ciudadanos y como consumidores finales de todo proceso productivo, las que deben asumir toda la responsabilidad del cambio. De modo que no es una nimiedad lo que podemos hacer cada uno de nosotros.

Si en su test no ha salido muy favorecido, he aquí algunos consejos para empezar a disminuir la huella personal y, con ella, la huella global:

- Valore la necesidad real que tenemos de los productos que compramos. Recuerde siempre la regla de las tres erres (reducir, reutilizar, reciclar).
- Invierta en energías verdes, utilice bombillas y electrodomésticos de bajo consumo. Emplee pilas recargables. No deje aparatos eléctricos encendidos inútilmente, como la televisión o el ordenador.
- Abrígueuse más y utilice menos la calefacción. En su nueva casa, decídase por los buenos aislantes, o aisle la que ya tiene con ventanas de calidad, entre otras cosas.
- Reduzca el consumo de agua y use la ducha en vez del baño. Contar con difusores eficientes para la ducha, reparar las pequeñas fugas, dosificar el agua de aseo o introducir algún objeto en la cisterna para disminuir el consumo de agua, son prácticas excelentes para conservar este precioso recurso.
- Minimice los residuos sólidos, compre al por mayor y ahorrará dinero, compre productos con poco embalaje y reciclable. Evite el plástico y el corcho blanco. Busque productos ecológicos o con etiqueta ecológica. Rechace las bolsas de plástico, utilice sus propias bolsas y, si son de papel o cartón, mejor.
- Compre productos locales o próximos a su localidad, son preferibles a los importados, pues consumen menos combustible en su transporte y producen menos emisiones, a la vez que esta actitud favorece la economía regional.
- Consuma productos frescos antes que enlatados y aumente la proporción de productos vegetales con respecto a los derivados de animales.
- Trasládese caminando, siempre que sea posible. Utilice la bicicleta o los transportes públicos mejor que el vehículo. El ferrocarril es un medio de transporte muy recomendable. Si usa el coche, compártalo siempre que pueda, sobre todo para ir al trabajo. Un vehículo mal mantenido consume y contamina más. Recuerde que el avión es lo que más impacto produce.
- Emplee papel reciclado 100% y libre de cloro. Consuma el menor volumen de papel posible y utilice siempre las dos caras. Nunca tire los folios, sirven

aún para escribir o para usarlos como borradores. Finalmente, arroje todo el papel a los contenedores de papel reciclable. Sea responsable con sus compras y en especial con la madera: nunca compre maderas exóticas o de procedencia dudosa.

- Repare sus productos antes que comprarlos de nuevo. Alquile la maquinaria en lugar de comprarla, si es posible. No tire nada a la basura sin antes pensar si sirve para algo o para alguien.
- Evite comprar productos de usar y tirar, como papel de cocina, servilletas, pañuelos de papel, afeitadoras de plástico, etc. Guarde los alimentos en fiambreras en vez de utilizar papel de aluminio o de plástico.
- Utilice los contenedores selectivos, no arroje a la basura los productos tóxicos o peligrosos. Si no recicla el aceite de cocina, la mejor forma de deshacerse del mismo es meterlo en un bote antes de echarlo a la basura.
- Y recuerde que el desarrollo sostenible no sólo es lo ambiental: preocúpese por la sociedad en la que vive, tanto por la sociedad local como por la sociedad global. Colabore con las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) de su localidad. Deje la indiferencia a un lado, y sea crítico con las injusticias sociales. Si ya ha alcanzado sus objetivos de bienestar, hay muchos millones de personas aguardando a que alguien les saque de los niveles más básicos de subsistencia. En el desarrollo sostenible global, ganamos todos.

# 2

## Cálculo de la huella ecológica y huella del carbono corporativa

### 2.1. Introducción

La huella ecológica es un indicador de sostenibilidad de índice único, desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996. Mide todos los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistemas o naturaleza. Empleada habitualmente para regiones o países, hemos constatado que dicho indicador puede utilizarse perfectamente en las empresas y en cualquier tipo de organización, pasando a denominarse, entonces, huella ecológica corporativa.

En este capítulo se describe con detalle la metodología utilizada y se aplica, de forma práctica e ilustrativa, a la empresa en la que trabaja el autor: la Autoridad Portuaria de Gijón. Tal huella equivale a lo que producirían 6 483 ha de ecosistemas en un año o a la emisión de 30 485 t CO<sub>2</sub>/año. La huella ecológica corporativa permite establecer objetivos claros y concretos de sostenibilidad ambiental; permite la integración de indicadores, ciclo de vida y eco-etiquetado en una única herramienta; y aporta un nuevo método de decisión política para luchar, de forma más justa, contra el cambio climático.

Como conclusión a este capítulo, se presenta un nuevo modelo de desarrollo sostenible y una nueva ética empresarial, basados en la aplicación tanto de la huella ecológica-huella del carbono corporativa como de la huella social que la complementa, la cual introducimos en este capítulo. Se propone que la empresa responsable incorpore, entre sus estrategias, la cooperación al desarrollo, a través de herramientas eficaces como los mecanismos de desarrollo limpio y la responsabilidad social corporativa. En el Anexo C, se acompaña una hoja de cálculo para que cualquier organización pueda calcular su huella ecológica y su huella social.

## 2.2. El concepto de huella ecológica corporativa

La huella ecológica es una importante herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos.

La huella ecológica transforma todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO<sub>2</sub>), ofreciéndonos una idea clara y precisa del impacto de nuestras actividades sobre el ecosistema. Bajo nuestro punto de vista, es el indicador final porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.), así como los desechos producidos, en un único número totalmente significativo.

Los autores del método original, Mathis Wackernagel y William Rees (1996), consideraron aplicar el mismo a varias escalas: individuos, vivienda familiar, ciudades, regiones, naciones y el mundo en su conjunto, sin que hasta la fecha se haya aplicado a la empresa. Sin embargo, como ya hemos sugerido con anterioridad (Doménech, 2004), aunque el consumo suele referirse al ciudadano como consumidor final, la huella ecológica es perfectamente aplicable a la empresa y a cualquier tipo de organización (como personas jurídicas), ya que éstas también son consumidoras de bienes y servicios (véase la figura 2.1).

Cualquier producto que llega al consumidor final ha atravesado toda una cadena de valor, más o menos larga, desde la extracción de las materias primas (minerales, madera, pescado, etc.), hasta el producto acabado, pasando por el diseño, la transformación, la promoción, la distribución y el transporte o la comercialización. En cada uno de esos pasos o eslabones de la cadena se va añadiendo algo más de huella ecológica hasta llegar al consumidor final.

Así, por ejemplo, una empresa pesquera que explota un recurso, genera los siguientes impactos: a) el espacio que utilizó para la pesca; b) el consumo de combustible del buque; c) el consumo de materiales manejados (redes, cajas, anzuelos, etc.); d) el consumo de otros recursos (papel, agua, comida, etc.); e) las emisiones, vertidos y desechos producidos. Supongamos que todos estos impactos, una vez convertidos a espacio mediante la metodología que vamos a describir, producen una huella ecológica de unas 10 ha por tonelada de pescado extraído (es decir, cada tonelada de pescado equivale a todos los recursos que producen 10 ha de ecosistemas bioproductivos).

Las operaciones de la lonja, donde se gasta energía eléctrica, se fabrica hielo, se consumen materiales de oficina, etc., añaden nueva huella a esa tonelada de pescado. El transporte hasta la fábrica de conservas y la propia transformación, enlatado, etc., añaden una nueva huella a ese pescado. La posterior venta y transporte,

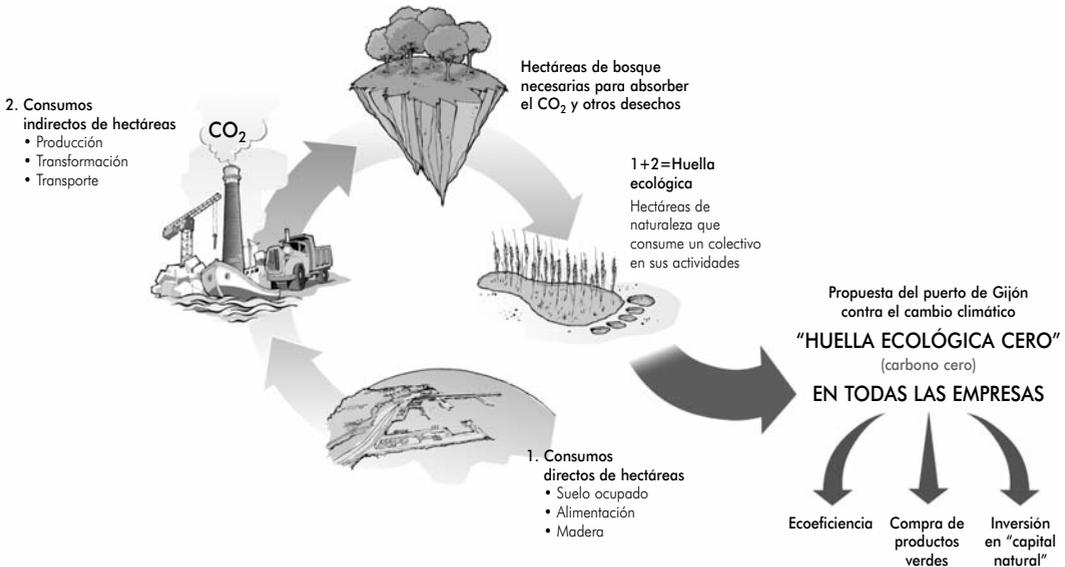


Figura 2.1. La huella ecológica aplicada a la empresa permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y combatir el cambio climático

a veces hasta lugares sumamente alejados, añaden más huella. Finalmente, el producto es servido en un restaurante, donde se consume luz, agua, gas, combustible para la calefacción, materiales, espacio y otros, y donde se generan nuevos residuos. Al final de toda esa cadena, la huella de aquella tonelada de pescado podría pasar de las iniciales 10 hectáreas a las 1 000 hectáreas finales (exagerando el ejemplo a efectos descriptivos), que observamos en la figura 2.2.

El receptor de toda esa huella que se ha ido acumulando es el consumidor final, el cliente que está sentado a la mesa del restaurante. Pero, todos los eslabones del proceso han sido consumidores intermedios (como poseedores temporales) del producto "de flujo" que ha ido pasando por todos ellos (el pescado), así como consumidores finales de muchísimos otros productos (desde un bolígrafo hasta un anzuelo), que ya no pasan al siguiente eslabón. Podemos pensar que esos productos o consumos finales (como la energía o el combustible), quedan incorporados (como insumos), en el producto de flujo, y considerar así que todo es consumo intermedio, pero lo cierto es que, lo llamemos como lo llamemos, todos y cada uno de los eslabones adquieren huella a partir de los eslabones anteriores y generan una nueva huella por medio de sus propios procesos. Unos y otros productos quedan registrados en la contabilidad de la empresa y todos ellos podrán ser registrados como huella.

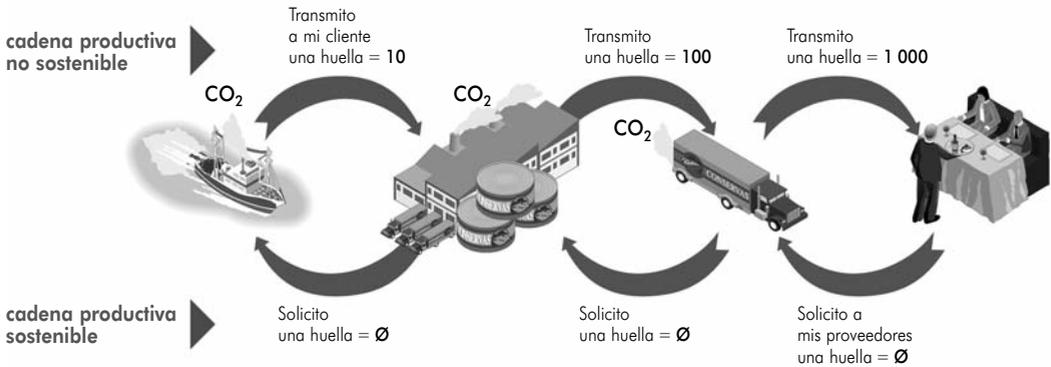


Figura 2.2. La aplicación de la huella ecológica a la empresa propicia el “efecto dominó”, pues a toda empresa le interesará adquirir productos libres de huella, para lo cual deberá buscar unos proveedores ecoeficientes. La huella como etiqueta ecológica propicia una fácil y comprensible identificación ambiental de productos y empresas

La cadena del pescado descrita (como las actuales cadenas del petróleo, del acero, del gas, del vidrio o cualquier otra), es una cadena no sostenible. Sin embargo, si una empresa determinada, cualquier eslabón de la cadena, opta por la sostenibilidad, podrá y deberá adquirir productos sin huella o con poca huella (los denominados productos “verdes” o certificados) y, a su vez, deberá implantar procesos productivos propios que no añadan nueva huella a ese producto adquirido (utilizando, por ejemplo, biocombustibles, comprando energía “verde” o implantando energías alternativas propias). Si esta práctica se extiende por la cadena al completo se producirá un “efecto dominó”, de modo que todos los proveedores tenderán a hacerse progresivamente más sostenibles con el fin de incrementar su competitividad.

Por lo tanto, toda empresa, como depositaria o poseedora de la huella de los productos que hereda o adquiere, y como generadora de nueva huella, debido a sus propios procesos, puede aplicar con total propiedad el concepto de huella ecológica como indicador de sostenibilidad. Es más, podríamos asumir que toda la huella de una empresa queda incorporada en el producto de flujo que va a pasar al siguiente intermediario, como dijimos anteriormente, y que, por lo tanto, todo es consumo intermedio, en el sentido que le dan los economistas (todo son productos de flujo hacia el siguiente eslabón); pero, en el sentido que le damos aquí, también podemos asumir lo contrario, es decir, que todo consumidor intermedio es en realidad un consumidor final provisional, tanto en cuanto no se produzca la transferencia de sus productos al siguiente eslabón de la cadena, ya que es posible que tales productos no salgan de la empresa poseedora.

Así, por ejemplo, si se produce un incendio o cualquier otra catástrofe natural o artificial, o si el producto queda almacenado indefinidamente por la razón que sea, o si los productos perecederos se estropean por motivos diversos, ese consumidor intermedio pasaría automáticamente a ser el consumidor final de tales productos. Creemos, en consecuencia, que el concepto de huella ecológica aplicado a la empresa se encuentra totalmente justificado.

Probablemente, un concesionario de coches, dedicado a la simple e inocente compra y venta de vehículos (producto de flujo), se sorprenda al saber que los automóviles que pasan por su comercio, y que él no va a usar directamente, le producen una considerable huella. Pero, lo cierto es que, desde el momento en que es depositario del vehículo es poseedor también de la huella asociada al mismo, y, si en ese preciso momento, el vehículo queda arruinado por cualquier motivo (incendio, derrumbe o cualquier otra catástrofe), el depositario se convierte en el consumidor final del mismo. La posesión de un vehículo con huella ecológica no es, por tanto, tan inocente, ya que el poseedor es el único responsable de comerciar con tales vehículos y no con otros sin huella o con menos huella, existentes en el mercado.

También sería responsable de añadir a sus vehículos nueva huella con su propio consumo eléctrico, con el consumo de materiales de oficina o de mobiliario, con la calefacción de sus locales, o con el combustible utilizado en las pruebas de vehículos. En cualquier caso, la hoja de cálculo desarrollada permite diferenciar claramente la huella provocada por los productos que designemos como de flujo (los vehículos, en este caso) y los consumos que consideremos finales o añadidos (el resto de consumos).

Obviamente, si se deseara calcular la huella total de toda la cadena de valor, ésta no sería igual a la suma de todas las empresas que la componen, puesto que se incurriría en doble contabilidad, sino que sería igual a la huella acumulada en el último eslabón de la cadena. En el ejemplo mostrado más arriba, la huella total no sería  $10 + 100 + 1\ 000$  ha, sino la del receptor final, es decir,  $1\ 000$  ha.

Así pues, sabiendo que el poseedor de un producto es el poseedor provisional de su huella total acumulada, definimos huella ecológica corporativa como el impacto ambiental, en hectáreas, de cualquier organización, provocado por: a) la compra de todo tipo de productos y servicios claramente reflejados en las cuentas contables; b) la venta de productos procedentes de la producción primaria de alimentos y otros recursos forestales o bióticos, es decir, cuando hortalizas, frutas o carnes entran por primera vez en la cadena de mercado; c) la ocupación de espacio; y d) la generación de desechos claramente reflejados en su memoria ambiental. Todos los impactos considerados en la huella ecológica corporativa son perfectamente controlables y auditables, y, por lo tanto, objetivos y transparentes.

Es importante destacar que prácticamente todos los datos de cálculo de la huella ecológica corporativa se pueden obtener de la contabilidad de la organización<sup>14</sup>, motivo por el cual se puede aplicar a cualquier organismo y a cualquier escala; elimina cualquier tipo de arbitrariedad y facilita la comparación. La huella ecológica corporativa es un rastreador de la huella ecológica habitual (basada en el ciudadano, como consumidor final), pues analiza el impacto de cualquier producto a lo largo de todo su ciclo de vida.

Los trabajos de huella ecológica corporativa comenzaron en el año 2001 (Alba *et al.*, 2003; Doménech, 2004a, 2004b). En esta obra mostramos los últimos resultados, introduciendo nuevas mejoras, las cuales, indudablemente, deberán seguir siendo enriquecidas con nuevas aportaciones<sup>15</sup>. Se reflejan, además, las diferentes técnicas empleadas en distintos cálculos de otros autores, con el fin de ofrecer un método estándar y útil para cualquier tipo de organización.

### 2.3. Estructura de la hoja de cálculo

Todo el método de cálculo descrito en este capítulo se incluye en una simple hoja de cálculo, basada en la mayor parte de las hojas de cálculo existentes, especialmente las de Wackernagel (1998a, 1998b). Algunos datos de intensidad energética se extraen de Nerea (2003) y de otros trabajos como la huella ecológica de Barcelona (Relea *et al.*, 1998; Terradas, 1998) o la huella de Berlín (Jens Pacholsky, 2003). Especial interés cobra la huella familiar de Wackernagel *et al.* (2000), de donde son tomados varios de los índices de conversión utilizados en la huella ecológica corporativa.

La hoja de cálculo elaborada se muestra en el Anexo C. También podrá descargarse del sitio <http://www.huellaecologica.com>, desde donde se accederá a las posibles actualizaciones de las versiones que se vayan generando.

Las columnas se dividen en cinco grupos, el primero corresponde a la descripción de las diferentes categorías de recursos consumibles. Se han intentado agrupar por

---

<sup>14</sup> Existen escasas excepciones, como por ejemplo, en el caso de que una organización consuma directamente los alimentos o recursos que produce en sus propios terrenos productivos.

<sup>15</sup> En el momento de publicar este libro existen cinco trabajos en marcha con varias universidades españolas: 1) con la Univ. de Oviedo, se están integrando todos los desechos (residuos, emisiones y vertidos), en la hoja de cálculo; 2) con la Univ. de Cantabria se está validando la huella de los servicios; 3) con la Univ. de Valencia se está validando la huella de los materiales; 4) con la Univ. de Santiago de Compostela se está validando la huella del consumo de recursos agropecuarios; y 5) con la Univ. de Cádiz se está validando el conjunto de la hoja y las conversiones de hectáreas a carbono

su similitud, en la medida de lo posible, resultando cuatro grandes bloques: consumo energético (distribuido, a su vez, en seis subgrupos), uso del suelo, recursos agropecuarios y recursos forestales.

El segundo grupo de columnas muestra los consumos anuales de la organización expresados en unidades específicas, como kWh, m<sup>3</sup> o l (segunda columna), en euros (tercera columna), en toneladas (cuarta columna) y en gigajulios (sexta columna). Para conocer este último dato, es preciso conocer la intensidad energética de los materiales, la cual se indica en la quinta columna.

El tercer grupo muestra la productividad en dos columnas: la productividad natural en toneladas por hectárea y la productividad energética en gigajulios por hectárea.

El cuarto grupo consta de seis columnas que muestran la huella ecológica por tipo de suelo: superficie necesaria para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub> provocadas por el consumo de energía fósil, tierra cultivable, pastos, bosques, terreno construido y mar. Estas superficies en hectáreas se multiplican por un factor de equivalencia, con el fin de unificar los diferentes tipos de ecosistema, tal y como se describe más adelante.

El quinto y último grupo muestra la huella ecológica total o terreno consumido y la contra-huella o terreno disponible, concepto que se describirá más abajo.

Los datos de consumo (segundo grupo de columnas), dividido por la productividad del suelo (tercer grupo), nos da la huella ecológica de cada tipo de suelo (cuarto grupo). Ese es, a grandes rasgos, el método general de cálculo de la huella ecológica.

La empresa o entidad que desee calcular su huella ecológica, únicamente tendrá que introducir sus consumos anuales en las columnas correspondientes de la hoja Excel (las señaladas en color rojo), y todos los demás datos se calcularán automáticamente.

El método y la hoja de cálculo se han elaborado de forma que sean válidos para la mayor parte de las empresas o entidades, si bien, en algunos casos específicos, habría que introducir ligeras adaptaciones. A continuación se presenta la explicación de todos los cálculos efectuados.

## 2.4. Consumos e intensidad energética

La base fundamental para el cálculo de la huella ecológica es la división del consumo por la productividad, lo cual se obtiene de forma prácticamente directa en el caso de los recursos bióticos, como la madera, alimentos, etc. Para calcular la huella ecológica de los recursos, correspondiente a energía fósil, debemos conocer

el consumo de los mismos en gigajulios, para lo cual se debe multiplicar el consumo del producto en toneladas por la intensidad energética del mismo, medida en gigajulios/tonelada.

Para obtener el consumo de los materiales en toneladas es preciso utilizar índices de conversión, ya que, en los momentos actuales, la mayor parte de las empresas aún no han desarrollado una adecuada contabilidad de los materiales que permita conocer el consumo exacto en toneladas. Juzgamos interesante que las empresas comiencen a favorecer a los proveedores que ofrezcan los datos de suministro tanto en euros como en toneladas, lo que sin duda se irá logrando de forma gradual.

Obtenido el consumo en la unidad correspondiente, y conocida la productividad, se calcula la huella, propiamente dicha, de cada tipo de ecosistema: la huella del consumo de patatas se asignará a terrenos cultivables; la huella del consumo de pescado se asignará a mar; la huella del consumo de madera se asignará a bosque; la huella del consumo de carne se asignará a pastos, la huella de la ocupación del espacio construido se asignará a terreno construido, y la huella del consumo de materiales o energía se asignará a energía fósil. Este último punto presupone que la producción de materiales o energía produce emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales precisan de superficies forestales para su absorción.

## 2.5. Productividad natural

Si, por ejemplo, una determinada comunidad de individuos consume al año 12 000 kg de patatas, y la productividad media de las patatas es de 12 000 kg/ha, esa comunidad estará consumiendo el equivalente a 1 hectárea de terreno de cultivos. Esa es la huella ecológica correspondiente a esa clase de superficie (tierra cultivable). Si consumiera 24 000 kg/año, su huella sería de 2 ha/año, y si consumiera 6 000 kg, sería de 0,5 ha/año.

Ese mismo procedimiento (división del consumo entre la productividad), es aplicable a todo tipo de consumos de recursos: electricidad, combustibles, materiales, agua, papel, etc.

## 2.6. Productividad energética

El apartado anterior se refiere a la productividad de los alimentos y productos orgánicos que nos ofrece la tierra, pero ¿cómo aplicar dicho principio al consumo de materiales, tales como maquinaria, productos químicos, material eléctrico, material de oficina, productos de plástico, vehículos o cemento para la construcción? En este

caso, se deben transformar todos esos elementos en energía (la utilizada en su producción o fabricación), y dividirlos entre la productividad energética de la tierra, es decir, la cantidad de energía que puede producir o asimilar una hectárea de terreno.

La unidad empleada es el julio (J), medida física del trabajo que equivale al trabajo que hay que realizar para levantar un kilogramo a diez centímetros del suelo. Mide también la energía calorífica; una kilocaloría equivale a 4,1868 kilojoules. Un kWh equivale a 3,6 MJ. Un GJ son 1 000 MJ; un megajulio son 1 000 kJ; y un kJ son 1 000 J.

La metodología utilizada por Rees y Wackernagel para calcular el ratio de energía por hectárea varía según la fuente de combustible sea carbón, petróleo, madera, gas, etc. Inicialmente, estos autores estimaron un factor de absorción de 1,8 toneladas de carbono por hectárea y año, y un tiempo de maduración forestal de 50 a 80 años. Luego, utilizando mejores estimaciones del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), para la productividad forestal, la absorción de carbono y los factores de emisión de carbono, y asumiendo un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de 40 años, se fijó la media de absorción de carbono en 1,42 t C/ha/año o 5,21 t CO<sub>2</sub>/ha/año. Parece una estimación prudente y adecuada, teniendo en cuenta que algunos estudios realizados por la Universidad de Vigo, con eucaliptos, arrojan una tasa de absorción de hasta 25 t CO<sub>2</sub>/ha/año (Oliveros, *et al.*, 2004).

Los combustibles líquidos poseen un factor de emisión de carbono de 20 t C/TJ, por lo que el ratio energía/hectáreas es de 71 GJ/ha/año (1,42 / 0,020 = 71). Es decir, 1 ha de bosque puede secuestrar anualmente las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de 71 GJ de combustible líquido.

Otros cálculos ofrecidos por los autores en sus diferentes publicaciones fueron los siguientes:

1. 1 ha de bosque produce 1,99 m<sup>3</sup> de madera (en rollo). Asumiendo que el tronco contiene sólo una tercera parte de todo el carbono almacenado (1,99 · 3 = 5,97 m<sup>3</sup>/ha).
2. Densidad de la madera: 0,6 t/m<sup>3</sup> (5,97 · 0,6 = 3,58 t/ha biomasa seca).
3. 1 t de biomasa seca equivale a 0,45 toneladas de carbono (3,58 · 0,45 = 1,6 t C/ha/año). Nótese que, en este caso, se asume una absorción anual de 1,6 t C/año.
4. 1 t de biomasa seca (o 0,45 t C), contiene 20 GJ de calor (1,6 · 20 / 0,45 = 71,1 GJ/ha/año).

Repetimos que otras estimaciones de los autores aportaron resultados diferentes de 100 GJ/ha/año (con la mencionada tasa de absorción de 1,8 t C/ha/año), o de 60 GJ/ha/año (absorción de 1,05 t C/ha/año).

Aunque los mismos Rees y Wackernagel recomiendan utilizar, cuando sea posible, las productividades locales o regionales en lugar de la media global (tal y como hacen algunos autores), nosotros aconsejamos emplear la productividad global, ya que, en el creciente mundo globalizado en el que vivimos, los artículos consumidos por las empresas o corporaciones tienen muy diversas procedencias, lo que haría extremadamente dificultoso trabajar con las productividades locales de cada una de ellas. De hecho, a pesar de su recomendación, los autores del método optan por utilizar las productividades medias mundiales en la mayoría de sus cálculos.

No obstante, algunos autores han optado por usar datos locales. Así, por ejemplo, en la huella ecológica de Berlín, el autor, Jens Pacholsky (2003), utiliza un ratio de absorción de 7,2 t CO<sub>2</sub>/ha/año (correspondiente a la ecozona de Berlín), en lugar de 5,26 t CO<sub>2</sub>/ha/año, inicialmente utilizado por Rees y Wackernagel. De ese modo obtiene una huella ecológica de 4,06 ha/cap, en vez de las 9 ha/cap que se obtendrían con la segunda tasa de absorción. Los datos parecen más precisos, ya que también averiguó que el 97% de los productos consumidos en Berlín provienen de Europa, y demuestran que las diferencias entre aplicar la productividad local o global pueden ser muy importantes. Insistimos, sin embargo, en recomendar la utilización de los datos globales ofrecidos por los autores del método, especialmente en la huella corporativa, ya que en caso contrario, además de la dificultad señalada más arriba, se distorsionarían las posibles comparaciones entre diferentes cálculos.

Otra aproximación empleada originalmente por los autores del método para estimar la productividad energética de la tierra, se basó en la estimación de la tierra necesaria para producir un sustituto del combustible fósil. Así, por ejemplo, estimando la tierra necesaria para la producción de etanol (materia prima o biomasa y energía para el proceso), se ha sugerido una productividad neta de unos 80 GJ/ha/año. En cuanto al metanol, por ahora se han sugerido productividades de 120 a 150 GJ/ha/año (Nueva Zelanda), 17 a 30 GJ/ha/año (Canadá, Rusia, Escandinavia), o 55 a 70 GJ/ha/año (Estados Unidos).

Por tanto, queda establecido el ratio de 71 GJ/ha/año como productividad energética media mundial. Cuando en vez del combustible fósil, se computa la electricidad obtenida a través de los primeros, hay que tener en cuenta que su eficiencia es del 30%, por lo que la huella asociada es unas tres veces mayor que cuando se usa el combustible fósil directamente.

Cuando utilizamos el carbón como combustible, la productividad es de 55 GJ/ha/año, ya que el carbón tiene un factor de emisión de carbono de 26 t C/TJ ( $1,42 / 0,026 = 54,6$ ), y la del gas es de 93 GJ/ha/año, puesto que su factor de emisión es de 15,3 t C/TJ ( $1,42 / 0,0153 = 92,8$ ).

Las productividades de las energías renovables son mucho más altas. La de la hidroelectricidad, por ejemplo, se calcula estimando la superficie ocupada por los

embalses y las líneas de alto voltaje necesarias para la producción anual de electricidad, estimándose en una media de 1 000 GJ/ha/año. Para las presas ubicadas en altitudes considerables sería de unas 15 000 GJ/ha/año, mientras que para las de bajas altitudes sería de 160 a 480 GJ/ha/año.

Para la energía eólica, Rees y Wackernagel estiman una productividad de 12 500 GJ/ha/año, si bien, debido a la mejora tecnológica, ésta ha aumentado considerablemente (aerogeneradores de alrededor de 2 MW y auge de las tecnologías *off-shore*). Algunos parques presentan rendimientos óptimos como, por ejemplo, el proyectado para el Puerto de Bilbao (BOPV n.º 240, de 17 de diciembre de 2004), el cual ocupa, para una potencia de 10 MW (5 torres de 2 MW cada una), una superficie de 7 350 m<sup>2</sup> (aerogeneradores + transporte de la energía fundamentalmente). Al régimen medio de vientos de una zona templada, como el norte de España (2 000 a 3 000 horas al año y vientos de 3,5 a 12 m/s), se le estima una producción de 23 385 MWh/año. Producción por hectárea: 31 816 MWh (114 538 GJ/ha/año). Los datos pueden ser aún mejores en los parques *off-shore*, pues somos de la opinión de que no tienen por qué interferir con la pesca, como algunos piensan, sino, todo lo contrario, pueden beneficiarla (mejorando la huella del mar, debido al efecto arrecife de las bases y escolleras de hormigón y al efecto reserva de los espacios entre las torres).

En el momento actual, creemos oportuno establecer una media entre los datos de Rees y Wackernagel, para parques más antiguos, y estas nuevas tendencias ( $12\,500 + 114\,538 / 2 = 63\,519 = \pm 60\,000$ ), datos que habrá que revisar periódicamente.

En cuanto a la energía solar fotovoltaica, Rees y Wackernagel estiman una productividad de unos 1 000 GJ/ha/año. Teniendo en cuenta que la tecnología va mejorando la eficiencia de las placas, asumimos aquí una productividad algo mayor: 9 m<sup>2</sup> de superficie de panel por kW pico; 1 100 kWh/m<sup>2</sup> de insolación (clima templado, no extremo, como el del norte de España); producción: 398 kWh/año por cada kW pico; producción por hectárea: 442 222 kWh/año (1 592 GJ/ha/año o  $\pm 1\,500$  GJ/ha/año).

Finalmente, para la energía solar térmica, dichos autores estiman una productividad de entre 10 000 y 40 000 GJ/ha/año.

## 2.7. Factor de equivalencia

Obtenida la huella de los cultivos, de los bosques o de los pastos, todavía falta un paso para conocer la huella final. Obviamente, no podemos comparar un terreno de bosque con una superficie de mar, por ejemplo, ya que la productividad del bosque es mucho mayor que la del mar, y la productividad de las tierras cultivables es

mucho mayor que la de los bosques. Por eso, deben homogenizarse los diferentes tipos de suelo multiplicando la huella de cada una de ellos por un factor de equivalencia, el cual representa la productividad potencial media global de un área bioproductiva, con relación a la productividad potencial media global de todas las áreas bioproductivas. Un factor 3,2 significa que tal categoría de tierra es 3,2 veces más productiva que la tierra bioproductiva media mundial.

El último paso, por tanto, es multiplicar la huella resultante de la división consumo/productividad, por este factor de equivalencia, obteniendo así la huella final equivalente. En la tabla 2.1 se muestran los factores de equivalencia tomados de la huella de Chile de Wackernagel (1998a), que son los que utilizamos en esta versión, los cuales difieren ligeramente de los que muestra en su huella familiar (Wackernagel *et al.*, 2000), o de los que calcula para el año 2001 (Wackernagel *et al.*, 2005b).

Tabla 2.1. Factores de equivalencia

Categoría de superficie	Factor equivalencia
Energía fósil	1,13868813
Tierra cultivable	2,82187458
Pastos	0,54109723
Bosques	1,13868813
Terreno construido	2,82187458
Mar	0,21719207

Fuente: elaboración propia.

## 2.8. Cálculo de la huella asociada al consumo eléctrico

Una vez analizados los diferentes grupos de columnas, vamos a describir a continuación las filas de la hoja de cálculo por grupos de categorías de productos y elementos de consumo propios de la actividad empresarial. Dichas categorías son las siguientes: 1) energía (electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y desechos); 2) suelo ocupado; 3) recursos agropecuarios y pesqueros; y 4) recursos forestales.

Para calcular la huella del consumo eléctrico, transformamos los kilowatios consumidos en julios (1 kWh = 3,6 MJ = 0,0036 GJ). Esta conversión sirve para las energías renovables y para la energía nuclear.

Cuando la electricidad es generada a partir de combustibles fósiles (eficiencia del 30%), la huella por unidad energética final consumida es unas tres veces mayor que cuando se usan los combustibles fósiles directamente. Por eso, la huella de la energía producida por centrales térmicas de carbón o combustibles líquidos es de  $0,0036 / 03 = 0,0120$  GJ/kW).

Para obtener el consumo anual en GJ/año, multiplicamos el consumo en kilowatios hora por la intensidad energética correspondiente a ese tipo de energía. Para obtener la huella, se divide el consumo resultante entre la productividad energética correspondiente (55 GJ/ha/año para el carbón; 71 GJ/ha/año para los combustibles fósiles líquidos; 93 GJ/ha/año para el gas).

Si no se conoce la procedencia exacta de la energía, se asume por defecto que corresponde a centrales térmicas de carbón o de combustibles líquidos, según la región. En nuestro caso, la mayor parte de la energía procede de Hidrocarbónico, cuya proporción de producción en la región es conocida, lo que nos permite asignar un porcentaje de la misma a térmicas de carbón, otro a ciclo combinado, otro a nuclear y otro a hidráulica.

La huella de la electricidad generada con combustibles fósiles se carga a energía fósil, mientras que la hidráulica y eólica se carga a pastos, ya que tanto presas como aerogeneradores suelen ocupar zonas altas. Las presas de cursos bajos y la energía solar suelen ocupar zonas aptas para cultivos.

Para convertir kWh en toneladas de combustible utilizado en la producción de electricidad, se empleó la base de datos del *Institut für Verefabmers und Kaltetechnik*, modelo utilizado para la producción de electricidad en España, el cual se basa en el análisis del ciclo de vida (véase la tabla 2.2). Los datos presentados incluyen todo el ciclo de vida del combustible (extracción, transporte, etc.), excluyendo la infraestructura de producción (la central térmica propiamente dicha, la presa, las conducciones, etc.).

Tabla 2.2. Factor de emisión y consumo de combustible por kWh producido

kWh producido por instalación	Factor de emisión (g de CO <sub>2</sub> )	Consumo de combustible
Térmica de carbón (antracita o hulla)	979,0	0,613 kg
Térmica de lignito	1 350,0	1,480 kg
Gas	679,0	0,241 m <sup>3</sup>
Fuel	880,0	0,275 kg
Nuclear (uranio)	5,7	—
Hidráulica	0,0	—

Fuente: elaboración propia.

Como se puede comprobar en la hoja de cálculo, la huella de la APG debida al consumo directo de electricidad, en el año 2004, fue de 968,2 ha (un 14,9% de la huella total), correspondiendo casi toda ella a la electricidad producida en centrales térmicas de carbón.

## 2.9. Cálculo de la huella asociada al consumo de combustibles

Cuando los combustibles fósiles líquidos se utilizan directamente, se calcula el consumo en julios multiplicando el consumo en litros del combustible (gasolina o diésel de diferentes tipos), y transformado a toneladas (1 l pesa 0,8 kg), por su contenido energético (35 MJ/l ó 35/0,8 MJ/kg).

Para convertir el gasto efectuado por el uso de taxis a toneladas de combustible, estimamos que el gasto energético corresponde a un 30,5% del coste total del servicio (Anónimo, 2002a). Conversión de euros a litros de combustible, a razón de 0,717 euros/litro de diésel tipo A (tarifas de diciembre, 2004, sin IVA). Se multiplica por 0,8 para pasar litros a kilogramos, y se divide entre 1 000 para pasar a toneladas. El cálculo exacto es el siguiente:

$$([\text{consumo en euros} \cdot 30,5 / 100] / 0,717) \cdot 0,8 / 1\,000$$

Aquí consideramos que el gasto energético del tren es un 20%, y también un 30,5% para el avión, con un precio del combustible de 0,392245 euros/l, para el primero (diésel tipo C), y de 323 euros/t, para el segundo (referencia internacional del queroseno para el norte de Europa, a finales de 2004: 430 dólares/t = 323 euros/t).

Teniendo en cuenta la fluctuación de los precios de los combustibles, periódicamente (preferiblemente cada año), se deberán actualizar las tarifas del combustible en la hoja de cálculo, para efectuar correctamente las conversiones: a) en la categoría 1.2, combustibles (precios de los diferentes combustibles, y apartados taxi, tren y avión); b) en la categoría 1.4, materiales de construcción (apartado energía); c) en la categoría 1.5, servicios (todos los apartados); y d) en la categoría 3, recursos agropecuarios (apartado servicio de restaurante).

Todos estos consumos asociados a combustibles líquidos fósiles se dividen entre la productividad energética de los mismos (71 GJ/ha/año), obteniendo así la huella de la energía fósil.

Cuando el combustible es biodiésel hay que tener en cuenta que la fabricación de 1 m<sup>3</sup> de biodiésel precisa 14,83 GJ (datos de la empresa Bionorte, Asturias; febrero,

2005). Esta huella se computa en energía fósil, mientras que otra parte debería computarse en tierra cultivable, ya que este combustible proviene de la biomasa. Sin embargo, al proceder actualmente de un producto de desecho (aceites vegetales de frituras), se supone que esta última huella ya se computó en el momento de su primer uso.

Aunque para el cálculo de la huella familiar del combustible consumido por el vehículo, Wackernagel y su equipo añaden un 50% más en concepto de energía consumida en la fabricación del vehículo (15%), y de energía consumida en la fabricación de carreteras y su mantenimiento (35%), aquí no se incluyen estos conceptos por los siguientes motivos: a) la huella de los vehículos en sí ya se incluye en la categoría de consumo de materiales; b) parece conveniente incluir la huella de las infraestructuras públicas de uso común, en el cálculo de la huella urbana, regional o nacional, pero no en el caso de la huella ecológica corporativa, donde hemos convenido incluir sólo los consumos que figuran en las cuentas contables de la empresa (evitando así, arbitrariedades a efectos comparativos); c) resultaría, además, incoherente incluir la huella de los viales públicos, por ejemplo, y no incluir el resto de infraestructuras de uso público, como las aceras y calles por las que caminan los vendedores; los aeropuertos y las estaciones de tren o de metro que toman los viajeros; las conducciones por las que recibimos el agua o los tendidos eléctricos por los que recibimos el suministro; las infraestructuras para el uso del teléfono, etc.

Es importante incidir en este aspecto de la metodología. Si aplicamos la norma de incluir el uso de las infraestructuras públicas, en teoría, un cliente que acude a nuestras oficinas a comprar un producto, se hallaría utilizando una parte de nuestra empresa, por lo que también habría que aplicarle una parte de nuestra huella. Tal modo de proceder haría el método sumamente complejo y sería, probablemente, incorrecto. Por contra, si aplicamos estrictamente la norma propuesta de incluir sólo los consumos que figuran en las cuentas contables de la empresa, la huella de las carreteras se cargaría a la Demarcación de Carreteras (Administración que funciona, a todos los efectos contables, como una empresa), la huella de las líneas e infraestructuras telefónicas se cargaría a las compañías telefónicas, la huella de las aceras al ayuntamiento, etc. Es decir, toda huella quedaría perfectamente reflejada en una u otra entidad (pues todo está contabilizado), asegurando así la coherencia del método y obligando a cada entidad o institución a que asuma su propia responsabilidad en el camino hacia la sostenibilidad.

En cualquier caso, estamos estudiando incluir la huella de los impuestos, los cuales están perfectamente contabilizados y, en cierto modo, vienen a reflejar el uso que hace la entidad de los bienes y servicios públicos.

Según Wackernagel y su equipo (huella familiar), 1 m<sup>3</sup> de gas natural contiene la energía de 8,905 Mcal, y 1 Mcal corresponde a 4,184 MJ, por lo que el contenido

energético del gas ciudad es de 0,0373 GJ/m<sup>3</sup>. En cuanto al gas en botella, el mismo autor utiliza un contenido energético de 40 GJ/t, aconsejando, no obstante, buscar mejores referencias. Como ya se ha apuntado anteriormente, la productividad energética del gas es de 93 GJ/ha/año.

Para el carbón, la leña, la biomasa de madera y la biomasa procedente de otros restos vegetales, unánimemente se utiliza un contenido energético de 28 GJ/t, 20 GJ/t, 20 GJ/t y 15 GJ/t respectivamente. Ya señalamos que la productividad del carbón es de 55 GJ/ha/año, imputándose la huella resultante (consumo/productividad) a energía fósil.

La productividad de la leña es de 2,25 t/ha/año, y se obtiene del siguiente modo: la productividad media mundial de la madera (en rollo) es de 1,99 m<sup>3</sup>/año. El factor de desecho de la madera para leña es de 0,53, lo cual quiere decir que por 1 kg de leña se necesitan 0,53 kg de madera en rollo. Es decir, el bosque produce 1,99 m<sup>3</sup> de madera en rollo o 1/0,53 más de leña (o, lo que es lo mismo, el bosque produce casi el doble de leña que de madera en rollo por hectárea y año). Se asume una densidad media de la madera de 600 kg/m<sup>3</sup> (0,6 t/m<sup>3</sup>).

$$(1,99 \cdot 0,6) \cdot 1/0,53 = 2,25$$

Cuando la madera se obtiene de cultivos energéticos para biomasa, se asume que la productividad es el doble de la anterior (4,50 t/ha/año), ya que los bosques se mantienen en estado de máximo rendimiento sostenible. La huella de estos dos combustibles se asigna a bosques.

Cuando la biomasa para combustibles se obtiene de otros restos vegetales (no madera), se asume una productividad equivalente a la de los cereales (2 744 kg/ha/año), multiplicada por dos (restos y desechos vegetales no consumibles). Su huella se imputa a terrenos cultivables. Hay que destacar que, aunque la utilización de biomasa como sustituto de combustibles fósiles no es exclusiva de la agricultura ecológica, cuando esta biomasa es cultivada mediante sistemas de agricultura ecológica en lugar del sistema convencional, las emisiones de gases de efecto invernadero son más bajas (Anónimo, 2005a). Es una prueba más de que el empleo de la huella ecológica es una vía importante para la mejora continua de los métodos y técnicas de ecoeficiencia.

La huella ecológica de la APG, debida al consumo directo de combustibles, fue de 129,9 ha (un 2% del total), destacando la huella generada por los viajes de empresa en avión.

## 2.10. Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales

### 2.10.1. Materiales de los capítulos arancelarios

Los datos del consumo de materiales en gigajulios se obtienen multiplicando las toneladas de producto consumido por su intensidad energética, tal y como se mencionó más arriba. Como normalmente los datos de consumo de materiales vienen en euros (muy pocas empresas poseen una contabilidad de los materiales), hay que convertir euros a toneladas, para lo cual utilizamos los capítulos arancelarios de Comercio Exterior.

En la tabla 2.3 se muestran los 99 capítulos arancelarios agrupados en 23 grupos, según su naturaleza, intensidad energética y materialización (toneladas por cada 1 000 euros). Recomendamos utilizar la base de datos de las Cámaras de Comercio (<http://aduanas.camaras.org/>), la cual publica todos los años los datos de importaciones y exportaciones. Es conveniente actualizar todos los años (o periódicamente), la tabla de conversión que se ofrece a continuación. Esta actualización, realizada, al menos cada dos o tres años, reflejará los avances que se vayan produciendo en cuanto a eficiencia de los materiales y desmaterialización (*Estrategia para el uso sostenible de los recursos naturales*; COM 2003/572 final, de 2003-10-01). Aunque en teoría, una empresa puede comprar a cualquier país, en la práctica casi todas las compras son nacionales, por lo que, para dicha conversión, hemos optado por emplear los datos de exportaciones (ventas al precio de España), frente al de importaciones.

En algunas categorías de productos se recomienda obtener la conversión directamente a partir de los precios de mercado, sobre todo cuando la categoría incluye productos dispares, y cuando dicha categoría produce una gran huella. Por ejemplo, el cemento pertenece al capítulo arancelario 25, pero incluye otros materiales diversos, como piedras, tierra, sal, azufre, cal, etc., que pueden desvirtuar bastante la conversión de euros a toneladas. Teniendo en cuenta que el cemento es causante de una huella muy importante en algunos sectores, hemos obtenido los precios directamente del sector de la construcción. Por el primer método, el índice de conversión es de 21,33 t/1 000 euros, mientras que por el segundo (a razón de 90 euros/t de cemento, del tipo CEM I 2,5 R granel, a finales de 2004) es de 11,11 t/1 000 euros. Como vemos, la diferencia es de casi el doble. Por ese motivo, una fábrica siderúrgica, por ejemplo, la cual adquiere ingentes cantidades de mineral de hierro, consumo que supone, por lo tanto, una gran huella para esa empresa, deberá obtener los precios directamente del mercado sectorial y no del apartado “mineral bruto en general” de la tabla 2.3.

Tabla 2.3. **Intensidad energética y conversión de los materiales, de euros a toneladas**

Categoría de material	Capítulos arancelarios	Intensidad energética (GJ/t)	Índice de conversión (t/1 000 euros)
Mineral bruto en general	25, 26	1,50	12,76
Cemento, yeso, piedra, tierra, sal, azufre, etc.	25	3,30	21,33
Manufactura cemento, yeso, piedra, etc.	68	5,00	2,18
Vidrio, porcelana, material refractario, etc.	69, 70	20,00	2,07
Derivados del plástico	39	43,75	0,76
Material textil sintético semielaborado	54, 55, 56, 60	43,75	0,28
Textil sintético confeccionado	57 a 59 y 61 a 66	50,00	0,11
Abonos	31	50,00	6,63
Combustibles, aceite mineral, etc.	27	43,75	4,54
Productos químicos, higiénicos y de limpieza; pinturas, barnices, etc.	28, 29, 32, 33, 34, 35, 38	35,00	0,75
Productos básicos de hierro, acero y metales	72	30,00	1,65
Aluminio y derivados básicos	76	90,00	0,37
Manufacturas del aluminio	76	300,00	0,37
Manufacturas del hierro, acero y metales	73 a 75; 80 a 83, 93 y 94	100,00	0,31
Miscelánea de productos manufacturados	95, 96	100,00	0,12
Maquinaria industrial	84	100,00	0,15
Aparatos eléctricos, telecomunicaciones, sonido, oficina	85, 90	140,00	0,08
Vehículos terrestres, tractores	87	140,00	0,17
Vehículos y material para vías férreas	86	140,00	0,10
Barcos y demás artefactos flotantes	89	140,00	0,19
Joyería, oro, piedras preciosas	71	150,00	0,01
Productos farmacéuticos	30	200,00	0,03
Productos fotográficos y cinematográficos	37	600,00	0,27

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia, las materias primas minerales son las que menos intensidad energética y menos desmaterialización presentan, incrementándose éstas conforme aumenta la elaboración del producto. Entre las primeras, destaca el cemento, causante de una gran huella en el sector de la construcción (infraestructura y obras públicas). Aunque la eficiencia de los hornos de clinker (descarbonatación y clinkerización), para la fabricación de cemento es de 3,7 GJ/t en la Unión Europea, la mayor parte del consumo es nacional, donde la eficiencia es de 3,3 GJ/t (De Melgar, 2004).

Para calcular la intensidad energética del aluminio, se estima que la fabricación de una tonelada de aluminio tiene un coste energético unas tres veces superior al del acero. Toda la huella de los materiales se imputa a energía fósil.

En la APG, la huella de los materiales es de 775,2 ha (un 12% de la huella total), correspondiendo la mayor parte a la inversión en maquinaria industrial y grandes equipamientos (grúas, etc.). La huella de los materiales corresponde a la energía empleada en la obtención y fabricación de los mismos.

## 2.10.2. Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales de construcción

La conversión del costo de las obras a toneladas presenta una problemática especial, ya que en cada obra participan diferentes tipos de materiales y en diferentes proporciones. Para efectuar esta conversión hemos utilizado las fórmulas polinómicas, empleadas en la revisión de precios de los contratos de obras del Estado y Organismos Autónomos (Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre, y siguientes modificaciones). En estas fórmulas se asigna un porcentaje a los diferentes conceptos que componen una obra (mano de obra, energía, cemento, materiales siderúrgicos, ligantes bituminosos, materiales cerámicos, madera, cobre y aluminio). Los 48 tipos de obras diferentes contemplados en la reglamentación, se han agrupado en 14.

En la tabla 2.4 se muestra el porcentaje de cada material que corresponde al importe total de cada tipo de obra, sin IVA, una vez descontado el beneficio industrial (6%) y los gastos generales (13%). Cada uno de estos porcentajes debe dividirse por 0,85, ya que un 15% del importe no está sujeto a revisión de precios. El aluminio se desecha por no participar apenas en ninguno de los tipos de obras considerados.

El porcentaje correspondiente a energía se convierte a combustible fósil líquido, como en el capítulo de combustibles. El porcentaje correspondiente a mano de obra (como todos los gastos referentes al personal de la empresa, en general), no tiene repercusión en la huella ecológica de la empresa, pues asumimos que todos

Tabla 2.4. Porcentaje de materiales de construcción según el tipo de obra (%)

Tipo de obra	Mano obra	Energía	Cemento	Siderúrg.	Bitumin.	Cerámicos	Madera	Cobre
Carreteras pavimento hormigón	34	26	5	18	2			
Pistas y caminos de hormigón	36	27	19	3				
Firmes base bituminosa	29	19		11	26			
Zanjas y túneles pequeña sección	34	16	18	14			3	
Movim. tierras, rellenos, dragados	31	54						
Grandes canales y presas	27	21	12	25				
Obras gran volumen hormigón	28	11	32	14				
Obras metálicas, ferrocarriles	29	9	8	39				
Edificios de fábrica u hormigón	35	9	10	13		12	6	
Edificios estructura metálica	34	9	8	20		8	6	
Líneas eléctricas hasta 45 k	28		5	22			2	28
Instalac. eléctricas subterráneas	24		12	9				40
Instalaciones de iluminación	20	12		20				33
Obras de jardinería y plantac.	47	28				5	5	

Fuente: elaboración propia.

los consumos personales (mantención, desplazamiento al trabajo, etc.) pertenecen a la huella individual, regional o nacional, pero no a la huella corporativa.

El resto de los cálculos se realiza igual que para el resto de materiales, y toda la huella se imputa a energía fósil, salvo la madera de construcción que también tiene una parte de huella asignable a bosques.

Para viviendas unifamiliares se puede utilizar igualmente el dato de la vivienda media canadiense (350 m<sup>2</sup>), utilizado por Wackernagel y su equipo en la huella familiar. Su construcción necesita 1 310 GJ.

La huella de los materiales de construcción en la APG, asciende a 3 127 ha (un 48,2% de la huella total), correspondiendo la mayor parte al consumo de combustibles de la maquinaria de construcción, al consumo de cemento, al consumo de hierro y acero y al consumo de material asfáltico. Los materiales de este apartado y del anterior suman en conjunto 3 902,2 ha, lo cual supone un 60,2% de la huella total.

### 2.10.3. Cálculo de la huella asociada al consumo de materiales amortizables

Aunque al principio de los trabajos de huella corporativa, se creyó oportuno no contemplar la huella histórica y no incluir el inmovilizado de la empresa en los cálculos (Doménech, 2004a), con posterioridad se consideró que su inclusión presentaría en realidad varias ventajas: a) evita grandes altibajos de huella, de un año a otro, debido a las grandes inversiones (si se incluye una gran obra o una gran inversión en un único año, la huella de ese año aumenta mucho, mientras que al año siguiente podría bajar drásticamente); b) la inclusión de las amortizaciones anuales de todo el inmovilizado no amortizado ofrece una visión más amplia de la huella total de la empresa; c) la huella amortizable también se puede obtener fácilmente a partir de los registros contables de la empresa o corporación. Se recomienda, por tanto, amortizar la huella de las grandes inversiones y de todo el inmovilizado amortizable, considerando los mismos años de su vida útil.

En el caso de la huella de la Autoridad Portuaria de Gijón, hemos utilizado los 17 grupos de inmovilizado y los subgrupos correspondientes, comunes a todo el sistema portuario español. Cada uno de dichos subgrupos se va incorporando a la categoría de materiales o al tipo de obra correspondiente, vistos más arriba, destacando únicamente que los Departamentos Económico-Financieros de los puertos incluyen los rellenos de muelles (una de las inversiones portuarias más importantes), en el grupo de los terrenos, grupo que no se amortiza contablemente. Teniendo en cuenta las especiales características de este tipo de terrenos, procedente de rellenos artificiales y consumidor de abundantes materiales y energía, hay que considerar su huella, amortizándolos extra-contablemente (dividiendo la inversión entre la vida útil de diques y muelles: 50 años).

## 2.11. Cálculo de la huella de los servicios

Detrás de cada servicio consumido existe un consumo de materiales y energía, por lo que su huella también debe ser calculada. Para estimar el consumo energético asociado a los servicios, se asume que una parte de la factura del servicio corresponde al consumo energético, realizando la conversión de esa parte proporcional de euros a combustible fósil. Los porcentajes de la factura que corresponden a energía se han estimado en base a la facturación de estos servicios en la Autoridad Portuaria de Gijón (véase la tabla 2.5).

El cálculo se efectúa de la siguiente forma: se estima que un 2% del importe total de los servicios de oficina (asesorías, asistencias técnicas, diseño de proyectos, seguros,

Tabla 2.5. Datos para el cálculo de la huella de los servicios

Tipo de servicio	% de la factura que corresponde a energía sobre el importe total	Contenido energético del combustible (GJ/t)	Productiv. energética (GJ/ha/año)
Servicios de oficina	2	43,75	71
Hoteles	1,5	43,75	71
Telefonía (fija y móvil)	8	43,75	71
Servicios médicos	6	43,75	71
Servicios sociales, ocio, etc.	4	43,75	71
Formación	2	43,75	71
Servicios de mantenimiento	12	43,75	71
Servicio de restaurante	8	43,75	71
Correo, paquetería, transporte	20	43,75	71

Fuente: elaboración propia.

finanzas, *software*, diseño gráfico, etc.), corresponde al gasto energético. Este se pasa a litros de combustible fósil líquido, según el precio del mismo en el momento actual (0,717 euros/l); se pasa a kilogramos multiplicando por 0,8 y, finalmente, de kilogramos a toneladas:

$$([\text{importe total del servicio} \cdot 2 / 100] / 0,717) \cdot 0,8 / 1\ 000$$

El resultado se multiplica por el contenido energético del combustible (43,75 GJ/t), para así obtener el consumo en gigajulios, y se divide entre la productividad de los combustibles fósiles líquidos (71 GJ/ha/año), para obtener la huella.

Entre los servicios de mantenimiento incluimos el mantenimiento eléctrico, conducciones de agua o telecomunicaciones, mantenimiento de fachadas, servicios de vigilancia móvil, servicios de limpieza, y, en general, todos aquellos servicios que supongan frecuentes desplazamientos. Como se aprecia en la tabla, el servicio que más huella produce es el de paquetería y transporte, debido al fuerte consumo energético de los desplazamientos.

En el caso de la APG, la huella de los servicios asciende a 150,9 ha (un 2,3% de la huella total), correspondiendo toda ella a la energía fósil.

## 2.12. Cálculo de la huella de los residuos, emisiones y vertidos

### 2.12.1. La huella de los residuos sólidos

La huella de los residuos se calcula, según el método de Wackernagel y su equipo (huella familiar), del mismo modo que para los materiales, con su misma intensidad energética, restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje. Los autores citados estiman que para el papel y el cartón puede recuperarse un 50% de energía por reciclaje: es decir, si, por ejemplo, la huella de  $x$  toneladas de residuos de papel es de 30 ha, con un 100% de reciclaje, la huella quedaría en 15 ha.

Para el aluminio estima una recuperación del 90%; para los metales magnéticos, un 50%; para el vidrio, un 50%; y para los plásticos, un 70%. Hemos añadido, una recuperación de un 100% para los residuos orgánicos (por compostaje), y un 50% para los residuos sólidos urbanos (a partir de todos los anteriores). Para los escombros, estimamos una recuperación de un 90%.

Así, para una producción de desechos de papel de 4 t/año, y a una intensidad energética de 30 GJ/t, se obtienen 120 GJ/año, los cuales, a una productividad de 71 GJ/ha/año, supone una huella de 1,7 ha. Ésta se multiplica por la energía recuperada a través del reciclaje ( $1 - n / 100 \cdot 0,5$  donde  $n$  es el porcentaje de reciclado real, 50% en el caso del Puerto de Gijón, y 0,5 es el porcentaje estimado de energía que puede ser salvada por reciclaje). Finalmente, el resultado se multiplica por el factor de equivalencia para obtener la huella asignada a la energía fósil (1,4 ha/año), pero, además, en el caso del papel, hay una huella atribuida a bosque, la cual se calcula dividiendo la producción en toneladas por la productividad forestal ( $4 \text{ t} / 1,01 \text{ t/ha/año}$ ), y multiplicando el resultado por una fórmula de recuperación por reciclaje parecida a la anterior, tal y como se puede apreciar en la hoja de cálculo. La huella por ese concepto es de 2,7 ha, por lo que la huella total del consumo de 4 toneladas de papel al año es de 4,1 ha.

En el caso de la APG, la huella total de los residuos es de 219,5 ha (un 3,4% de la huella total), correspondiendo prácticamente toda ella a la energía fósil empleada en su tratamiento. Por tipo de residuo, la principal huella corresponde al tratamiento de los residuos sólidos urbanos, ya que es el residuo del que se genera más cantidad, seguido de los metales y chatarra, los escombros y otros. La huella de los residuos peligrosos aún no ha sido valorada.

## 2.12.2. La huella de las emisiones a la atmósfera y de los vertidos

La metodología original de Rees y Wackernagel (1996), no incorpora la huella de los vertidos y de las emisiones (diferentes al CO<sub>2</sub>), lo que supone el gran reto del indicador para que resulte totalmente integral. En el momento de la publicación de este libro, se está llevando a cabo un proyecto de investigación con varias universidades españolas para incorporar estas partidas a la metodología.

Para convertir los vertidos, se calcularía el coste económico que supondría la depuración externa o pública del vertido (la huella de la depuración en la propia planta ya iría incorporada en el resto de categorías). En este caso, no se hace distinción de diferentes parámetros, puesto que es el conjunto del vertido el que va a la depuradora. Luego, se convertiría ese coste en toneladas de combustible fósil, para proceder como siempre (dividir consumo entre productividad para calcular la huella de la energía fósil).

En el caso de las emisiones atmosféricas, se procederá como sigue:

- Los gases de efecto invernadero diferentes al CO<sub>2</sub> (metano, óxido nitroso, perfluoruro nitroso, hidrofluoro carbono y hexafluoruro de azufre), se convierten a CO<sub>2</sub> equivalente por medio de las tablas de conversión del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Luego, hay que tratarlo como emisiones de CO<sub>2</sub> con los índices de absorción de carbono de los bosques.
- Para los gases no invernadero, SO<sub>2</sub>, por ejemplo, calcularemos el coste económico que supondría la depuración (desulfuración, por ejemplo). Luego, pasar ese coste a toneladas de combustible fósil, y proceder del modo habitual (dividir consumo entre productividad para calcular la huella de la energía fósil).
- Calcular las emisiones de azufre y NO<sub>x</sub> de los diferentes tipos de consumos: si un determinado consumo equivale a un determinado gasto de energía en GJ, sabremos a cuánto combustible equivale; como todo combustible tiene un factor de emisión de CO<sub>2</sub>, o de SO<sub>2</sub> o de NO<sub>x</sub>, etc., sabremos qué gases emitimos.

Pensamos que estos índices de conversión podrían estar disponibles a corto plazo en una próxima versión de la hoja de cálculo (Marañón *et al.*, 2008).

## 2.13. Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos agropecuarios

### 2.13.1. Método actual propuesto

En la tabla 2.6 se muestra la conversión de euros a toneladas de los recursos naturales bióticos, según las estadísticas de comercio exterior. La intensidad energética de los alimentos se extrapola a partir de los datos de Wackernagel y de Nerea. Asumimos que estas intensidades incluyen todos los insumos, como abonos químicos, pesticidas, tratamientos, etc. Una próxima aportación deberá ser la intensidad energética para los productos derivados de la agricultura y ganadería ecológica.

Las comidas de empresa constituyen una partida importante de la huella, a menudo poco considerada, de muchas empresas. Como normalmente sólo se conoce el importe total de las mismas, éste se ha desglosado del siguiente modo: asumimos

Tabla 2.6. Intensidad energética y conversión de los recursos naturales agropecuarios, de euros a toneladas

Categoría de material	Intensidad energética (GJ/t)	Capítulos arancelarios	Conversión (toneladas por 1 000 euros)	Product. natural (t/ha/año)
Manufacturas del esparto, cestería	5	46	0,57	1,500
Material textil natural	5	51 a 53	0,21	1,250
Textil confeccionado de algodón	10	52	0,31	1,000
Textil confeccionado de lana	10	51	0,18	0,020
Manufactura del cuero y pieles	20	42, 43	0,08	0,033
Carnes	80	2	0,65	0,033
Pescados y mariscos	100	3	0,50	0,029
Cereales, harinas, pastas, arroz, pan	15	10	4,69	2,264
Bebidas (zumos, vino, champán)	7	22	0,34	22,500
Legumbres, raíces y tubérculos	10	7	1,45	6,730
Azúcar, dulces, turrónes	15	17	0,70	4,893
Aceites y grasas	40	15	0,71	1,485
Lácteos	37	4	0,93	0,276
Cafés y té	75	9	0,54	0,566

Fuente: elaboración propia.

que un 50% del presupuesto de comidas y dietas corresponde a servicios de restaurante (véase el capítulo sobre la huella de los servicios), y un 50% a alimentos. De estos últimos, un 25% corresponde a carnes, un 25% a pescados, un 12% a cereales, un 10% a bebidas, un 8% a legumbres y patatas, un 6% a dulces o postres, un 5% a aceites, un 5% a lácteos y un 4% a café y té. Un 25% de las carnes corresponde a pollo y aves, un 25% a cerdo y embutidos, un 25% a ganado de grano, y un 25% a ganado de pasto. En las comidas de empresa, y al contrario de la alimentación familiar, consideramos algunas partidas poco significativas, como pueden ser las verduras o las frutas.

La huella correspondiente a energía fósil se calcula dividiendo el consumo en GJ/año por la productividad energética (71 GJ/ha/año), y la huella correspondiente a cultivos o pastos, dividiendo el consumo en toneladas por la productividad natural.

La productividad estimada por Wackernagel en la huella de Chile para la carne de bovino, ovino y caprino es de 33 kg/ha/año. Cuando este ganado es alimentado con grano, la huella se imputa a cultivos y a pastos, ya que se asume una parte de pastoreo. En el caso de aves y cerdo la huella se imputa a cultivos, ya que se les supone animales de corral (se utiliza la productividad de los cereales: 2 744 t/ha). Este autor estima que la huella del consumo de aves es 3,5 veces mayor que si los cereales utilizados en el pienso se consumiesen directamente; 6 veces más en cerdos; y 16 veces más en ternera o cordero (más detalles en los comentarios de la hoja de cálculo).

Wackernagel multiplica la huella del pescado por el factor de desecho capturas-consumo (1,6), el cual se calcula dividiendo la captura o producción mundial (113 284 100 t) por el consumo medio global (12,8 kg · 5 544 000 000 personas).

En el caso de la APG, la huella de los recursos agropecuarios y pesqueros es de 636,4 ha (un 9,8% de la huella total), correspondiendo la mayor parte de la huella a terrenos cultivados (228 ha), seguida de los pastos (164,9 ha), mar (164,7 ha) y energía fósil (78,7 ha). Debido a su escasa productividad, los alimentos que más huella producen son los pescados y las carnes. Los cálculos obtenidos muestran detalles interesantes, como lo beneficioso que resulta para los ecosistemas el consumo de vegetales frente a las carnes o el hecho de que, para una misma cantidad consumida, la carne de ternera produce una huella mucho mayor que la de cerdo o aves.

Algunas partidas de vegetales muestran, sin embargo, una huella mayor que otras, como los cereales, la cual se debe a que la conversión de euros a toneladas (al ser un producto barato), arroja un importante consumo (61,4 t/año), lógico, por otra parte, ya que son un componente esencial de la dieta (pan, pastas, arroces, salsas, etc.).

## 2.13.2. Alternativa metodológica para la huella de los alimentos

Existe un método de cálculo alternativo para la huella ecológica de los alimentos, derivado del hecho de que su huella ecológica neta atribuible a cultivos y a pastos, es cero a escala mundial: si en unos países hay déficit de producción, en otros habrá superávit, con una media global resultante cero.

El cálculo de la huella ecológica de regiones o países se ha venido enfocando desde la perspectiva del origen de la deuda ecológica (Oddone y Granato, 2004), pues interesa conocer la dependencia que tenemos de otros territorios y la deuda que tenemos con ellos. Sin embargo, el cálculo de la huella ecológica corporativa se enfoca, como ya dijimos, hacia la deuda provocada por el producto en sí mismo, independientemente de su procedencia. Interesa pues, conocer el contenido de huella ecológica que poseen los productos que adquirimos, provengan de donde provengan. Recordemos que la huella ecológica se podría llegar a aplicar como etiqueta ecológica con el fin de conocer la huella, o deuda, que arrastra cualquier producto en cualquier momento de su ciclo de vida. Esta segunda alternativa metodológica se fundamenta en el siguiente razonamiento:

- a. Cuando un granjero produce hortalizas (o un ganadero, carne) para la venta, no es el consumidor final de sus productos, pero, como ya hemos establecido, es un consumidor intermedio, y, por lo tanto, hay que imputarle la huella de esos alimentos exactamente igual que si los consumiera directamente (recordemos que, si un incendio destruye una plantación, ese producto ya no puede pasar a ningún otro eslabón de la cadena productiva, debiendo imputar su huella al último poseedor). Es decir, si un granjero cultiva hortalizas o frutales en una hectárea de terreno, la huella de los cultivos (lo consumido), sería de una hectárea, mientras que su contra-huella (o terreno disponible) sería también de una hectárea, puesto que siempre es poseedor de los terrenos que utiliza. El resultado final es que la huella neta de los terrenos cultivables (o de los pastos, en su caso), es cero! Obviamente, continuaría existiendo la huella ecológica atribuible a energía fósil, debido al consumo de combustibles, abonos, pesticidas, etc. Obsérvese que la producción primaria es el único caso en que la huella no se calcula a partir del gasto que figura en las cuentas contables, sino de los ingresos.
- b. Eso respecto a la empresa productora, pero ¿qué sucede con la empresa consumidora? Cuando cualquier empresa adquiere y consume los alimentos que produce el granjero (sobre todo a través de las comidas de empresa), la huella de los cultivos o de los pastos de esos alimentos es igual a cero, debiendo atribuirles únicamente la huella de la energía y otros insumos. Aquí radica la

diferencia fundamental con el primer método de cálculo, ya que, en el caso de la APG, habría que eliminar la huella de los cultivos (228,1 ha) y de los pastos (165 ha) que figuran en el apartado 3 de la hoja de cálculo.

- c. ¿Qué ocurre cuando una empresa no agropecuaria posee terrenos que dedica al cultivo o a pastos sin obtener beneficio (por ejemplo, para mejorar su valor paisajístico; para mantener fértiles los terrenos de su propiedad, etc.)? Ese es el caso de la APG, la cual posee terrenos con frutales en algunos faros costeros. En este caso, la huella de esos productos no se puede imputar a la APG, ya que ni son utilizados para consumo propio ni para la venta, sino que son donados al personal de mantenimiento, a vecinos, etc. Esos terrenos únicamente se contabilizan como terrenos disponibles (contra-huella o capital natural), lo cual constituye la base de las compensaciones por inversión en capital natural: **la inversión en terrenos de este tipo (masas forestales, montes para pastos, etc.) es una buena estrategia de futuro** para cualquier tipo de organización que desee invertir en sostenibilidad. En este caso, la APG ni siquiera es consumidor intermedio ya que ni siquiera llega a ser poseedor de esos productos. Lo mismo ocurre con las aguas portuarias (como veremos), pues, si bien las mantiene y vigila, el producto obtenido (la pesca) es directamente aprovechado por los pescadores locales.
- d. En definitiva, cuando una organización consume o venda sus propios productos hortofrutícolas o ganaderos habrá que imputarle tanto la huella de los mismos como la contra-huella (con una huella neta igual a cero;  $1 \text{ ha} - 1 \text{ ha} = 0$ ), mientras que si no es el beneficiario directo, sólo se le imputará la segunda ( $0 \text{ ha} - 1 \text{ ha} = -1$ ).

En definitiva, existen tres formas de contabilizar la huella y la contra-huella de los productos alimenticios en la hoja de cálculo:

1. Consumo de alimentos de origen externo a la organización (compra o donaciones recibidas): la huella de cultivos o pastos se imputa al apartado 3, recursos agropecuarios y pesqueros. Esta huella será la que figura en la hoja de cálculo que adjuntamos (en el caso de aplicar el método de cálculo original), o cero (en el caso de aplicar la segunda alternativa). En ninguno de los dos casos se computan como contra-huella o capital natural.
2. Consumo de alimentos de origen interno (utilización de espacios propios para venta o auto-consumo): la huella se imputa al apartado 2, suelo, ya que la tierra cultivable se obtiene directamente, sin que haga falta dividir el consumo de cada tipo de alimento por su productividad; la contra-huella también se imputa, como terreno disponible, en este mismo apartado, resultando una huella neta igual a cero.

3. Producción propia sin beneficio (sin consumo o venta): la huella es cero y la contra-huella o espacio disponible se imputa al apartado 2, suelo. Esta opción aporta contra-huella y permite reducir la huella general de la organización.

Hay que añadir que, aun cuando dijimos que prácticamente toda huella se puede extraer a partir de los gastos registrados en las cuentas contables de la organización, tal cosa es cierta para todos los eslabones de la cadena productiva, salvo para el primero, ya que para que un producto pueda circular por el mercado, primero hay que producirlo.

Así pues, es posible que, en sucesivas versiones, eliminemos la huella de los alimentos atribuida a tierra cultivable y a pastos, si bien se mantendría la huella asociada a energía fósil, que es la correspondiente al consumo de combustible de los tractores, empleo de abonos, pesticidas, etc. Por el momento, hemos mantenido la huella íntegra, por fidelidad al método empleado por Wackernagel *et al.* (2000), en su huella familiar, y mientras que el argumento esgrimido no esté más consensuado.

Este método de cálculo alternativo no afectaría a la huella del mar, ya que mientras que el pescador “ocupa” un determinado espacio de pesca para beneficio propio, no dispone en su haber de espacios marinos propios o cultivables como el granjero de tierra (pues los actuales sistemas de gestión pesquera aún no contemplan la propiedad de los espacios marinos). Por lo tanto, mientras no se certifique que los pescados consumidos proceden de reservas marinas, áreas pesqueras con derechos de propiedad espacial (o concesiones), zonas marítimas “arrendadas”, o, incluso, aguas de servicio portuarias o similares, con gestión controlada, lo dicho más arriba no será aplicable al pescado. Sobra decir que, en el caso de la pesca, urge aplicar sistemas de gestión sostenibles que permitan evitar el colapso de las pesquerías y la importante huella asociada a los actuales sistemas de gestión (Doménech, 2005).

La mejora en ecoeficiencia en este tipo de recursos bióticos deberá provenir de la agricultura, ganadería, piscicultura o silvicultura ecológica, ya que, además de la posibilidad de eliminar por completo el uso de combustibles fósiles y de reducir la producción de desechos, contribuye a mitigar el calentamiento global.

Según se cita en un estudio de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (Anónimo, 2005a), las tierras de cultivo suponen el 5,7 de los *stocks* globales de carbono en la vegetación y en el suelo (hasta un metro de profundidad); la mayoría de estas tierras presentan elevadas tasas de captación de carbono, pero mucha de la ganancia se exporta en forma de productos agrícolas y restos de cultivos, siendo rápidamente liberada a la atmósfera. Si bien el carbono es de nuevo capturado en la posterior campaña, muchos suelos de uso agrícola son actualmente fuentes netas

de emisión de carbono. La agricultura ecológica es reconocida como un sistema de cultivo que puede revertir dicha situación.

Cuando un alimento consumido procede de agricultura ecológica, su intensidad energética se puede reducir un 50% con respecto a la agricultura convencional (García *et al.*, 2006).

## 2.14. Cálculo de la huella asociada al consumo de recursos forestales y agua

Los datos para la conversión de euros a toneladas de los recursos forestales, se muestra en la tabla 2.7. La intensidad energética de los mismos se obtiene, una vez más, de Wackernagel y de Nerea. Se considera al bosque como productor de agua, motivo por el cual el consumo de este recurso se incluye en el área forestal, si bien es posible que, en posteriores versiones, el agua se considere como una categoría independiente.

Tabla 2.7. **Intensidad energética y conversión de los recursos forestales, de euros a toneladas**

Categoría de material	Intensidad energética (GJ/t)	Capítulos arancelarios	Conversión (toneladas por 1 000 euros)	Product. natural (t/ha/año)
Madera, productos básicos	5	44	2,07	1,19
Mobiliario manufact. de madera	10	94	0,30	1,19
Papel, cartón y sus manufacturas	30	48	1,28	1,01
Productos editoriales, prensa, etc.	35	49	0,40	1,01
Manufactura del caucho	35	40	0,40	1,00

Fuente: elaboración propia.

Para calcular la productividad del agua (en m<sup>3</sup>/ha/año), nos basamos en los datos de la huella familiar de Wackernagel y su equipo. Un bosque de zonas húmedas (como las de México, donde trabajó este autor), puede generar, en primavera, hasta 1 500 m<sup>3</sup> de agua dulce por hectárea y año (a un nivel de precipitación de 15 000 m<sup>3</sup>/ha/año). En los bosques orientales de alta montaña de Asturias (norte de España), la precipitación también es de 15 000 a 17 000 m<sup>3</sup>/ha/año. En zona de pastos esa producción de agua es una décima parte de la que produce el bosque.

Aunque el uso del bosque como productor de agua puede ser secundario (lo que podría inducir a obviar este tipo de huella), en muchas zonas ya se considera un uso primario del bosque, debiendo computarse, en consecuencia, su huella ecológica. Teniendo en cuenta el valor que está adquiriendo el agua y su creciente escasez a escala global, conviene computar la huella de su consumo en todos los casos, incluso en zonas excedentarias.

El cálculo de la huella del agua, aplicado al consumo de la APG (217 196 m<sup>3</sup>/año), es el siguiente:  $217\,196 / 1\,500 = 144,8$  ha, las cuales, multiplicadas por el factor de equivalencia de los bosques (1,13868813), arroja un total de 164,9 ha/año.

Un consumo presente en todas las empresas es el del papel. En el año 2004, la APG gastó 91 286 euros, equivalentes a 117 t, las cuales producen una huella, debido al consumo energético en su fabricación, de 56,4 ha, más 132 ha por la huella asociada al consumo de árboles. En total, la huella del papel, en la APG, es de 188,5 ha.

La huella total del consumo de productos forestales, en la APG, es de 405,9 ha (6,3% de la huella total), de las cuales 333 ha corresponden a la huella forestal y 72,9 a energía fósil. En la hoja de cálculo se ofrecen algunos comentarios más sobre los detalles de cálculo de la huella forestal.

Como en el caso de los cultivos y los pastos, la huella atribuible a bosques también debería ser cero, ya que los silvicultores que introducen los productos forestales en la cadena de producción, ocupan y utilizan un espacio del que realmente suelen disponer. Sin embargo, en este caso, sugerimos que la huella se mantenga tal y como se ha calculado, ya que, en el caso de la madera, existen más posibilidades de que provenga de furtivismo, deforestación o adquisición ilegal de maderas nobles tropicales. Aconsejamos eliminar esta huella de la hoja de cálculo sólo cuando se disponga de la certificación forestal correspondiente (de ahí la necesidad de seleccionar proveedores “verdes” o certificados). La eliminación de prácticas devastadoras, como la deforestación o la sobreexplotación pesquera, es otra de las aplicaciones prácticas de la huella ecológica, en la que comprobamos el papel fundamental del consumidor, sea final o intermedio, a la hora de demandar productos “verdes”, ecológicos o certificados.

## 2.15. Contra-huella, factor de rendimiento y capital natural

Antes de analizar la huella del suelo, conviene profundizar en los conceptos de contra-huella o capacidad de carga, que ya han salido a relucir en anteriores apartados. Mientras que la huella ecológica equivale a las hectáreas de terreno consumido o

“debe” ambiental, la contra-huella equivale a las hectáreas de terreno que tenemos o “haber”. La huella que no podemos eliminar reduciendo el debe (por ahorro energético, por compra de materiales eficientes, por reciclaje, etc.), hay que eliminarla aumentando el haber.

Para incrementar la contra-huella, es decir para disponer de hectáreas de ecosistema productivo, hay que invertir en capital natural, o sea, en zonas de cultivos, zonas de pastos, bosques o reservas marinas, por ejemplo. La aplicación de la huella ecológica en la empresa a gran escala permitiría que el sector privado se introdujera en la conservación de los espacios naturales (existen muchos antecedentes), al tiempo que mejora su cuenta de resultados ambientales.

Al igual que la huella se obtiene multiplicando las hectáreas de terreno “consumido” por el factor de equivalencia, para obtener la contra-huella hay que multiplicar el terreno disponible, además de por el factor de equivalencia, por el factor de rendimiento, que es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad global. Por ejemplo, si la productividad de nuestros bosques es similar a la productividad global de los bosques, el factor de rendimiento será 1; si nuestra productividad local es el doble de la global, el factor de rendimiento será 2, etc. En el caso de la huella ecológica del uso del suelo, también hay que multiplicar por el factor de rendimiento, ya que es suelo propio con una productividad conocida.

En los cálculos habituales de huella ecológica aplicados a ciudades, regiones o países, la capacidad de carga o biocapacidad incluye el terreno construido, ya que realmente es un espacio donde viven personas, aunque el terreno no sea ecológicamente productivo. En el caso de la empresa, hemos considerado que estos terrenos construidos no deben incluirse como contra-huella, porque ni albergan viviendas, ni son productivos, ni constituyen ningún tipo de activo ambiental (motivo por el cual preferimos denominarlo contra-huella más que capacidad de carga). Rees y Wackernagel descuentan de la capacidad de carga un 12% de espacio necesario para la conservación de la biodiversidad. En el caso de la empresa, incluso cuando hemos incluido este 12% en versiones anteriores (Doménech, 2004a), creemos que no es aplicable, pues tales espacios deben imputarse a comunidades más extensas, al nivel de huella municipal, regional o nacional.

Del mismo modo, Wackernagel y su equipo, en su hoja de cálculo de la huella familiar, estiman que el espacio ocupado para huerta familiar y para jardín, deben incluirse tanto dentro de la huella ecológica (pues asumen que esa familia consume los productos obtenidos), como de la capacidad de carga (pues son espacios ecológicamente productivos). Sin embargo, también contabilizan, en otro capítulo, los alimentos consumidos a lo largo del año, por lo que pudiera estar incurriéndose en doble contabilidad.

Conviene insistir en que, en esta adaptación de la huella aplicada a la empresa, los alimentos o recursos forestales adquiridos (que figuran entre los gastos de las cuentas contables), se imputan a los capítulos sobre recursos agropecuarios y pesqueros y recursos forestales respectivamente, mientras que los espacios propios, destinados a cultivos, pastos, bosques o mar (capital natural), cuyos productos sean para uso propio (autoconsumo o venta), como en el caso de una industria papelera o una empresa agrícola o forestal, se imputan en uso del suelo. Cuando estos últimos productos sean consumidos por otros, figurarán sólo como contra-huella.

Como en el caso de las viviendas unifamiliares, los jardines y los espacios verdes de las empresas, también se consideran espacios ecológicamente productivos, ya que se les supone atendidos y en explotación: la siega de los jardines se utilizaría como compost y los restos de la poda de árboles y arbustos como biomasa. Hemos considerado que los jardines no arbolados se contabilicen como pastos, y los jardines arbolados como bosque.

Veamos un ejemplo de la importancia de que las empresas inviertan en capital natural. Si, por ejemplo, deseamos colaborar con la conservación de los bosques e invertimos en un monte con 1 000 ha de extensión, podremos reducir nuestra huella ecológica en 1 000 ha al año de forma permanente. Pero, además, tendremos un gran sumidero de CO<sub>2</sub> que nos permitirá participar en el mercado de emisiones, y podremos mejorar nuestra responsabilidad social corporativa (creación de empleo en la comunidad local). Pero, si, además, elegimos una zona cuya productividad natural sea el doble de la mundial, o la duplicamos por medio de buenas prácticas silvícolas (factor de rendimiento igual a 2), podremos descontar 2 000 ha de huella cada año, y así sucesivamente. La inversión en capital natural facilita la sostenibilidad total.

## 2.16. Huella ecológica del uso del suelo

Dicho esto, las hectáreas de superficie construida se asignan directamente a terreno construido. Indudablemente, la creciente utilización de espacio para la construcción, viviendas, fábricas, viales, etc., es uno de los principales problemas ambientales y quizás el menos considerado, pues todavía se piensa que este recurso es ilimitado. En realidad ya existen muchos municipios con problemas de suelo edificable y en adelante deberá cuidarse mucho la intensidad del espacio y tender a su reducción, como ya sucede con la intensidad de la energía o la intensidad de los materiales.

En el caso de la APG, los espacios destinados a cultivos, bosques o mar se contabilizan sólo como contra-huella, ya que los productos de cultivos (frutales en faros), se regalan, y los restos de jardinería (*compost* o biomasa), son gestionados por las

empresas de mantenimiento o de gestión de residuos, sin valor repercutible. Recordamos que, si estos productos se utilizaran para beneficio propio (autoconsumo, venta o uso particular), entonces habría que contabilizar este espacio como huella y como contra-huella. Los espacios propios de la APG se desglosan como se observa en la tabla 2.8.

Tabla 2.8. **Uso de espacio en la Autoridad Portuaria de Gijón (m<sup>2</sup>)**

Concepto	Cultivos	Pastos (jardines) <sup>(2)</sup>	Arbolado <sup>(3)</sup>	Construido	Mar
Sobre tierra					
• Puerto		25 670	11 077	43 253	
• Faros	1 234 <sup>(1)</sup>	44 720	21 956	3 180	
• Otros		6 278		500	
Subtotal	1 234	76 668	33 033	46 933	
Sobre mar	0	0	0	2 621 557	42 727 500
TOTAL	1 234	76 668	33 033	2 668 490	42 727 500

(1) Frutales en el área de servicio de algunos faros.

(2) Se asume que los restos de siega se usan para hacer *compost*.

(3) Se asume que los restos de poda se usan como biomasa.

Fuente: elaboración propia.

Los puertos presentan la peculiaridad de que gran parte de sus terrenos están construidos sobre agua, medio mucho menos productivo que el suelo terrestre. Por ese motivo, las hectáreas equivalentes (hectáreas reales multiplicadas por el factor de equivalencia), son muy inferiores al terreno real disponible. Es decir, la construcción en el mar es mucho más eficaz que la construcción en tierra (aunque pueda presentar otros impactos, como el visual o la degradación costera). Los muelles construidos sobre tierra firme, zona originalmente apta para los cultivos, ocupan 4,7 ha, las cuales, multiplicadas por el factor de equivalencia de las tierras cultivables (2,82187458), dan una superficie equivalente de 13,2 ha. Los muelles construidos sobre terrenos ganados al mar ascienden a 262,2 ha, las cuales, multiplicadas por el factor de equivalencia del mar (0,21719207) arrojan una huella ecológica de 56,9 ha. La huella total por ocupación de suelo construido es de 70,2 ha (un 1,1% de la huella total).

La otra peculiaridad destacable de los puertos (aún no suficientemente valorada), es que poseen aguas bajo su competencia, necesarias para la entrada de buques a puerto y fondeo, las cuales constituyen un considerable e imprevisto capital natural (que conlleva importantes inversiones anuales en saneamientos, control de vertidos accidentales, control de calidad, etc.). En estudios anteriores (Armas *et al.*, 2002), calculamos que la producción natural de la zona influenciada por los diques y escolleras (aumento de biomasa, efecto arrecife), así como por sus dársenas interiores (prohibición de la pesca y efecto reserva), es algo más del doble de la productividad media mundial, mientras que la productividad de las aguas locales no influenciadas por dichos efectos es aproximadamente la mitad de la productividad media mundial, lo que arroja un rendimiento medio de 1,26. Como los productos obtenidos de estas aguas no son consumidos por la APG, sino por los pescadores profesionales y deportivos, este espacio no constituye huella ecológica, sino contra-huella, ascendiendo ésta a 1 169,3 hectáreas: superficie real (4 272,8), por el factor de equivalencia del mar (0,21719207), por el factor de rendimiento de la zona (1,26).

En el caso de empresas o entidades relacionadas con el mar existe otro importante uso del espacio como es la acuicultura, aplicable también a la piscicultura continental (truchas, salmónidos, etc.). Ese espacio terrestre destinado a la acuicultura presenta huella, ya que los tanques de cultivo o bien se sitúan sobre terreno construido o bien sobre terreno originalmente cultivable (espacio ocupado, multiplicado por el factor de equivalencia de los cultivos). Pero, igualmente presenta una nada desdeñable contra-huella, pues la producción intensiva de estos tanques es enormemente superior a la producción natural del mar. El factor de rendimiento resultante, en estas latitudes, asciende a 862, el cual se calcula de la siguiente forma: a) densidad de cultivo de peces en tanques de un metro de altura (subestimada): 5 kg/m<sup>2</sup>; b) 50% del espacio total de la planta dedicado a cultivo y 50% dedicado a otros usos; c) densidad de cultivo resultante: 2,5 kg/m<sup>2</sup>/año; d) como la productividad media del mar es de 29 kg/ha, tenemos una producción 862 veces mayor.

En el caso de la acuicultura en jaulas, en mar abierto, consideramos que no presenta huella ecológica debido a la ocupación de espacio, ya que asumimos que hoy en día ha de ser sostenible y que no impide la producción natural bajo las jaulas o bateas, pudiendo incluso aumentar, debido al efecto abonado. La contra-huella de la acuicultura en mar también es elevada, puesto que el factor de rendimiento de la acuicultura en esta latitud con respecto a la productividad media mundial del mar es 1 724: a) densidad media de cultivo de peces en jaulas de 2 m de altura: 10 kg/m<sup>3</sup> o 20 kg/m<sup>2</sup>; b) 25% del espacio total de la concesión marina dedicado a cultivo y 75% dedicado a otros usos; c) densidad de cultivo resultante: 5 kg/m<sup>2</sup>/año; d) como la productividad media del mar es de 29 kg/ha, tenemos una producción 1 724 veces mayor. Obviamente, también existiría una

notable huella ecológica debido al uso de piensos, sobre todo si se fabrican con harina de pescado, pero esta huella habría que contabilizarla en el apartado de consumo de recursos agropecuarios.

Comprobamos que la inversión en espacios naturales, reforestaciones, viveros, reservas marinas, etc., y las diversas técnicas de incremento de la productividad, constituyen factores clave reductores de huella, y factores clave de competitividad futura. Algunas empresas ya se han adelantado a estos acontecimientos y están realizando importantes inversiones en el medio natural.

## 2.17. La huella expresada en emisiones de CO<sub>2</sub>: la huella del carbono

La huella ecológica de la Autoridad Portuaria de Gijón asciende a 6 483 ha, las cuales se pueden expresar también en emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que, en los cálculos previos, estimamos que los bosques presentan un factor de absorción de 1,42 t C/ha/año (véase el apartado sobre la productividad energética). Para una proporción 12:44, la absorción de CO<sub>2</sub> es de 5,2066 t/ha/año. La huella del Puerto de Gijón equivale a la emisión de 30 485 t CO<sub>2</sub>/año.

Para valorar estas emisiones diremos que una fábrica de refractarios de tamaño medio (40 a 50 empleados), emite al año entre 3 000 y 6 000 t CO<sub>2</sub>, mientras que una central térmica de carbón de tamaño medio (350 MW), emite al año unos 2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, y una siderurgia (como Arcelor-Asturias), unos 9 millones de toneladas.

Por el momento, obviamos la absorción de los cultivos, pastos o mar y sólo consideramos la absorción forestal, esto es, la huella atribuible a energía fósil (absorción de CO<sub>2</sub>), y a bosque. Aunque los primeros son irrelevantes con respecto al bosque, en una próxima versión se incorporará también su tasa de absorción carbono. Esta tasa oscila entre las 1,42 t CO<sub>2</sub>/ha/año de los cultivos con reducción del laboreo, a las 2,27 t CO<sub>2</sub>/ha/año de los cultivos bioenergéticos o las 2,54 t CO<sub>2</sub>/ha/año de los cultivos abonados con restos vegetales, pasando por las 1,98 t CO<sub>2</sub>/ha/año de los cultivos extensivos o de la agricultura ecológica (García et al., 2006).

## 2.18. Indicadores de ecoeficiencia

Como dice Markus Lehni (1999), los indicadores de ecoeficiencia se obtienen dividiendo los resultados económicos del ejercicio por el impacto ambiental,

siendo los dos más importantes el importe neto y la masa de producto generado o movido (entre otros, como el *cash flow*, el valor añadido, etc.). Aquí vamos a utilizar también lo que hemos denominado PIB corporativo (o PIBc; ver el apartado de la huella social, a continuación), que es igual a la suma del *cash flow* más los salarios. Generalmente, éstos se dividen por un sin fin de indicadores ambientales, como la energía consumida, el volumen de agua utilizada, el volumen de vertidos, la emisión de gases invernadero, la emisión de gases nitrificantes, etc., cobrando un especial interés en el caso de la huella ecológica, ya que solamente hay que dividir por un único impacto ambiental: las hectáreas de terrenos productivos.

En el caso de la Autoridad Portuaria de Gijón, el PIB corporativo en el año 2004 fue de 27 716 315 euros, mientras que el total de mercancía movida por el Puerto fue de 20 060 466 t. El ratio PIBc/huella ecológica fue de 5 231,5 euros/ha, esto es, por cada hectárea que utilizamos para nuestras actividades obtuvimos 5 231,5 euros. Obviamente, seremos más eficientes cuanto más riqueza obtengamos por hectárea consumida (mayor desmaterialización).

El ratio cantidad de mercancía movida/huella ecológica fue de 3 786,4 t/ha. Igualmente, seremos más eficientes cuantas más toneladas movamos por hectárea de huella ecológica. De dicho ratio se deriva que a cada tonelada de mercancía que atraviesa el Puerto de Gijón se le incorporan 2,64 m<sup>2</sup> de huella, lo cual resulta muy útil para los análisis de ciclo de vida. Ambos indicadores de ecoeficiencia son muy útiles a efectos comparativos entre diferentes empresas.

De la hoja de cálculo podemos extraer otros indicadores de ecoeficiencia, tales como el PIBc/emisiones netas de CO<sub>2</sub> (910,9 euros/t CO<sub>2</sub>), el PIBc/GJ consumidos (85,4 euros/GJ consumido), el PIBc/toneladas consumidas (1 200 euros/t consumida), o el PIBc/gasto en recursos (2,53 euros/euro gastado).

Una estrategia empresarial de relieve será el progresivo aumento de la desmaterialización. Según la “Estrategia temática para el uso sostenible de los recursos naturales”, el consumo de materiales en la Unión Europea fue, en el año 2000, de 5 900 millones de toneladas, aproximadamente, o 15,6 t/cap/año, de las que el 50% correspondió a los minerales, el 26% a la biomasa y el 24% a los combustibles fósiles. Aunque dicho consumo se incrementó sobre un 3% desde 1980, se aprecia un importante rendimiento de los materiales (un 52%), ya que, en dicho período, el consumo pasó de 16,2 t/cap/año a las citadas 15,6 t/cap/año (-3%), mientras que la economía aumentó un 50%. Actualmente, se genera más de un 50% más de valor por tonelada de material utilizado que en 1980. Para aumentar dicha disociación entre crecimiento económico y uso de materiales, toda empresa debe mejorar el ratio PIBc/toneladas consumidas.

## 2.19. Huella social y huella cultural

Es posible añadir dos novedosos indicadores más: la huella social y la huella cultural. En correspondencia con la huella ecológica, ambos equivaldrían a “la cantidad de necesidades humanas que podemos satisfacer con nuestra actividad productiva”, si bien “las ‘necesidades’ de la huella social se deben referir al derecho al empleo y las de la huella cultural, al derecho a la educación” (Doménech, 2006a).

Si la huella ecológica refleja la huella que dejamos en la naturaleza con nuestras actividades productivas, la huella social es la huella que dejamos, con esas mismas actividades, en la sociedad. Si el acaparamiento de recursos naturales (consumismo excesivo y desigual), produce diversos tipos de impactos ambientales que acaban enfermando al planeta, la acumulación de recursos sociales (conocimiento, cultura, dinero, sanidad, trabajo, bienestar), produce pobreza y desigualdad, lo cual acaba desembocando en enfermedad social y miseria global.

Si la enfermedad ambiental del planeta se puede expresar con un simple número de fácil comprensión y claro significado, como es el número de hectáreas de naturaleza que consumimos de más, creemos que la enfermedad social se debe expresar con un número igualmente claro y significativo, como es el número de empleos que “consumimos” (o que podríamos crear, y no creamos, con nuestros recursos financieros). Efectivamente, un trabajo digno es el primer paso, y a menudo el único necesario, para que la persona pueda llegar a cubrir el resto de carencias como son la educación, la sanidad o el bienestar general.

Hemos basado el cálculo de la huella social en varios principios, entre los que destacan los dos siguientes: 1) toda persona tiene derecho al mismo espacio ambiental (principio de equidad; adoptado entre los principios del desarrollo sostenible, a partir del Informe Brundtland); 2) todos los bienes y servicios producidos por el hombre proceden en última instancia de los recursos naturales (principio fisiocrático), por lo que el espacio ambiental se puede expresar tanto en superficie (o número de hectáreas productivas), como en dinero (PIB, por ejemplo), o fruto obtenido a partir de los recursos naturales.

Ese espacio ambiental al que todo individuo tiene derecho, es actualmente de 1,8 hectáreas por año (capacidad biológica del planeta), o de 2,2 ha/cap/año, que es el consumo real, debido a que estamos sobrepasando la biocapacidad de la naturaleza (y resulta posible por la quema de combustibles fósiles) (Wackernagel *et al.*, 2005a). En términos monetarios, el espacio ambiental que nos corresponde a cada uno es de 8 938 dólares por año, el cual se calcula dividiendo el PIB mundial (34,1 billones, en el año 2000, en dólares constantes de 1995), por la población mundial en edad de trabajar (3 815 millones de personas de un total de 6 055 millones), (Rosen *et al.*, 2004).

Podemos expresar la huella ecológica neta en número de personas, dividiendo aquella (5 298 ha/año) por la huella global (2,2 ha/cap/año), lo cual equivale a 2 408 personas. Es decir, la APG está consumiendo 5 298 ha de más por año, recursos que pertenecen a 2 408 habitantes del planeta.

Sin embargo, no es lo mismo la huella ecológica neta expresada en personas y la huella social. Si la APG fuera totalmente sostenible, su huella ecológica neta sería 0 y su huella ecológica neta expresada en personas, también. Sin embargo, su huella social podría seguir siendo muy elevada, ya que podríamos seguir apropiándonos de recursos ajenos. Por ejemplo, si obtenemos una huella ecológica cero a base de invertir en sumideros de CO<sub>2</sub> en el Trópico (capital natural), y no creamos en ellos suficiente empleo, seguiremos apropiándonos de recursos de otros, eso sí, de forma ambientalmente sostenible.

Basarse en el número de hectáreas como medida del espacio ambiental, puede ser una primera aproximación a la huella social, pero no es el método de cálculo más eficaz. La mejor forma de calcular la huella social es a través de la segunda modalidad de espacio ambiental, esto es, considerando éste como el fruto obtenido a partir de los recursos naturales, una vez transformados en bienes y servicios, y esos, a su vez, en dinero. Si dividimos el PIB empresarial (*cash flow* más los salarios), de la APG (27 716 315 euros o 20 530 603,7 dólares), por la renta global a la que, según el principio de equidad, todo individuo en edad de trabajar tendría derecho (8 938 dólares/cap/año), obtenemos una huella social de 2 297 personas. Esto equivale al empleo que podríamos crear y no creamos. La medida correctora fundamental para disminuir la enorme huella social de la mayor parte de las corporaciones sería, evidentemente, la creación de empleo.

También podemos definir la huella cultural como el número de becas de estudio que una entidad o un territorio determinado “debe” a la sociedad global.

En el capítulo dedicado a la huella cultural veremos que la huella cultural de las organizaciones y corporaciones equivale a la huella social, es decir, el número de becas que una organización debe a la sociedad global es igual al número de empleos que debe, ya que la empresa responsable no solamente se obliga a crear empleo, sino también a dar formación.

Teniendo en cuenta que la huella social bruta de la Autoridad Portuaria de Gijón es de 2 297 empleos, su huella cultural bruta sería también de 2 297 becas. La huella cultural neta se obtiene restando los empleos reales (cuya asignación para formación se encuentra incluida en las modernas empresas), de la huella cultural bruta. En un contexto de sostenibilidad, la APG tendría la responsabilidad de emplear a ese número de personas y de instruirlos. Como veremos en posteriores capítulos, de cada 8 938,4 dólares (ó 12 066,8 euros), aportados por cada renta global, 1 168 dólares (un 13,07%) corresponderían a formación.

Estas cantidades pueden parecer exageradas, pero sugerimos que las empresas comiencen a afrontar el desarrollo global y la reducción de su huella socio-cultural, aportando anualmente el 2,1% de sus ingresos (el triple del emblemático 0,7%). En el caso de la APG, ese 2,1% ascendería a 582 000 euros/año (de los que 76 067,4 euros corresponderían a formación), lo que permitiría emplear y formar a 48 personas cada año (los 1 576,8 euros de cada beca están incluidos en los 12 066,8 euros de cada renta global).

El **capital** del mundo desarrollado tendría que hacer un enorme esfuerzo para tender al desarrollo global. Obviamente, gran parte de ese esfuerzo debería ser cubierto vía subvenciones gubernamentales.

Estos dos indicadores convierten a la hoja de cálculo en un completo macro-indicador de sostenibilidad. La inversión en *capital natural* va a ser un importante factor de competitividad en el futuro, pero no menos lo va a ser la inversión en **capital social** y en **capital humano**. Consideramos de suma importancia invertir en proyectos mixtos que permitan ambos objetivos: la reducción de huella ecológica (inversión en naturaleza) y la reducción de huella socio-cultural (inversión en creación de empleo y en formación).

## 2.20. Conclusiones

### 2.20.1. Evolución de la huella ecológica

En este capítulo se describe una metodología para la aplicación de la huella ecológica a las empresas y a cualquier tipo de organización. La huella ecológica corporativa se puede considerar una evolución de la huella ecológica, generalmente aplicada a regiones y territorios.

El método aquí presentado, no es el único para calcular la huella ecológica-huella del carbono de las empresas o de los productos pues, tal y como refiere Carballo (2009), en los últimos años se han venido desarrollando otros métodos entre los que destacan el análisis del ciclo de vida basado en las técnicas *input-output*, la aproximación de los componentes o la propuesta de *Carbon Trust*, excelentemente descritos y comparados en su trabajo doctoral.

Hemos denominado la metodología aquí desarrollada como “método compuesto de las cuentas contables” (MC3), tanto por mantenerse fiel al método (compuesto) original de Wackernagel y Rees, como por obtenerse directamente de la contabilidad de la empresa, por lo que los cálculos son más precisos y mucho menos sujetos a desviación significativa que los habituales aplicados a ciudades, regiones o naciones. En Wackernagel *et al.* (2005b), se describen los típicos errores atribuidos al

cálculo de la huella ecológica de las naciones: errores conceptuales y metodológicos, errores estructurales y de entrada de datos en las hojas de cálculo, estimación errónea de datos, equivocaciones en fuentes estadísticas anuales, datos escasamente representativos en las estadísticas anuales de la ONU, y omisión sistemática de datos en las mismas. La mayor parte de ellos se pueden obviar en el caso de la huella ecológica corporativa.

Algunos de los múltiples datos que se pueden obtener a partir del método presentado se muestran a continuación, destacando la posibilidad de obtener los datos en unidades de masa (toneladas) y en emisiones de CO<sub>2</sub>. La huella ecológica bruta de la Autoridad Portuaria de Gijón es de 6 483 ha/año, equivalentes a 30 485 toneladas de CO<sub>2</sub>/año y a 23 097 toneladas de materiales/año, las cuales se distribuyen según aparece en la tabla 2.9.

Tabla 2.9. **Huella ecológica de la Autoridad Portuaria de Gijón por tipos de recursos**

Consumo de recursos	Huella		Contra-huella	
	ha	† CO <sub>2</sub>	ha	† CO <sub>2</sub>
Electricidad	968,1 (14,9%)	5 040,3		
Combustibles	129,9 (2%)	676,1		
Materiales	775,2 (12%)	4 036,2		
Materiales de construcción	3 127,0 (48,2%)	16 280,7		
Servicios	150,9 (2,3%)	785,7		
Desechos	219,5 (3,4%)	1 142,9		
Suelo	70,2 (1,1%)	0	1 185,1	58,8
Agropecuarios y pesqueros	636,4 (9,8%)	409,9		
Forestales y agua	405,9 (6,3%)	2 113,2		
<b>TOTAL</b>	<b>6 483,0</b>	<b>30 485,0</b>	<b>1 185,1</b>	<b>58,8</b>

Fuente: elaboración propia.

En números redondos, podemos decir que, de las aproximadamente 6 500 ha de huella ecológica que posee la Autoridad Portuaria de Gijón, unas 4 000 ha (61,5%) proceden del consumo de materiales, unas 1 000 ha (15,4%) del consumo eléctrico, otras 1 000 ha (15,4%) del consumo de recursos agropecuarios y forestales, y unas 500 ha (7,7%) del resto de actividades (producción de desechos, consumo de combustibles, gasto en servicios y ocupación de suelo).

El fuerte impacto de la energía necesaria para la actividad empresarial queda patente en la tabla 2.10, donde se muestra la huella ecológica de la APG por tipos de huella, y donde se observa que el impacto de la energía fósil supone más del 83% de la huella total.

Tabla 2.10. **Huella ecológica de la Autoridad Portuaria de Gijón por tipos de huella**

Tipo de huella o superficie	Huella		Contra-huella	
	ha	t CO <sub>2</sub>	ha	t CO <sub>2</sub>
Energía fósil*	5 389,0 (83,1%)	28 062,3		
Tierra cultivable	228,1 (3,5%)		0,3	
Pastos	165,0 (2,5%)		4,1	
Bosque	465,3 (7,2%)	2 422,7	11,3	
Terreno construido	70,2 (1,1%)			58,8
Mar	164,7 (2,5%)		1 169,3	
<b>TOTAL</b>	<b>6 483,0</b>	<b>30 485,0</b>	<b>1 185,1</b>	<b>58,8</b>

\* Superficie forestal necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> emitido en los procesos de combustión.

Fuente: elaboración propia.

Además de otros datos mostrados en los capítulos precedentes (huella expresada en PIB mundial, huella expresada en número de personas, huella en número de empleos o huella social, diversos ratios de ecoeficiencia, etc.), en la tabla 2.11 se muestran las principales magnitudes en cuanto a consumo de recursos de la APG en el año 2004. Se observa que el método integra en parte (y a nuestro modo de ver, los hace más objetivos), a otros indicadores de índice único, como la Necesidad de Materiales Totales (NMT).

El gasto anual de la Autoridad Portuaria de Gijón en consumo de recursos naturales es de casi 11 millones de euros, lo cual equivale a lo que producen 5 298 hectáreas de ecosistemas productivos (su “debe” ecológico) y al empleo global de 2 297 personas (su “debe” social). Para que la APG fuera totalmente sostenible tendría que seguir creando riqueza y actividad económica, pero eliminando por completo tanto su deuda ambiental como su deuda social.

Relacionar de un modo tan simple y tan claro, el impacto económico, el impacto ambiental y el impacto social de cualquier organización, debería ser acicate para la

Tabla 2.11. **Huella ecológica APG. Principales magnitudes**

Tipo de huella o superficie	Total año
Gasto total en recursos naturales (€/año)	10 951 251
Consumo energía eléctrica (kWh/año)	4 530 262
Consumo combustibles líquidos (l/año)	135 311
Consumo gas (m <sup>3</sup> /año)	6 955
Desechos producidos (t/año)	973
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /año)	217 196
Toneladas de materiales (t/año)*	23 097
Consumo energía total en GJ/año	324 625

\* Sin contar el agua ni los desechos.

Fuente: elaboración propia.

implantación de este indicador. Permite intuir la importancia crucial que tendría tal implantación para paliar la enorme deuda ambiental y social de las corporaciones a escala global.

## 2.20.2. Comité de estandarización

Para contribuir a la implantación de este indicador a escala empresarial, recomendamos la creación de un comité de estandarización que evite la dispersión de técnicas y métodos, que permita el cálculo de huellas con los mismos criterios, y que, partiendo de este estándar inicial, facilite la mejora continua del método. Como punto de partida se crea el sitio web <http://www.huellaecologica.com>, desde donde toda empresa podrá descargar la hoja de cálculo de la huella ecológica corporativa, la cual intentará recoger todos los cambios y actualizaciones que se vayan proponiendo desde los diferentes sectores.

El estudio de casos por parte de las universidades, o su aplicación directa por parte de las empresas, instituciones u organizaciones, sería fundamental para la mejora continua del indicador, ya que los datos obtenidos retroalimentarían la hoja de cálculo, perfeccionando cada vez más los índices de conversión.

Si, por ejemplo, se calcula con detalle la huella de los hoteles, podemos llegar a eliminar los índices de conversión actuales y las estimaciones iniciales, introduciendo en la hoja, la huella directa de los cinco tipos de ecosistemas, energía, bosques,

pastos, etc. Lo mismo si en los estudios de caso calculamos la huella de los servicios de mantenimiento o la huella del cemento, o la huella del aluminio, etc. De este modo, se elimina, además, una de las principales críticas a la huella ecológica: la consideración exclusiva de la energía consumida en la fabricación del producto considerado, obviando los residuos que produce o el resto de recursos que consume a lo largo de su ciclo de vida.

En el momento de la publicación de este libro, contamos ya con numerosos trabajos nuevos para seguir avanzando en este sentido (Álvarez *et al.*, 2008a, 2008b; Carballo, 2009; Carballo *et al.*, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b; Caselles *et al.*, 2008; Coto-Millán *et al.*, 2008a, 2008b; Doménech *et al.*, 2008a, 2008b, 2009; Marañón *et al.*, 2008).

### 2.20.3. Aplicaciones de la huella ecológica corporativa

1. **Guía para la sostenibilidad.** La huella ecológica permite abordar con muchas garantías el primer paso de la sostenibilidad, ya que, como dice Gabriel Real Ferrer, de la Universidad de Alicante, la carrera de la sostenibilidad hay que ganarla no sólo mediante el control de los desechos generados (*output*), sino también por el control del consumo de materiales y energía (*input*) (Real, 2005). Los tres pasos que debería emprender toda empresa en el camino hacia la sostenibilidad total son los siguientes: a) cuantificación del nivel de sostenibilidad, por medio del cálculo de la huella ecológica; b) estudio de ecoeficiencia de los materiales, de la energía y del espacio, de forma que permita establecer prioridades; tendencia a la desmaterialización continua, tal y como propone la citada “Estrategia europea de los recursos”; y c) ejecución continua de proyectos para la sostenibilidad: fundamentalmente, energías alternativas, adquisición de productos “verdes” e inversiones en capital natural.

En el caso de la APG, las medidas contra-huella (el “haber ambiental”), tan sólo ascienden a 1 185 ha, por lo que la huella neta resultante sigue siendo elevada (5 298 ha). Teniendo en cuenta los principales impactos vistos líneas arriba (materiales, electricidad, recursos naturales y varios), las prioridades de la APG para alcanzar la sostenibilidad son las siguientes:

- a. Establecer una adecuada política de compras y de contratación de obras que prime el ahorro de materiales y el uso de productos verdes o ecoeficientes.
- b. Reducir el consumo de energía eléctrica, adquirir energía “verde” o ejecutar proyectos de generación de energías alternativas, aprovechando las importantes infraestructuras portuarias (eólica en diques, solar térmica en edificios y cubiertas de naves, energía del oleaje, etc.).

- c. Reserva de suelo para zonas verdes e inversión en capital natural; alianzas con concesionarios para invertir en sumideros de CO<sub>2</sub>; promover espacios marinos protegidos; aumento de la productividad natural de las aguas portuarias de interés pesquero, etc.
- d. Uso y distribución de biocombustibles. Minimización y reciclaje de desechos.

2. **Indicador de índice único.** La huella ecológica corporativa es el único macro-indicador que, con un esfuerzo adicional, puede llegar a integrar absolutamente todos los indicadores ambientales de entrada y de salida, proponiéndose hacer hincapié en los siguientes desarrollos: a) incorporación de los desechos, tales como emisión de gases distintos del CO<sub>2</sub> y los vertidos; b) mejora continua de los índices de conversión descritos, a través de aportaciones técnicas y retroalimentación. Las ventajas del índice único se pueden obtener sin perder las ventajas del conjunto de indicadores a los que necesitan recurrir los especialistas, pues todos ellos están visibles en una misma tabla.

Creemos que el esfuerzo en completar el desarrollo de este indicador merece la pena, pues, según Informes del Parlamento Europeo (Anónimo, 2001), ningún otro indicador de índice único tiene tantas posibilidades: a) el Índice de Desarrollo Humano (IDH), considera la esperanza de vida, la alfabetización y el PIB *per cápita*, quedando excluido el medio ambiente (no es un indicador ambiental); b) la Necesidad de Materiales Totales (NMT), incorpora los llamados flujos ocultos (materiales que la economía altera, como la erosión del suelo), los cuales, según Informes del Parlamento Europeo “son poco entendidos y muy propensos a error de medición”; ya hemos dicho que la huella ecológica corporativa incorpora un consumo de materiales mucho más objetivo; c) el Ahorro Auténtico (AA) y el Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES), corrigen el PIB o el gasto del consumidor, con los costes del agotamiento o depreciación de los recursos naturales; se expresan en dinero (lo cual puede facilitar la comprensión), pero, ni son exclusivamente ambientales, ni las técnicas de cálculo de la depreciación ambiental están unificadas, lo que “ha hecho que el proceso de valoración sea muy controvertido”. Otros indicadores, como la Matriz de Contabilidad Nacional (NAMEA), los diversos indicadores de desarrollo sostenible, basados en índices de difícil interpretación, el análisis de flujo de materiales, el espacio ambiental o el análisis de ciclo vital, presentan aún más inconvenientes y ni siquiera son de índice único.

Aunque los actuales indicadores ambientales recomendados por la *Global Reporting Initiative* (GRI), para confeccionar las memorias de sostenibilidad, tampoco se pueden integrar en un índice único (Anónimo, 2006b), muchos de ellos están recogidos en la huella ecológica. Sería interesante pues, analizar la integración de

ambas herramientas lo que, sin duda, les aportaría un interesante valor añadido (las dos han alcanzado un importante nivel de difusión).

- 3. Ecoetiquetado de empresas y de productos.** La huella ecológica permite también conocer la huella añadida de todo producto o mercancía, contribuyendo al desarrollo de los análisis de ciclo de vida (ACV e ISO serie 14040) (Espí *et al.*, 2001; Fullana *et al.*, 1997), y a crear una nueva etiqueta ecológica integral y de fácil comprensión. Una de las debilidades de la huella ecológica es que la actual metodología hace mucho hincapié en el consumo energético que produjeron los materiales antes de ser adquiridos (en su fabricación, en su comercialización, en su transporte, etc.), pero no se consideran, por ejemplo, los desechos que producen a lo largo de su ciclo de vida hasta que llegan a nosotros (los cuales habría que añadir a los desechos que producimos directamente). Por ejemplo, en la categoría 1.3 de la hoja de cálculo, consumo de materiales, se calcula el consumo energético de la fabricación de un material determinado, pero no se tiene en cuenta los desechos que produjo hasta llegar a nuestras manos.

Este problema se resolvería de forma sencilla si la presente metodología se aplicara en todas las empresas por las que pasa un producto en cuestión: si la empresa extractora o fabricante de un producto calcula su huella ecológica, en ésta queda automáticamente recogida no sólo el consumo energético, sino todos los impactos, como consumo de recursos, consumo de agua, ocupación de suelo, producción de desechos, etc. De ese modo, al adquirir ese producto ya tendríamos calculada su huella ecológica (su “etiqueta”), y no tendríamos que calcularla nosotros basándonos en su eficiencia energética. Es una mejora del actual método (de mínimos, como ya se dijo), que se produciría, de manera automática, si se difunde convenientemente. Comprobamos que la retroalimentación es indispensable para la mejora continua de esta herramienta.

Tal y como se señala en el análisis presentado al Parlamento Europeo para evaluar la huella ecológica (Anónimo, 2001): “La huella ecológica es, esencialmente, una clase de análisis del estudio del ciclo vital, que va un paso más lejos y pondera los impactos (...) puede influir en las pautas de compra de los consumidores, ya que es más atractiva y comprensible para el gran público que los datos brutos del estudio del ciclo vital”. Sin embargo, añade: “El estudio del ciclo vital intenta integrar todas las cargas medioambientales, incluyendo la contaminación, la cual está excluida de la huella ecológica”. Como ya advertimos, es muy factible, incorporar los desechos o contaminación a la huella ecológica, lo que, junto con la propagación del método, le conferiría un importante valor añadido: integración de indicadores, ciclo de vida y ecoetiquetado en una única herramienta. Adolfo Carballo, de la Universidad de Santiago de Compostela, ha hecho importantes avances en este sentido en su reciente tesis doctoral (Carballo, 2009).

4. **Herramienta justa contra el cambio climático.** Las emisiones de CO<sub>2</sub> no son únicamente problema de fábricas y cadenas de producción, puesto que las emisiones equivalentes o indirectas de una empresa de servicios, como la Autoridad Portuaria de Gijón, pueden superar hasta 10 veces las de algunas fábricas incluidas en el Registro de Derechos de Emisión. Sin embargo, actualmente casi todo el peso derivado del Protocolo de Kioto se carga sobre las empresas fabricantes, lo que es, cuando menos, y a todas luces, injusto (todos contribuimos al cambio climático por el mero hecho de activar un interruptor).

Una adecuada legislación ambiental, basada en la implantación de la huella ecológica en la empresa y en cualquier tipo de organización, permitiría incorporar a todos los sectores en el Registro de Emisiones, lo que obligaría a competir por una mayor eficiencia en la reducción de la huella (y en la eliminación de todos los tipos de impacto ambiental, tanto de entrada como de salida). Sería una estrategia muy válida, y una importante herramienta de decisión política, contra el cambio climático, a la vez que establecería un reparto más justo de la responsabilidad por el exceso de emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### 2.20.4. La huella del carbono como herramienta vital para la empresa

La huella del carbono es una herramienta que, en cualquiera de sus modalidades, está experimentando un espectacular interés y un incremento constante tanto en volumen de estudios publicados como en difusión. Toda empresa u organización debe darle una importancia especial como herramienta clave para prepararse ante los retos del cambio climático.

Para Wiedmann *et al.* (2007) “la huella del carbono es una medida de la cantidad total de emisiones de CO<sub>2</sub>, que es directa o indirectamente causada por una actividad o es acumulada en el ciclo de vida de un producto”. Excluyen expresamente otros gases de efecto invernadero, como el metano, si bien otras fuentes incluyen todos los gases de efecto invernadero, como la *Parliamentary Office of Science and Technology*: “la huella del carbono es la cantidad total de CO<sub>2</sub> y otros GEI, emitidos durante el ciclo completo de vida de un proceso o producto” (POST, 2006), al igual que hace *Carbon Trust* (2007) o ETAP (2007). Para la *British Sky Broadcasting* “la huella del carbono se calcula midiendo las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> de los locales, servicios, viajes de negocio o residuos” (Patel, 2006).

La filosofía de los autores que estudian la huella del carbono es incorporar la mayor parte de los impactos producidos por el ser humano (Grubb *et al.*, 2007; Energetics, 2007; BP, 2007), lo que aún está lejos de suceder en la mayor parte de los actuales

métodos de cálculo. Por eso, somos partidarios de que la huella del carbono incluya todo impacto que pueda ser convertible a carbono de una forma coherente y, concretamente, todos los *input* considerados en la huella ecológica corporativa.

El método aquí presentado (MC3) está preparado para contemplar incluso el CO<sub>2</sub> que se dejaría de absorber por el uso de los ecosistemas bioproductivos, no solo los bosques, sino también praderas, zonas agrícolas o sistemas acuáticos. Aunque en esta primera versión del método solo se contempla la huella ecológica de los bosques, ya que en su momento no existía consenso sobre la tasa de absorción de carbono del resto de ecosistemas, en una próxima versión se incluirá la tasa de absorción de los pastos, los cultivos o el mar. También incluirá, por supuesto, el resto de gases, ya que el principal impacto del CO<sub>2</sub> es el calentamiento global y no tiene ningún sentido excluir otros gases de efecto invernadero, que, como el metano, son perfectamente convertibles a carbono a través de su potencial de calentamiento. Es más, consideramos que se deben buscar fórmulas para convertir el resto de gases no invernadero, lo cual permitiría que la huella del carbono integre la práctica totalidad de los impactos ambientales físicos, convirtiéndose así en el indicador por excelencia del siglo XXI.

Es por esto que la metodología de la huella del carbono obtenida a través de la conversión total de la huella ecológica corporativa (tal y como aquí proponemos, es decir, la huella del carbono basada en las cuentas contables), se le puede considerar (por el momento y convenientemente desarrollada) como uno de los métodos más completos para obtener las emisiones totales de CO<sub>2</sub> equivalente de una organización.

En la Autoridad Portuaria de Gijón se viene empleando este método desde el año 2004, lo que ha obligado a emprender planes de ecoeficiencia, ahorro y reducción de consumos. Ha servido, entre otros, para comprobar la importante huella del carbono de las obras de construcción, sobre todo cuando son fuertemente intensivas en hormigones y cementos, y la necesidad que existe de ensayar con nuevos cementos más ecológicos y ecoeficientes. También ha servido para conocer la otra forma de reducir huella (cuando ya no se puede incrementar más el ahorro o la ecoeficiencia): mediante la inversión en capital natural, vital para absorber el exceso de CO<sub>2</sub> y otros desechos. En el puerto de Gijón tan sólo tenemos 486 hectáreas de capital natural (aguas marinas de su competencia y espacios naturales en faros), pero la inversión en capital natural se puede incrementar tanto como se proponga en los sucesivos planes estratégicos que se desarrollen. Recomendamos a las empresas fijar estrategias en este sentido, resultando muy conveniente invertir en países en desarrollo (conservación de los bosques tropicales o creación de áreas marinas protegidas, por ejemplo), por el triple beneficio que supone: a) se reduce la huella ecológica-huella del carbono de la corporación, incluso de forma más económica que en

el país de origen; b) se contribuye al equilibrio ambiental global, al evitar la deforestación y la destrucción de los ecosistemas; y c) se crea empleo en las áreas receptoras, lo cual permite adquirir “capital social”, el tercer pilar del desarrollo sostenible y otro inminente factor de competitividad empresarial (responsabilidad social corporativa).

Por seguir refiriéndonos a un sector concreto, el puerto de Gijón no es el único que ha emprendido esta carrera por la reducción de sus emisiones directas e indirectas de carbono, pues el puerto de Nueva York, por ejemplo, ha calculado las emisiones directas e indirectas de carbono que producen sus actividades y operaciones, ascendiendo a 298 000 toneladas de CO<sub>2</sub> (10 veces más que la Autoridad Portuaria de Gijón). El puerto de Nueva York es uno de los primeros que se ha propuesto el objetivo “carbono neutral” en 2010, así como reducir su huella ambiental a través de un ambicioso plan estratégico y de un agresivo plan de inversiones que supone varios miles de millones de dólares en los próximos años (Anónimo, 2008a).

El puerto de Oslo también ha estimado sus emisiones basándose en la Norma ISO 14064-1 e incluyendo las emisiones directas (456 t), las emisiones energéticas indirectas (49 t) y otras emisiones indirectas relacionadas con las subcontratas, los negocios y los traslados de casa al trabajo (199 t). El total asciende a 704 t CO<sub>2</sub>/año. Calculado del mismo modo, el puerto de Rotterdam tiene unas emisiones directas de 8 960 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, unas emisiones energéticas indirectas de 7 230 t CO<sub>2</sub> y otras indirectas de 20 100 t (total: 36 290 t CO<sub>2</sub>/año) (Anónimo, 2008b). El puerto de Oslo es un puerto pequeño, con unas 6,4 millones de toneladas de mercancías movidas por año, pero no es el caso del puerto de Rotterdam, que es uno de los mayores del mundo, con un volumen de 407 millones de toneladas de mercancías movidas. Aun cuando ese volumen supone 20 veces más que el movimiento del puerto de Gijón, las emisiones de CO<sub>2</sub> calculadas son muy próximas, lo que demuestra que el método aquí presentado incluye muchas categorías de las que algunos estándares (ISO 14064, Protocolo de GEI) llaman “otras emisiones indirectas”. No es el caso del puerto de Nueva York y Nueva Jersey que, con unas 150 millones de toneladas de mercancías por año, es decir 3 veces menos que Rotterdam, ha estimado una huella del carbono 8 veces superior.

Evidentemente, el paso subsiguiente al cálculo y reporte de emisiones es la elaboración y ejecución de un plan de ahorro y ecoeficiencia a desarrollar a medio y largo plazo, el cual implica la colaboración de muchos grupos de interés. De hecho (al igual que hiciera el puerto de Nueva York) el puerto y la ciudad de Rotterdam han elaborado un ambicioso plan para disminuir sus emisiones de CO<sub>2</sub> (*Rotterdam Climate Initiative*) que les llevará en una primera fase hasta el año 2025 (Anónimo, 2007d).

Y, como prueba de una tendencia clara y de modo similar a lo que ya está ocurriendo en muchos otros sectores, los 40 principales puertos del mundo han firmado en julio

de 2008, también en Rotterdam, la Declaración del Clima de los Puertos del Mundo, por la cual se pretende, entre otros, que todos los puertos implementen métodos para calcular su huella del carbono, así como para su posterior reducción en todos los ámbitos portuarios (buques, puerto, operaciones portuarias e industrias portuarias). Objetivos similares se han aplicado a las Administraciones (SEI *et al.*, 2007), a las escuelas (GAP *et al.*, 2006), a los productos (Carbon Trust, 2006) y a varios tipos de negocios (Trucost, 2006), los cuales comienzan a ofrecer sus balances de carbono, aunque aún obtenidos por diferentes métodos. Varias son ya las empresas que han intuido estos cambios y han comenzado a autoetiquetarse con la huella del carbono, tal y como nos muestra Blasco (2008): Walkers, un productor británico de patatas fritas, de la multinacional Pepsico, fue la primera compañía que ha etiquetado sus productos con la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite en el ciclo de vida de los mismos, desde que la patata es sembrada hasta que llega al consumidor, pasando por el impacto de los tractores, los camiones que distribuyen o la fabricación de los envases; de este modo, una bolsa de 33,5 gr supone la emisión de 75 gr de CO<sub>2</sub> y así figura en el etiquetado. Coca-Cola, Cadbury y otros ya están siguiendo los pasos de Walkers y todas ellas han firmado un acuerdo con Carbon Trust, una entidad puesta en marcha por el Gobierno Británico para auditar la huella del carbono de los alimentos y otros bienes de consumo.

Tesco, la mayor gran superficie del Reino Unido, ya tiene en las estanterías de sus establecimientos hasta 20 productos con la etiqueta de la huella del carbono, al igual que hace Boots, la mayor cadena británica de elementos de belleza y salud, con varias líneas de productos.

Lo mismo ha comenzado a suceder en Japón, donde también se pretende crear una etiqueta para embalajes de alimentos, bebidas, detergentes y accesorios eléctricos. Las encuestas británicas indican que los consumidores están dispuestos a comprar productos (o a contratar servicios o a transportar mercancías) que hayan generado baja emisión de gases contaminantes, predisposición que, con toda seguridad, irá aumentando conforme más nos adentremos en la era del cambio climático. Esto significa que etiquetas como éstas pueden llegar a cambiar, incluso, algunas absurdas pautas de la globalización, similares al famoso “caso del yogurt” que describimos en el capítulo 1. La Comisión Europea, animada por el impulso que se le está dando en el Reino Unido y debido a la propuesta de algunos Comisarios, estudia extender esta etiqueta a toda la Unión Europea, lo que es muy posible que se consiga a no mucho tardar.

Por todo ello, pensamos que la huella del carbono corporativa se convertirá en una de las principales herramientas para los negocios, las instituciones y las organizaciones en la lucha que se avecina contra el cambio climático y en la que, precisamente por ese motivo, pensamos que urge esforzarse más en establecer un método

estandarizado que evite la dispersión de métodos de cálculo que empiezan a observarse (Doménech *et al.*, 2008b).

Por último, no hay que olvidar, que todas las huellas del carbono calculadas, por el método que sea, son aún una huella de mínimos, es decir, que las emisiones estimadas irán aumentando conforme avance el número de *inputs* convertidos a carbono, avance el estado de nuestros conocimientos sobre el impacto total que causamos en el medio y vaya mejorando la precisión de los índices de conversión de los diferentes consumos y desechos producidos. En este sentido, debemos tener bien presente y en todo momento, que la huella del carbono que ahora contabilizan todos los países del mundo de acuerdo con el Protocolo de Kioto, no tiene en cuenta más que la huella de una parte de la combustión (emisiones directas de los sectores no difusos), es decir, solo una parte de la huella del carbono total calculada por esta metodología. Si en España nos va a costar mucho esfuerzo alcanzar los objetivos previstos para el año 2012 (como vimos en el capítulo 1), imaginemos si contemplásemos la huella total o real...

## 2.20.5. Hacia una nueva ética política y empresarial a través del desarrollo sostenible

Como hemos visto, la metodología propuesta incluye una huella social, la cual indica la huella que deja una corporación u organización en el empleo global. La huella social intenta responder a la pregunta: si los países desarrollados utilizamos todos nuestros recursos, más los de países pobres, para crear más y más bienes, servicios y empleos locales, ¿cuántos recursos o empleos estamos dejando a los demás?

El reciente documento “Europe 2005, The ecological footprint” (Wackernagel *et al.*, 2005a), nos muestra la huella ecológica de las naciones, observando que, efectivamente, la Europa de los 25 ya tiene un nivel de consumo de alrededor de 5 ha/cap/año, es decir 2,2 veces más de lo que debería consumir utilizando su propia capacidad bioproductiva. Esto significa que depende en exceso de las importaciones de recursos de otros países. Mientras que países como Alemania o Polonia, han conseguido estabilizar su huella, la de otros países, como Grecia, Francia o Reino Unido, continúa en ascenso, demostrando así que no somos autosuficientes ni sostenibles, y que aún necesitamos de nuestros vecinos. Por contra, devolvemos más indiferencia y más desigualdad.

La huella ecológica y la huella social proporcionan, tanto a las instituciones como a las empresas, una importante herramienta para devolver a la sociedad global los recursos y empleos acaparados durante décadas. Tal proceder, reduce huella y, en

consecuencia, incrementa la ecoeficiencia, la sostenibilidad, la competitividad y los comportamientos éticos, tanto políticos como corporativos.

Instituciones, empresas y organizaciones de cualquier tipo pueden y deben reducir su huella invirtiendo en capital natural (conservación de ecosistemas, reforestación, sumideros de CO<sub>2</sub>), y en capital social (creación de empleo local y global). Por eso, para completar el que puede ser un nuevo modelo hacia la sostenibilidad, se propone que las empresas incorporen, entre sus planes estratégicos, la cooperación al desarrollo, dicha cooperación, ejecutada a través de mecanismos altamente rentables, como, por ejemplo, el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto (habilitado para invertir en países en desarrollo), permite el triple objetivo de reducir huella ecológica, reducir huella social e incrementar los beneficios económicos. Por ejemplo, la creación de un gran sumidero forestal, con explotación sostenible de la madera, en un país en vías de desarrollo, permitiría el desarrollo ambiental de la zona (conservación de la biodiversidad, protección ante la deforestación, absorción de CO<sub>2</sub>), el desarrollo social (creación de empleo local), y la obtención de beneficios (actividades derivadas, conocimiento de nuevos mercados, nuevas oportunidades de negocio, mejora de la imagen corporativa e incremento de la competitividad de la empresa).

Consideramos la cooperación al desarrollo como uno de los grandes avances que se puede esperar de una empresa más competitiva, más innovadora, más ética, más responsable, y, en definitiva, más propia del siglo XXI. Por eso, proponemos que esta se incorpore cuanto antes entre los objetivos de la Responsabilidad Social Corporativa, todo un novedoso e inesperado sistema de gestión que ya se está imponiendo en las organizaciones más responsables y, por lo tanto, más avanzadas. Es un mensaje que no nos cansaremos de repetir a lo largo de este libro.

# 3

## Los 10 pasos de la ecoeficiencia

### 3.1. Introducción

Hemos visto cómo cualquier organización puede calcular su impacto ambiental total expresado en unidades de superficie o en emisiones de CO<sub>2</sub>. ¿Qué hacer ahora con esos datos? Obviamente, no podemos quedarnos ahí, sino que, si realmente se desea alcanzar la sostenibilidad, habrá que planificar la forma de reducir esa huella ecológica. El siguiente paso, por tanto, es la realización de un estudio de ecoeficiencia, el cual incluya una auditoría energética, con el fin de averiguar en qué aspectos podemos mejorar y cuáles deben ser nuestras prioridades.

En este capítulo expondremos los 10 pasos necesarios para alcanzar la ecoeficiencia y la sostenibilidad total por el método de la huella ecológica. Y lo veremos, como en el capítulo anterior, de la mejor forma posible: mediante un caso práctico, esto es aplicando los 10 pasos de la sostenibilidad a una empresa concreta, la Autoridad Portuaria de Gijón (APG). Aparecen a continuación:

1. Ecoeficiencia eléctrica.
2. Ecoeficiencia de los combustibles.
3. Ecoeficiencia de los materiales.
4. Ecoeficiencia en los servicios.
5. Ecoeficiencia en la reducción de desechos.
6. Ecoeficiencia en el uso del suelo.
7. Ecoeficiencia en el consumo de recursos agropecuarios y pesqueros.
8. Ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua.

9. Adquisición de capital natural.
10. Adquisición de capital social a través de la implantación de una responsabilidad social corporativa que contemple la creación de empleo.

## 3.2. Qué es la ecoeficiencia

### 3.2.1. La escasez de recursos

La población mundial es de unos 6 500 millones de personas y se prevé que alcance los 9 100 millones en el año 2050 (Cohen, 2005). Mientras que una tercera parte de los habitantes del planeta (unos 2 000 millones), aún no pueden acceder a la energía comercial, la cuarta parte (unos 1 500 millones de personas) consumen un 75% de toda la energía primaria.

Como ya señalamos en anteriores capítulos, las reservas de carbón podrían mantenerse durante 200 años, si mantenemos el actual ritmo de consumo (el cual incluso va a disminuir debido a las presiones del Protocolo de Kioto). Las reservas de petróleo se estiman perduren entre 40 y 100 años, dependiendo de los nuevos hallazgos que se produzcan, esperándose un crecimiento anual del consumo de alrededor del 2%. Se prevé un incremento en el consumo de gas natural de hasta un 2,7% anual hasta el año 2020, debido, sobre todo, a la fuerte expansión de los ciclos combinados en el sector eléctrico. En cuanto a la energía nuclear, existen reservas de uranio para unos 100 años, y todo parece apuntar a que el consumo también se va a incrementar en los próximos años, si no aparecen fuentes alternativas masivas.

Los metales también presentan reservas equivalentes a varias décadas de producción, sin contar los nuevos hallazgos que se puedan producir: las reservas de plata son de 16 años; las de níquel y estaño, entre 40 y 50; las de plomo, cobre y cinc, entre 20 y 30; y las de hierro, de 133 años. El aumento de población y su acceso al desarrollo, también incrementará, paralelamente, el consumo de todo tipo de materiales.

Pudiera parecer que quedan muchos años por delante como para preocuparse ahora, pero lo cierto es que el margen de reacción es muy escaso, y urge la adopción de medidas que transformen nuestros hábitos de vida.

Para abordar estos retos existen varias iniciativas, una de las cuales, a nivel europeo, es la Estrategia Temática para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales, elaborada por la Comisión de las Comunidades Europeas (COM 2003/572 final; Bruselas 2003-10-01), la cual describe las metas que hay que alcanzar para tender a la sostenibilidad, como por ejemplo, la **disociación** o desvinculación entre el

crecimiento económico y el crecimiento del uso de los recursos (la economía crece mientras el uso de los recursos debe mantenerse estable o disminuyendo).

Otra iniciativa es el “Libro Verde sobre la eficiencia energética”, de la Comisión Europea, el cual prevé alcanzar un ahorro potencial del 20% del consumo energético por año, equivalente a unos 60 000 millones de euros/año (el consumo total de Alemania y Finlandia) (Anónimo, 2005c). El “Libro Verde”, propone la elaboración de un plan de acción que deberá afectar a Gobiernos, regiones, empresas o particulares.

Singular importancia cobra la “Estrategia para el Desarrollo Sostenible” (COM 2006/658 final/2; Bruselas, 2006), la cual establece un marco que favorece el desarrollo sostenible en aspectos clave, como: medidas para el desarrollo de productos ecoeficientes y energías alternativas; plan de acción de eficiencia energética que ayude a alcanzar el potencial del 20% (por ejemplo, en todos los edificios europeos); cooperación con otros países, con el fin de reducir las emisiones de los gases invernadero por debajo de los compromisos alcanzados para 2012; revisión del esquema del mercado de emisiones europeo para considerar su extensión (por ejemplo, para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero de la aviación y del transporte marítimo); mejorar la coordinación y la entrega de ayuda al desarrollo, fortaleciendo el liderazgo europeo en el desarrollo sostenible global.

En España, el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 prevé que el 12,1% del consumo de energía primaria y el 30,3% del consumo bruto de electricidad proceda de fuentes renovables, mientras que el Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) prevé reducir un 8,5% el actual consumo de energía primaria y el 20% de las importaciones de petróleo.

Posiblemente serán necesarias medidas más contundentes, pues mientras que el PER prevé una potencia instalada de únicamente 42 495 MW, en 2010, Greenpeace y la Universidad de Comillas ven posible la instalación de hasta 5 471 000 MW de potencia, con energías renovables, para el año 2050, lo que supone sobrepasar hasta 10 veces toda la demanda energética nacional (García *et al.*, 2005). En otros estudios, efectuados por los mismos promotores (**Renovables 100%**), se indica que sería posible dotarnos de una cobertura total con energías renovables, invirtiendo 120 000 millones de euros en 25 años (un 0,5% del PIB). No está demás detallar un poco estos interesantes datos:

Para una población estimada en el año 2050 de 38,3 millones de personas, una demanda eléctrica estimada en 280 Twh/año (20 kwh/hab/d), y una demanda de energía total de 1 525 Twh/año (109 kwh/hab/d), el Informe arroja las siguientes estimaciones:

- El aprovechamiento de la energía geotérmica del subsuelo proporcionaría el 7% de la demanda eléctrica peninsular en 2050 (19,53 Twh/año). La potencia

instalada podría llegar a los 2 480 MW. Principal potencial: las dos Castillas y Andalucía.

- Energía hidráulica: 13,5% de la demanda eléctrica peninsular en 2050 (37,61 Twh/año). La potencia instalada podría ser de 18 800 MW. Principal potencial: Castilla y León, Cataluña y Aragón.
- Biomasa: 50,5% de la demanda eléctrica peninsular en 2050 (141,47 Twh/año). La potencia instalada podría llegar a los 19 460 MW. Principal potencial en Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Aragón.
- Eólica terrestre: esta tecnología permitiría cubrir hasta 8 veces (816%) la demanda eléctrica peninsular en 2050 (2 285 Twh/año). La potencia instalada sería de 915 000 MW y el potencial principal estaría localizado en las dos Castillas y Andalucía.
- Eólica marina: con 334 Twh/año cubriría más de la demanda peninsular en 2050 (119,3%). La potencia instalada llegaría a los 164 760 MW, destacando Castellón, Galicia, Asturias, Cantabria, Valencia y Andalucía, las cuales cubrirían toda su demanda autonómica.
- Oleaje: con 296 Twh/año cubriría también toda la demanda peninsular en 2050 (105,7%). La potencia instalada alcanzaría los 84 400 MW y el principal potencial estaría localizado en Galicia, Asturias, Cantabria y Andalucía.
- Fotovoltaica: 203% de la demanda eléctrica peninsular en 2050 (569,3 Twh/año). La potencia instalada en edificaciones alcanzaría los 494 500 MWp. Principal potencial: prácticamente todas las Comunidades de España, las cuales serían, además (salvo Asturias y País Vasco), autosuficientes.
- Fotovoltaica con seguimiento solar (no en edificios): hasta cinco veces (494%) la demanda eléctrica peninsular en 2050 (1 382,2 Twh/año). Unos 708 400 MWp de potencia. Potencial principal en las dos Castillas, Extremadura, Aragón, Murcia, Andalucía, La Rioja, Navarra, Galicia y Valencia.
- Termoeléctrica (concentración solar mediante espejos): hasta 9 897 Twh/año (3 534% o 35 veces la demanda peninsular). Unos 2 739 000 MW de potencia instalada. Con centrales termoeléctricas, todas las Comunidades Autónomas serían autosuficientes, destacando las dos Castillas, Andalucía, Aragón, Extremadura, Cataluña, Galicia y Valencia.
- Chimenea solar (gran colector solar plano con chimenea central): 298,6% de la demanda eléctrica peninsular en 2050 (836,2 Twh/año). La potencia instalada podría llegar a los 324 300 MW. Principal potencial: las dos Castillas y Andalucía, seguidas de Extremadura, Aragón, Andalucía, Murcia, Galicia, La Rioja, Navarra, Cantabria y Valencia.

Es decir, el techo de generación estimado sería de 15 798 Twh/año, equivalente a más de 10 veces la demanda de energía total en 2050 y a más de 56 veces la demanda peninsular de electricidad en dicho año. En la tabla 3.11 podemos comparar estos datos con los esperados según el Plan de Energías Renovables

Las cifras que aportan estos estudios son espectaculares, y, de ser corroboradas, echan por tierra toda disculpa para desconfiar de las energías renovables y de la ecoeficiencia como alternativa real al petróleo o a las centrales nucleares<sup>16</sup>.

### 3.2.2. El ahorro de recursos por medio de la ecoeficiencia

Las empresas no van a quedar, obviamente, al margen de estos grandes movimientos y, en efecto, ya son muchas las que han asumido la sostenibilidad como parte fundamental de su estrategia de futuro y como parte de sus objetivos de competitividad.

Pero, resulta curioso que, aun siendo numerosas las organizaciones que ya han abordado dicho camino, aún existe cierta confusión entre lo que significa emprender medidas ambientales, medidas de ecoeficiencia y medidas de sostenibilidad. Vamos pues, en primer lugar, a hacer esa distinción, de forma clara y breve:

- a. Medidas ambientales: sólo tienen en cuenta los aspectos ambientales, tales como la reducción de los residuos, la reducción de las emisiones a la atmósfera o el control de los vertidos al río o al mar.
- b. Medidas de ecoeficiencia: ponen en relación dos grupos de aspectos, los ambientales y los económicos. A través de las medidas de ecoeficiencia se busca producir más riqueza con menos recursos. Como ya hemos señalado en el capítulo anterior, decimos que existe un factor 2, cuando se produce el doble con los mismos recursos, o cuando se produce lo mismo, con la mitad de recursos. Existe un factor 4, cuando se produce el doble con la mitad de recursos. Existirá un factor 10 cuando se produce 10 veces más con los mismos recursos, etc. Según los tipos de materiales, se han conseguido hasta factores 100 e incluso más (Schmidt-Bleek, 1999).

---

<sup>16</sup> Uno de los escenarios más probables para los próximos años, a decir de muchos expertos, es el siguiente: a) mantenimiento de las actuales nucleares, como energía de transición, y eliminación gradual conforme se desarrollan las renovables; b) desarrollo simultáneo y gran auge de las energías renovables; c) incremento paralelo y obligatorio de medidas de ecoeficiencia y ahorro; d) gran desarrollo tecnológico en las nuevas energías, como el hidrógeno, siempre y cuando tales energías no impliquen la movilización de recursos con energías sucias, en cualquiera de las fases de su ciclo de vida.

- c. Medidas de sostenibilidad: en este caso, ya se ponen en relación los tres grupos de aspectos propios del desarrollo sostenible: los ambientales, los económicos y los sociales. Con una adecuada planificación, una misma inversión puede producir, a un tiempo, beneficios económicos (más ingresos), beneficios ambientales (reducción de huella ecológica) y beneficios sociales (creación de empleo).

La ecoeficiencia supone, por tanto, un paso adelante (tras lo meramente ambiental) hacia la sostenibilidad total. Una empresa puede ser limpia, pero no producir apenas nada, con lo cual no será sostenible y tenderá a la extinción. Debe, por lo tanto, producir bien, producir más y producir cada vez mejor, lo cual significa producir consumiendo pocos recursos. Así lo han comprendido numerosas empresas que ya aplican la eficiencia energética, como General Electric, DuPont, IBM, British Telecom, Alcan, Norske Canada o Bayer, lo que les ha permitido mejorar sustancialmente su cuenta de resultados, su calidad, su fiabilidad o su productividad (Lovins, 2005). Se debe abandonar definitivamente la idea de que la ecoeficiencia equivale a mayor gasto, a restricciones o a privaciones.

Pero, para saber si producimos más y mejor, hemos de ser capaces de medir nuestra producción, para lo cual tenemos indicadores muy maduros, como puede ser el PIB, los ingresos, el *cash flow*, las ventas netas, el valor añadido, la cantidad de producto obtenido, etc. Los indicadores económicos están suficientemente consolidados y podemos elegir el que mejor nos convenga entre un número no demasiado elevado; en nuestro caso, hemos elegido el *cash flow* más los salarios, como ya hemos visto en el capítulo anterior.

Más preocupante es el gran número de indicadores ambientales a elegir, los cuales debemos colocar en el denominador para calcular la ecoeficiencia. Recordemos que en el numerador se encuentra el producto y en el denominador el consumo o los desechos.

$$\text{Ecoeficiencia} = \text{valor del producto o servicio} / \text{impacto ambiental}$$

Ya hemos visto que Markus Lehni, del *World Business Council for Sustainable Development*, incluye entre los indicadores ambientales esenciales, el consumo de energía, el consumo de materiales, el consumo de agua, las emisiones de gases invernadero y la emisión de gases que destruyen la capa de ozono (Lehni, 1999). Sin embargo, muchos de esos grupos pueden desglosarse en otros muchos indicadores individuales, y, además, existe una gran variedad de grupos de indicadores. Debido a tan elevado número, ninguno de los indicadores individuales o esenciales ha destacado de forma unánime.

Y aquí es donde de nuevo entra en juego la huella ecológica corporativa, por la ventaja que supone el ser un indicador integrado de índice único, y, por lo tanto, capaz de reducir el denominador a un único número, que, además, posee un claro

significado en el momento actual: las emisiones de CO<sub>2</sub> o su equivalente en número de hectáreas capaces de absorber ese carbono.

Así, nuestro indicador de ecoeficiencia quedaría:

$$\text{Ecoeficiencia: } (\text{cash flow} + \text{salarios}) / \text{huella ecológica}$$

De este modo, en la línea de trabajo emprendida por la Autoridad Portuaria de Gijón hacia la sostenibilidad, se abordó esta segunda fase, o estudio de ecoeficiencia, con el fin de analizar la forma de disminuir su huella ecológica y aumentar su ecoeficiencia y su sostenibilidad. Como recordaremos, asciende a 5 298 ha de naturaleza o a la emisión de 30 426 t CO<sub>2</sub> /año (t CO<sub>2</sub> /año) (Carrera *et al.*, 2006; Doménech, 2004a, 2004b). Recordaremos también que esta cantidad demuestra que cualquier empresa, aunque sea de servicios, puede contribuir al efecto invernadero de forma notable. Por eso, recomendamos encarecidamente a los Gobiernos, y lo haremos una y otra vez en este libro, que impulsen la reducción de emisiones a todo tipo de empresas y no sólo a las grandes empresas emisoras, lo cual resulta injusto.

Si la APG tuviera que cotizar al mercado de carbono, esas emisiones de CO<sub>2</sub> costarían (al precio –alguna vez alcanzado– de 20 euros/t) unos 600 000 euros, lo que gravaría los costes y redundaría en pérdida de competitividad.

Como hemos visto en el capítulo anterior, esa huella se obtiene convirtiendo todos los impactos, consumos y producción de desechos, a hectáreas y a CO<sub>2</sub>, de modo similar a como nos muestra el siguiente ejemplo (para el caso del cemento, uno de los materiales más impactantes en el sector de la construcción):

$$1\ 337\ 526\ \text{euros} \longrightarrow 14\ 861\ \text{t} \longrightarrow 49\ 043\ \text{GJ} \longrightarrow 691\ \text{ha} \longrightarrow 3\ 598\ \text{t CO}_2$$

(capítulos arancelarios)	(intensidad energética: 3,3)	(productividad energética: 71 GJ/ha/año)	(tasa absorción de CO <sub>2</sub> : 5,2066 t/ha)
-----------------------------	---------------------------------	--	---

El gasto en euros (disponible siempre en las cuentas contables) se transforma a toneladas de producto a través de los capítulos arancelarios. Las toneladas de cemento consumido se transforman a energía (en gigajulios), a través de la intensidad energética del cemento (que es de 3,3 GJ/t). Para la fabricación de cemento se utilizan combustibles fósiles líquidos, cuya productividad es de 71 GJ/ha/año, ratio que nos sirve para transformar la energía a hectáreas. Finalmente, las hectáreas se transforman a emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que la tasa de absorción media de los bosques es de 5,2066 t/ha/año.

La huella ecológica del cemento sería de 3 598 t CO<sub>2</sub>/año, y sumando la huella de cada producto o servicio, obtenemos la citada huella total (30 426 t CO<sub>2</sub>/año).

Los indicadores de impacto económico, quedarían pues, como sigue:

$$\text{Ecoeficiencia} = (\text{cash flow} + \text{salarios}) / \text{huella ecológica}$$

$$\text{Cash flow} + \text{salarios} = 27\,716\,315 \text{ euros}$$

$$\text{Huella ecológica (en CO}_2\text{)} = 30\,426 \text{ t CO}_2\text{/año}$$

$$\text{Ecoeficiencia} = 27\,716\,315 / 30\,426 = 910,9 \text{ euros/t CO}_2$$

Del mismo modo, si atendemos a las mercancías movidas en el año:

$$\text{Mercancías movidas} = 20\,060\,466 \text{ t mercancías}$$

$$\text{Huella ecológica (en CO}_2\text{)} = 30\,426 \text{ t CO}_2\text{/año}$$

$$\text{Ecoeficiencia} = 20\,060\,466 / 30\,426 = 659,3 \text{ t mercancía /t CO}_2$$

Es decir, por cada tonelada de CO<sub>2</sub> emitida, se generan 910,9 euros y se mueven 659,3 t de mercancías. El objetivo será aumentar, progresivamente, tanto la riqueza generada como la mercancía movida por cada tonelada de CO<sub>2</sub> emitida. De este modo, la APG, igual que lo tendría cualquier organización, tiene un indicador claro y fiable del objetivo que debe alcanzar: aumentar su ecoeficiencia, produciendo más con menos huella ecológica.

### 3.3. Metodología para la sostenibilidad total

El camino hacia la sostenibilidad total por el método de la huella ecológica, consta de tres fases en ciclo continuo: 1) medición o cálculo de la huella ecológica; 2) planificación o estudio de ecoeficiencia; 3) ejecución de proyectos para la sostenibilidad (véase la figura 3.1).

La fase I, o medición del impacto, ya nos da una orientación de cuáles deben ser las prioridades de actuación. Así, por ejemplo, en la APG se detectó que las obras portuarias constituyen la principal huella del Puerto de Gijón (casi un 50% del total), este hecho debe obligarnos a establecer mecanismos de reducción de impacto, tales como inclusión de cláusulas de sostenibilidad en los Pliegos de bases, uso de cemento ecológico, etc. También nos permitió conocer los tres grandes grupos de estrategias que permitirían aumentar la sostenibilidad: a) ecoeficiencia en el consumo de recursos; b) ecoeficiencia en la reducción de desechos; y c) ecoeficiencia en el uso de espacio y ecosistemas.

En la fase II, se realiza el estudio de ecoeficiencia (que nos permite planificar las prioridades, cuantificar las inversiones y establecer el cronograma de actuación),

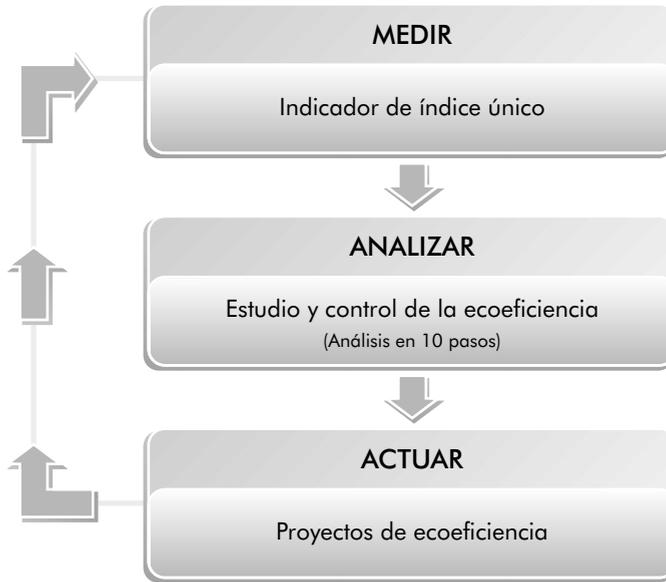


Figura 3.1. Metodología para la sostenibilidad total a través de la huella ecológica corporativa

para lo cual, como se hizo en el caso de la APG<sup>17</sup>, se recopila toda la información relacionada con los impactos considerados, estadísticas de consumo, instalaciones, transformadores, redes de distribución de recursos, etc. Este estudio nos permitió profundizar en las anteriores observaciones, reconociendo que, para la eficiencia en el consumo de recursos, se debe incidir en el ahorro de energía y materiales, por medio de la compra de productos verdes o mediante la inversión en energías alternativas. Para aumentar la ecoeficiencia en la reducción de desechos ya sabíamos cómo obrar: implantar sistemas de gestión ambiental que permitan reducir, controlar o reciclar todo tipo de emisiones y residuos.

Mucho más original fue el constatar que los consumos que no se pueden reducir por ecoeficiencia sólo pueden ser compensados por medio de la inversión en capital natural, es decir, invirtiendo en recursos naturales o en naturaleza (zonas verdes o arboladas, sumideros de carbono, parques naturales, espacios marinos protegidos, etc.). Efectivamente, quien calcula la huella ecológica corporativa por primera

<sup>17</sup> En el cual participó Ángel Matías, de la firma Ingenieros Asesores, al cual agradecemos su colaboración.

vez, se da cuenta de que la sostenibilidad ambiental total no es posible sin invertir en capital natural, ya que, por ecoeficientes que seamos, siempre habrá un impacto residual que compensar.

Esta fase II consiste en analizar los 10 pasos o categorías que nos marca la huella ecológica (los 9 primeros), más la huella social (el último). Lo abordaremos a continuación.

En la fase III, las 10 acciones mencionadas dan paso a la ejecución de proyectos concretos para la sostenibilidad, los cuales retroalimentan la fase I (vuelta a medir), permitiéndonos detectar, de forma permanente, la necesidad de nuevos proyectos. La misión es alcanzar el objetivo icero carbono!, un objetivo crucial en los tiempos que corren debido a los efectos, ya totalmente demostrados, del cambio climático.

## 3.4. Paso 1: ecoeficiencia en el uso de energía eléctrica

### 3.4.1. Medidas de ahorro

#### Pérdidas en la distribución eléctrica

De acuerdo con el documento *Control de energía eléctrica 2004 del Puerto de Gijón*, en 2004 el consumo de energía eléctrica, incluida la distribución a terceros, fue de 15 306 930 kWh, de los cuales 1 183 663 kWh se atribuyen a pérdidas. En porcentaje, las pérdidas resultan ser un 7,7%. El consumo de la APG fue de 3 347 505 kWh.

En las tablas 3.1 y 3.2 se recogen los valores de las pérdidas de las sub-redes asociadas a algunos de los centros de transformación del Puerto de Gijón en los años 2003 y 2004 (se incluyen todos los centros de los que hay datos disponibles de pérdidas por comparación entre contadores).

Tabla 3.1. **Pérdidas en subredes. Año 2003**

Instalación	Consumo	Pérdidas	%
Acometida muelle de La Osa	1 782 343	205 832	11,5
Acometida espigón II	4 188 416	339 172	8,1
Acometida Pantalanes Carbón y Fomento	86 337	25 369	29,4

Fuente: resultados del estudio de ecoeficiencia de la APG.

Tabla 3.2. Pérdidas en subredes. Año 2004

Instalación	Consumo	Pérdidas	%
Acometida muelle de La Osa	2 093 535	326 164	15,6
Acometida espigón II	4 591 146	501 355	10,9
Dique Norte	5 321 184	346 451	6,5
Pantalanes Fomento	61 969	9 693	15,6

Fuente: resultados del estudio de ecoeficiencia de la APG.

Las pérdidas, en principio, son altas. No obstante, debe tenerse en cuenta el régimen de funcionamiento de los transformadores, ya que parte de sus pérdidas (las denominadas pérdidas en el hierro), son independientes de la carga, y se producen también con el transformador trabajando en vacío. Los transformadores que trabajan períodos grandes en vacío o con bajas cargas tienen pérdidas en el hierro grandes con relación a la energía entregada, lo que implica porcentajes de pérdidas elevados.

De acuerdo con el documento *The Scope for energy saving in the EU through the use of energy-efficient electricity distribution transformer* (European Cooper Institute, en colaboración con la Comisión Europea), las pérdidas totales de electricidad en las redes de distribución suponen en la Unión Europea un 6,5% del total, y un 40% de estas pérdidas se producen en los transformadores (véase la figura 3.2).

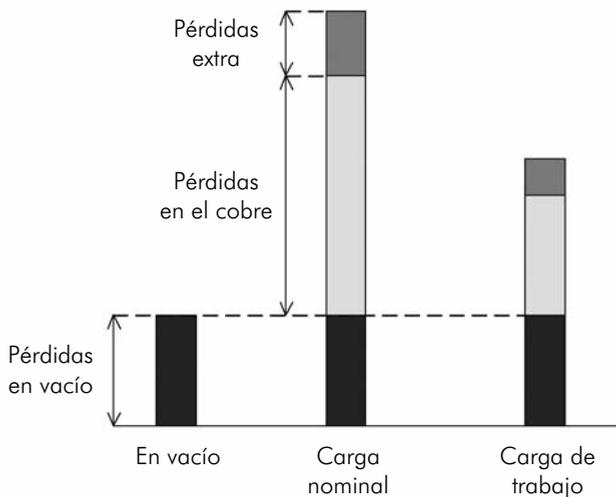


Figura 3.2. Pérdidas en los transformadores

En el caso de la distribución en el Puerto de Gijón, las líneas son cortas, y salvo que se produzca algún infradimensionamiento claro de las secciones de algunos conductores, las pérdidas en las líneas deben ser irrelevantes. En principio, son los transformadores los principales responsables de estas pérdidas.

Un amplio estudio de los 20 transformadores de la APG arrojó las siguientes conclusiones-recomendaciones:

- a. **Estrategias de compra:** se aconseja que la compra de nuevos transformadores se haga teniendo en cuenta las pérdidas en los mismos, de forma que en la evaluación de costes intervenga, además del coste de los equipos, el coste de las pérdidas a lo largo de la vida del aparato. Para el cálculo económico riguroso se habrá de conocer la vida esperada del transformador, la evolución prevista con el tiempo del régimen de carga y del precio de la electricidad y la tasa de actualización. Las previsiones contienen incertidumbre, pero siempre es mejor hacerlas que no prestar atención a los costes de las pérdidas.
- b. **Análisis de armónicos:** debido a la influencia que tienen los armónicos en el rendimiento de los transformadores y en su duración, se aconseja analizar los armónicos de la carga, por parte de una empresa especializada, antes de comprar un nuevo transformador. Esta información debería ser valorada en la elección o incluso en el diseño del transformador. Los resultados de los análisis de armónicos puede concluir también la conveniencia de instalar filtros de armónicos.
- c. **Sustitución de transformadores antiguos:** el 63% de los transformadores existentes son de las décadas de los sesenta y setenta y presumiblemente contienen policlorobifenilos (PCB), además de tener unas pérdidas mucho mayores que las últimas generaciones de transformadores. Se aconseja la sustitución de los transformadores más antiguos, empleando los criterios ya señalados, tanto por necesidades de ecoeficiencia, como en orden a cumplir con las exigencias del Real Decreto 1378/1999, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (descontaminación o eliminación de transformadores antes del año 2011).

## Iluminación de exteriores

Dentro de la actividad propia de la Autoridad Portuaria de Gijón, la cual ocupa varias hectáreas de suelo público marítimo-terrestre, la iluminación de exteriores supone, con gran diferencia, el principal consumo de energía eléctrica. En la tabla 3.3 se recogen los consumos de energía eléctrica en el año 2004 de los distintos

edificios de la Autoridad Portuaria del Puerto de Gijón, el consumo de energía eléctrica en alumbrados exteriores y el consumo total de energía eléctrica de la Autoridad Portuaria.

Tabla 3.3. Consumos de electricidad 2004 de la Autoridad Portuaria de Gijón

Locales	kWh	%
Edificio Gijón	92 560	
Edificio Puerto Deportivo	110 543	
Polideportivo de Jove	17 386	
Edificio Quinta la Vega	4 880	
Edificio Sirena	57 960	
Otros edificios	112 029	
<b>Total edificios</b>	<b>395 358</b>	<b>12</b>
Alumbrado Puerto Deportivo	210 007	
Pantalanes Fomento, Muelle Carbón y Fomentín, H, Liquerica	158 690	
Alumbrado Musel	2 107 485	
Alumbrado Aboño	83 640	
Nueva urbanización	313 225	
<b>Total alumbrado exterior</b>	<b>2 873 047</b>	<b>86</b>
<b>Total Autoridad Portuaria</b>	<b>3 347 505</b>	<b>100</b>

Fuente: resultados del estudio de ecoeficiencia de la APG.

Se aprecia que el principal consumo propio de electricidad de la Autoridad Portuaria es el de iluminación exterior, con un 86%, mientras que el consumo de electricidad en edificios supone el 12%. Otros consumos, como grúas o cintas, sólo suponen un 2% del consumo propio total de la Autoridad Portuaria. El análisis exhaustivo de la iluminación arrojó las siguientes conclusiones o recomendaciones:

- a. **Elección de lámparas de exteriores:** la elección del tipo de lámparas tiene una gran repercusión en el coste de la iluminación de exteriores, debido a las grandes diferencias de eficacia energética de las distintas clases. Del estudio de los diversos tipos de lámparas se llegó a la conclusión de que las lámparas que resultan más económicas a lo largo de su ciclo de vida son las de sodio de baja presión y las que resultan más caras, las de vapor de mercurio. Se llega al mismo resultado teniendo en cuenta únicamente el consumo de electricidad de los distintos tipos. En aquellos casos en que por motivos de seguridad o de trabajo

(inspección de productos) sean desaconsejables las lámparas de sodio de baja presión (su espectro monocromático no permite apreciar colores), resultan convenientes las lámparas de haluro metálico, que presentan un espectro mejor que el de las lámparas de sodio de alta presión con un coste similar.

- b. **Eficacia óptica de las luminarias exteriores:** el diseño y los materiales de las luminarias restringen la emisión luminosa de las lámparas desnudas. Cuanto mayor sea el grado de control que se efectúa sobre la emisión de luz, mayor será la pérdida de flujo luminoso emitido por las luminarias. Conviene siempre comparar entre sí luminarias con el mismo control luminoso, a fin de seleccionar la luminaria que posea mayor eficacia luminosa. Cuando la atmósfera circundante se encuentra excesivamente polucionada, quizás resulte recomendable instalar luminarias estancas al polvo, que pueden estar dotadas de filtros que faciliten la respiración necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos.
- c. **Operación y mantenimiento del alumbrado exterior:** además de la elección de las lámparas, la operación y mantenimiento del alumbrado de exteriores tiene gran repercusión en el consumo de electricidad para el alumbrado: 1) apagado de la iluminación exterior con luz diurna, para ello pueden emplearse sensores fotoeléctricos, que garantizan el encendido de la iluminación cuando la luz natural baja de un umbral preseleccionado. Es un sistema sencillo y económico, ya que un único sensor puede operar múltiples luminarias; 2) sustitución de lámparas, tanto por avería de la lámpara como por disminución del flujo; el factor de mantenimiento de las lámparas debe ser suministrado por el fabricante de las lámparas; 3) la limpieza de la luminaria, sin llegar a recuperar los valores iniciales, mejora el rendimiento entre un 10% y un 15%, en función de si es cerrada o abierta y del tipo de cubeta. A partir de cierta antigüedad es preferible eliminar la cubeta. El factor de mantenimiento de las luminarias debe ser facilitado por el fabricante de las luminarias, aunque lo más rentable suele ser hacer coincidir la limpieza de las luminarias con la renovación de las lámparas.

En 2005, la empresa Philips presentaba el sistema de iluminación exterior denominado "Cosmópolis", desarrollado en su centro de investigación de Lyon, en Francia, y dirigido, sobre todo, a Ayuntamientos. Este proyecto propone la sustitución de las ineficientes lámparas de vapor de mercurio, presente en las dos terceras partes de la iluminación exterior de Europa, por las lámparas diseñadas por la empresa, empleando las últimas soluciones tecnológicas. Según los responsables, el ahorro en Europa podría situarse en 4 300 millones de euros anuales y evitar la emisión de 28 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, lo cual equivale a más de 50 millones de barriles de petróleo al año o a lo que pueden absorber 1 000 millones de árboles.

## Iluminación de edificios

El consumo de electricidad en los edificios, con un 12% del total, supone el segundo consumo de electricidad. De éste, su mayor parte se debe a iluminación. Las consideraciones sobre la iluminación de edificios son semejantes a las que se han hecho sobre la iluminación de exteriores, con la particularidad de que los tipos de lámparas y luminarias son generalmente diferentes. El programa GreenLight, de la Unión Europea, ofrece un marco voluntario para la mejora de la iluminación de edificios, que sirve como referencia para este apartado. Las actuaciones que contempla, aunque no aportamos una lista exhaustiva son: a) sustitución de reactancias electromagnéticas por electrónicas; b) sustitución de tubos fluorescentes estándar por trifósforos; c) introducir sensores de presencia, de nivel de luz u otros tipos de controles; d) sustitución por nuevos difusores y/o desmontaje de los existentes; e) reemplazar las lámparas incandescentes por fluorescentes, preferiblemente por lámparas fluorescentes compactas de la clase A o por otros sistemas eficientes.

Actuaciones a emprender:

- a. **Sustitución de balastos:** actualmente, en la iluminación de edificios de la Autoridad Portuaria se emplean tubos fluorescentes estándar con balastos electromagnéticos. En la tabla 3.4 se recogen los ahorros que se consiguen sustituyendo reactancias electromagnéticas por balastos electrónicos, para lámparas estándar T8.

Tabla 3.4. Comparación entre balastos electromagnéticos y balastos electrónicos

N.º y tipo lámpara T8	Potencia en línea con reactancia magnética (W)	Potencia en línea con balasto electrónico (W)	Ahorro
1 x 18W	27	20	25%
1 x 36W	45	36	20%
1 x 58W	70	56	20%
2 x 18W	45	40	11%
2 x 36W	90	74	17%
2 x 58W	140	104	25%
3 x 18W	72	54	25%
4 x 18W	90	72	20%
3 x 36W	135	104	23%
4 x 36W	180	138	23%

Fuente: resultados del estudio de ecoeficiencia de la APG.

De acuerdo con estos datos, sustituyendo los balastos actuales se pueden lograr ahorros de energía eléctrica del orden del 20-25%, lo que, sobre un consumo anual de 237 000 kWh en iluminación de edificios (contamos con que la iluminación alcanza un 60% del consumo total de electricidad en edificios), supondría un ahorro del orden de 53 000 kWh al año. Traducido a euros, con un coste de la electricidad para edificios de 0,074 euros/kWh, supone 3 900 euros/año. Hay que tener en cuenta que, cuando se sustituyan reactancias electromagnéticas por balastos electrónicos, deben sustituirse todos los balastos de las luminarias servidas por un mismo circuito, ya que los picos producidos por los balastos convencionales pueden dañar los nuevos balastos electrónicos.

- b. **Operación y mantenimiento:** respecto a la operación y mantenimiento, las consideraciones son análogas a las que se realizan para la iluminación de exteriores. Hay que llevar un mantenimiento programado de la iluminación, que incluya la limpieza de las luminarias y la sustitución de lámparas, tanto si se han averiado como si, por su tiempo acumulado de funcionamiento, presentan rendimientos bajos. En el caso de iluminación interior de espacios poco frecuentados, instalar sensores de presencia. En general, se recomienda realizar estudios de necesidades de iluminación en los proyectos que incluyan iluminaciones significativas.

## **Buenas prácticas por parte de los usuarios**

- Desconectar los PC cuando no se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado y siempre que se abandone la oficina.
- Para pausas cortas, desconectar la pantalla de los PC, que es la responsable de la mayor parte del consumo energético.
- No encender las luces si no es realmente necesario. Aprovechar la zonificación (encendido y apagado por zonas) de la iluminación y, siempre que sea posible, dejar de encender por el día las luminarias situadas en zonas cercanas a ventanas y acristalamientos.
- Promover la limpieza periódica de las luminarias.
- Incentivar a los servicios de limpieza, o a los últimos en abandonar las oficinas, a que apaguen o den aviso para que se apaguen las luces cuando terminen sus tareas. Incluir en el servicio de vigilancia la inspección rutinaria de luminarias o aparatos encendidos.
- Extender estas prácticas a la propia vivienda y a cualquier otro edificio.

En cuanto a la calefacción y refrigeración:

- Procurar que no se dejen puertas o ventanas abiertas innecesariamente
- Realizar un mantenimiento preventivo y regular de las instalaciones de calefacción y refrigeración.
- Programar los termostatos del aire acondicionado a las temperaturas recomendadas (25 °C en verano).
- Utilizar correctamente los sistemas de calefacción, adecuando las temperaturas al tipo de actividad que se realice y al uso que se hagan de los distintos espacios (zonas de paso, zonas de trabajo, sala de espera...).

### 3.4.2. Uso de energías alternativas

#### Energía eólica

La generación de energía eléctrica eólica es una tecnología madura, tanto desde el punto de vista técnico como del económico, gracias a una progresiva reducción de los costes de operación y mantenimiento, lo cual permite ir aumentando su porcentaje, de forma progresiva, con respecto al total, el cual, en 2001, equivalía a un 6% (véase la tabla 3.5).

Tabla 3.5. Potencia total instalada en España en 2001

Tecnología	Potencia (MW)	% del total
Régimen ordinario	47 198	81%
• Hidroeléctrica	16 606	29%
• Térmica (carbón)	12 434	21%
• Térmica (fuel)	10 352	18%
• Nuclear	7 186	13%
Régimen especial	10 827	19%
• Eólica	3 350	5,9%
• Otras renovables	2 060	3,6%
• Cogeneración	5 417	9,5%
TOTAL	58 025	100%

Fuente: elaboración propia.

La energía eólica produce 12 millones de MW al año, lo que supone evitar el envío de 12 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año a la atmósfera. En generación de energías limpias destaca Iberdrola que, en 2003, produjo 20 288 MW (el 39,3% de la cuota de mercado eléctrico liberalizado), de los que 1 600 MW corresponden a ciclos combinados (8%), 2 257 MW a renovables (11%) y 8 662 MW a hidráulica (43%). Es decir, un 62% de la capacidad de Iberdrola procede de tecnologías limpias, habiendo producido en 2003 un 70% de electricidad libre de emisiones.

En el caso de los puertos, el régimen de vientos de la costa ofrece en principio buenas posibilidades para el aprovechamiento eólico. La baja rugosidad de la superficie del agua hace que el rozamiento y frenado del viento sobre el mar sea también muy bajo, y que la velocidad del viento no experimente grandes cambios al variar la altura del buje del aerogenerador, lo que permite utilizar torres más bien bajas, de alrededor de 0,75 veces el diámetro del rotor, en aerogeneradores emplazados en el mar, (normalmente, las torres de los aerogeneradores situados en tierra miden un diámetro de rotor, o incluso más). Además, el viento en el mar es generalmente menos turbulento que en tierra, por lo que de un aerogenerador situado en el mar se puede esperar un tiempo de vida mayor que de otro situado en tierra (la turbulencia resta duración a los generadores). En un área tan sensible como la zona costera, hay que considerar siempre, no obstante, el impacto paisajístico, pues los aerogeneradores de 850 KW tienen un diámetro de 52 m, mientras que los de 2,5 MW alcanzan los 85 metros de diámetro. El mayor aerogenerador de España, de 3,6 MW, ubicado en Albacete, mide 104 metros de diámetro y 110 de altura.

La experiencia danesa de grandes parques eólicos *off-shore*, o el reciente proyecto de un parque de 10 MW de potencia instalada en el Puerto de Bilbao (5 aerogeneradores de 2 MW), ponen de manifiesto el potencial de los espacios libres en los diques de protección para la generación eólica.

En una primera aproximación del estudio realizado por la APG, se plantea la instalación de 5 aerogeneradores de 2 MW, es decir, una potencia instalada de 10 MW. Con una inversión de aproximadamente 1 millón de euros por MW y un umbral de rentabilidad de 2 000 h de funcionamiento equivalente a máxima potencia al año, ello supondría como mínimo la generación de 20 000 000 kWh/año, cantidad que supera seis veces el consumo de la APG (3 347 505 kWh) y cubre ampliamente las necesidades de energía eléctrica de todos los concesionarios del Puerto de Gijón (15 306 930 kWh).

Teniendo en cuenta que la huella de la energía eléctrica procedente de centrales térmicas es la segunda en importancia, después de las obras de construcción, si la APG sustituye aquella por este tipo de energía verde eliminaría un 15% de la huella ambiental total. El potencial de energía eólica del Puerto de Gijón es mucho mayor que el señalado, pues, si consideramos 20 torres eólicas de la máxima potencia

actualmente existente en el mercado (5MW), tendríamos una potencia total de 100 MW, con una capacidad de producción de 200 000 000 de kWh/año, más de 13 veces la energía eléctrica consumida por todas las empresas del Puerto de Gijón.

Dada la importancia de los datos de viento para conocer la viabilidad del proyecto, se ha procedido ya a la instalación de dos torres de medición de vientos, una de 80 m de altura en el actual dique de protección, y otra de 20 m, en lo alto del Cabo Torres (véase la figura 3.3).

Cabe citar, como caso pionero en España, el Puerto de Bilbao, donde se han instalado cinco aerogeneradores de 2 MW de potencia cada uno y una producción esperada de 23 385 MWh/año (lo que supone más de 2 300 h/año de funcionamiento equivalente a máxima potencia) (véase la figura 3.4).

Mientras que para el año 2010, Asturias, por ejemplo, prevé tener unos 900 MW instalados y España unos 20 000 MW, la Comunicación de la Comisión Europea *The support of electricity from renewable energy sources* (COM 2005/627 final) proyecta una potencia de 70 000 MW en Europa, de los que, unos 14 000 MW serían *off-shore*.

En febrero de 2007 se celebró en Berlín la tercera reunión (impulsada por 12 países europeos) dedicada a la energía eólica marina, tras las celebradas en Egmond (Holanda), en 2004, y en Copenhague, en 2005. La pretensión era fijar estrategias para el desarrollo de las energías marinas. La Comisión Europea trató aspectos como la coordinación de las redes eléctricas marinas, la instalación de una gran red de alta tensión, la necesidad de una política común, o la conveniencia de un estudio de riesgos, impactos y obstáculos. La Asociación Eólica Europea (EWEA) destacó la aprobación de varios proyectos en el Atlántico y Mar del Norte y la creación, en octubre de 2006, de la Plataforma Europea de Tecnología Eólica, la cual sitúa como prioritario el desarrollo de tecnologías para la eólica marina.

Como ya hemos comentado, el potencial marino, únicamente de España, asciende a 165 000 MW. El Gobierno se encuentra elaborando un decreto que desbloqueará la construcción de parques eólicos *off-shore*, lo cual implica analizar 4 000 km de costa en busca de los mejores emplazamientos (que suelen estar a unos 5 km del litoral, con zonas muy favorables en Cádiz, Tarragona, Castellón o A Coruña). La Comisión Europea calculó que España podría tener hasta 52 GW de potencia instalada en 2020 (el doble de la terrestre actual), mientras que Greenpeace eleva esa cifra a los 165 GW, para 2050.

El momento parece propicio para que los puertos saquen el máximo rendimiento de sus costosas infraestructuras, aprovechándolas a modo propio y/o cediéndolas para la generación de energías renovables.



**Figura 3.3. Torre anemométrica para medir la viabilidad eólica  
(dique Príncipe de Asturias, Autoridad Portuaria de Gijón)**



**Figura 3.4. La instalación de aerogeneradores en los diques de protección de los puertos aumentaría el valor de estas costosas infraestructuras (Punta Lucero, Puerto de Bilbao)**

Fuente: Terranova Energy/Acciona Eólica Cesa, S.L.

## Energía solar térmica

Consiste en la captación de energía solar mediante colectores por los que circula un fluido portador de calor, que se transfiere a un sistema de almacenamiento. El colector consiste en un recipiente de aluminio anodizado, ligero y resistente a ambientes externos, con cubierta de vidrio templado que favorece el efecto invernadero, superficie captadora que incluye un absorbedor de cobre y cubierta (en la cara activa), que actúa de cuerpo negro. El fondo está aislado por fibra de vidrio. Los diferentes colectores soportan temperaturas que van desde los 20 °C a los 120 °C.

Su principal uso es doméstico: agua caliente sanitaria, calefacción de edificios, refrigeración (con máquinas de absorción), climatización de piscinas; o industriales: secaderos agrícolas, calefacción de invernaderos, piscifactorías, granjas de animales, etc. La energía térmica es interesante por su carácter modular y descentralizado; el efecto visual se puede evitar con una buena integración; se puede combinar con sistemas fósiles para paliar situaciones meteorológicas adversas; son sistemas silenciosos y limpios. La calefacción centralizada puede convertirse en una buena solución al suministro de calor en urbanizaciones, centros comerciales, polígonos, etc.; la aplicación al entorno urbano supone una reducción de emisiones en el ámbito local. En contrapartida, la inversión todavía es algo elevada, así como los requerimientos de tramitación de subvenciones.

Un sistema solar térmico de baja temperatura cuenta con tres subsistemas principales (véase la figura 3.5):

- Subsistema de captación. Los colectores solares son los elementos que captan la energía contenida en la radiación solar y la transfieren al fluido que se calienta (véase la figura 3.6). El tipo más extendido en los sistemas de baja temperatura es el colector solar plano. Estos colectores funcionan basándose en el “efecto invernadero”: captan la energía solar y la transforman en energía térmica impidiendo su salida al exterior. Otras características son: carecer de cualquier tipo de concentración de la energía incidente, captar tanto la radiación directa como la difusa y carecer de cualquier forma de seguimiento de la posición del sol.
- Subsistema de almacenamiento. Es necesario para salvar el desfase entre la demanda y la producción de agua caliente (agua caliente sanitaria o calefacción). Habitualmente el almacenamiento de calor se consigue mediante el calor sensible del agua caliente de consumo almacenada en un tanque, que se dimensiona para cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días. Además el subsistema de acumulación puede constar de un intercambiador, una bomba y otros elementos auxiliares (válvulas de paso, termostato, etc.).

- Subsistema de distribución y consumo. Casi siempre incluye un sistema de apoyo energético, que permite suplir las faltas derivadas de ausencia de insolación. Para ello se recurre a resistencias eléctricas o calderas de gas o gasóleo. Incluye también un sistema de control que al menos comprende una sonda termométrica en el acumulador, que activa o desactiva el suministro energético de apoyo en función de la temperatura. Incluye igualmente vasos de expansión, bombas, purgadores de aire, válvulas y conducciones.

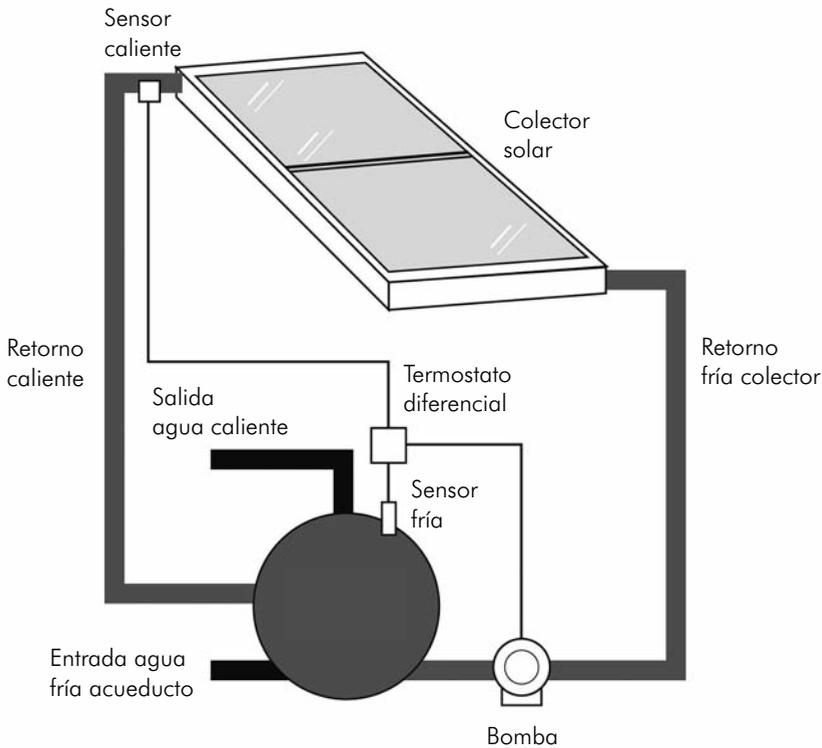


Figura 3.5. Instalación solar típica con circulación forzada

En Europa existían en el año 2000 algo más de 1 000 hectáreas de colectores de este tipo, con unas 100 ha instaladas durante el año 2000, lo que supuso un incremento del 25% con respecto al año anterior. En España había unos 400 000 m<sup>2</sup> instalados (0,4 ha), esperando llegar en el año 2010 a 450 ha.

En Asturias, el uso de la energía solar está creciendo, aunque aún por debajo de otras regiones de España o incluso del norte de Europa, donde se aprovechan mucho más las posibilidades que brinda el sol como fuente energética. 2003 concluyó



Figura 3.6. **Colectores solares instalados en un tejado plano**

con 8 382 m<sup>2</sup> de paneles para usos térmicos. Un aumento importante ya que, en 1997, el Principado contaba con 136,87 m<sup>2</sup> instalados. En el año 2001 se superaba la barrera de los 1 000 m<sup>2</sup> instalados y ese año terminaba con 1 707,24 m<sup>2</sup> instalados.

España, por su situación y climatología, presenta unas condiciones óptimas para el aprovechamiento de la energía solar, y aunque Gijón, por su latitud, tiene una insolación baja dentro del conjunto de España y sólo alcanza una media anual de 3,32 kWh/m<sup>2</sup> día (datos de la NASA para el período de 10 años entre julio de 1983 y junio de 1993) (véase la tabla 3.6), sigue tratándose de una insolación relativamente alta, comparándola, por ejemplo, con la insolación media en el centro de Alemania (un país en el que se hace un mayor uso de este recurso que en España), que es de 2,70 kWh/m<sup>2</sup>/día.

Tabla 3.6. **Insolación en Gijón**

Media mensual de la insolación incidente en una superficie horizontal (kWh/m <sup>2</sup> /día)													
Latitud 43 Longitud -6	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Media anual
Media de 10 años	1,41	2,06	3,15	4,09	4,80	5,15	5,37	4,84	3,88	2,41	1,54	1,22	3,32

Fuente: datos de la NASA para el período de 10 años entre julio de 1983 y junio de 1993.

La energía solar térmica, con más de 20 años de experiencia en España, es una tecnología comercialmente madura, sencilla, de bajo coste y de rendimiento alto, por lo que es especialmente aconsejable como alternativa de energía descentralizada y renovable para edificios.

Independientemente de la obligatoriedad en edificios nuevos, la energía solar térmica para agua caliente sanitaria y calefacción supone un ahorro energético y económico evidente. En la tabla 3.7 se muestran los resultados obtenidos de programas informáticos comerciales para instalaciones solares aplicado al edificio de servicios múltiples de la Autoridad Portuaria (se ha asimilado a uso residencial, teniendo en cuenta la ocupación real). No se han tenido en cuenta posibles subvenciones.

**Tabla 3.7. Cálculos sobre la utilización de energía solar en el nuevo edificio de la Autoridad Portuaria**

Datos	
Provincia: Oviedo	Energía a sustituir: gasóleo C
Tipo de instalación: bloque de viviendas (residencial)	Número de usuarios máximos al día: 75
Ocupación media anual calculada: 22%	Subvención considerada: 0%
Resultados obtenidos	
Inversión inicial: 9 921 euros	Subvención: 0 euros
Superficie de colectores: 11 m <sup>2</sup>	Ahorro energético: 4 947 te/año
Ahorro económico: 453,85 euros/año	Ahorro neto: 408,47 euros/año
Período de retorno simple: 12 años	Ahorro de CO <sub>2</sub> : 1 461 kg CO <sub>2</sub> /año

Fuente: resultados del estudio de ecoeficiencia de la APG.

Se comprueba que, incluso prescindiendo de subvenciones, se recupera la inversión en un plazo razonable, y se reducen las emisiones en unas 1,5 t CO<sub>2</sub>/año.

Una de las dificultades con las que cuenta la entrada de esta energía es la falta de información. En general, se piensa que la falta de días de sol hace que esta energía sea inviable. En realidad, los paneles solares funcionan con la radiación ultravioleta. En los días de invierno o en jornadas de lluvia, la falta de luminosidad no impide que esta radiación alcance los paneles. Si bien, siempre será en una medida menor que los registros del sur de España, ello no impide que su aprovechamiento sea rentable y se logre un importante ahorro energético.

En la Autoridad Portuaria de Gijón se ha elaborado otro proyecto para la instalación de energía solar térmica para la producción de ACS y calefacción en el edificio de duchas y vestuarios, según la climatología de Asturias y la ubicación del Puerto (véanse las tablas 3.8, 3.9 y 3.10), según el cual se ahorraría el 100% de ACS y el 42% de calefacción, con unos 300 m<sup>2</sup> de colectores y una inversión de unos 200 000 euros.

Tabla 3.8. **Características de la ubicación (Asturias)**

Latitud/altitud (de cálculo)	43,37/232
Humedad relativa media (%)	70,0
Velocidad media del viento (km/h)	1,0
Tª máxima/mínima/variación	26/-2/9
Tª media ambiente anual (°C)	14,0
Tª media agua red anual (°C)	13,6
Rad. horiz. anual (kJ/m <sup>2</sup> /d)	10,7
Rad. inclin. anual (kJ/m <sup>2</sup> /d)	11,9

Fuente: Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).

Tabla 3.9. **Características de la instalación**

N.º colectores de 106 x 205 x 8 cm (49 kg)	150
Área colectores (m <sup>2</sup> )	301,5
Grados de inclinación	47
Desviación sur (º)	0
Volumen de acumulación (l)	11 500
Ener. nec. anual (kcal-1 000)	268,1
Ahorro anual (kcal-1 000)	118,0
Ahorro medio anual (%)	44
Rendimiento medio anual panel (%/m <sup>2</sup> /d)	60,4
Ahorro anual en ACS (%)	100
Ahorro anual en calefacción (%)	41,6
Ahorro emisiones CO <sub>2</sub> (kg) (fabricante)	18 000
Ahorro emisiones NO <sub>x</sub> (kg)	75
Ahorro emisiones SO <sub>2</sub> (kg)	240
Importe total sin IVA/sin subvención (euros) *	200 000

\* Incluye: captador solar plano, control electrónico digital, acumulador solar para calefacción de 10 000 l, acumulador solar para ACS de 1 500 l, transporte, montaje, mano de obra, puesta en marcha, garantía y trámite de subvenciones (no incluye obra civil, licencias de obra, derechos o gastos financieros).

Fuente: elaboración propia a partir de datos calculados por la firma Ingenio Solar.

Tabla 3.10. **Características de la caldera y ahorro en euros**

Potencia caldera (kcal/h/kW)	143 141/166
Rendimiento caldera (%)	85
Días calefacción al año	165
Consumo combustible (gasóleo "C") a 0,65 euros/l	50 301,6
Coste combustible (euros)	32 696,0
Ahorro coste (euros) (44%)	14 386,2
Amortización de la inversión (años)*	7,3

\* 3,5% de inflación; 15% incremento combustible

Fuente: elaboración propia a partir de datos calculados por la firma Ingenio Solar.

## Energía solar fotovoltaica

Es la transformación directa de la energía solar en eléctrica. Cuando la luz incide en un cristal de silicio, los electrones de los átomos de silicio se liberan, moviéndose a través del cristal. Posteriormente, el electrón se recombina, ocupando el hueco de otro átomo y liberando la energía.

Los semiconductores empleados están constituidos por dos capas unidas de silicio monocristalino "dopado" con dos sustancias diferentes: fósforo, con exceso de electrones, y boro, con déficit de electrones. La presencia de las sustancias "dopantes" hace que en la unión de ambas capas se genere una diferencia de potencial que da lugar a una corriente eléctrica si se cierra el circuito.

Un sistema de energía solar fotovoltaica para conexión a la red consta de los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos. Una célula fotovoltaica de silicio monocristalina (existen células experimentales de teluriuro de cadmio, de seleniuro de cobre o indio, de arseniuro de galio, etc.) consiste en una oblea de silicio de mínimo espesor (0,2 a 0,4 mm). Las células se conectan entre ellas agrupándolas en módulos fotovoltaicos de unas 33-40 células, que se aíslan del ambiente mediante cristal, material encapsulante y capas de plástico protectoras. Los módulos se agrupan en paneles fotovoltaicos que convierten directamente la energía solar incidente en corriente continua, con un rendimiento del orden del 13%.
- Inversor. Transforma la corriente continua en alterna y permite su conexión a la red. Normalmente incluye un contactor de corriente alterna para efectuar la conexión y desconexión de forma automática o manual.

- Cuadro eléctrico con interruptor magnetotérmico y diferencial y equipos de medida de la energía entregada y consumida.

Cuando el sistema se halla aislado, el módulo se conecta a un controlador de carga (evita descargas y sobrecargas de la batería), éste a la batería, éste al inversor (que se puede evitar en caso de disponer de electrodomésticos de corriente continua) y éste a los elementos de consumo. Estos sistemas aislados son los que se suelen utilizar en la electrificación de viviendas.

Los sistemas conectados a red se suelen integrar en edificios, mientras que los sistemas aislados se utilizan en electrificación rural, bombas para riego, telecomunicaciones, señalización marítima, etc.

Su impacto visual es modesto, son limpios y no emiten ruido. Los costos de mantenimiento son bajos. Su carácter modular los hace muy flexibles, de fácil instalación y cubriendo un amplio rango de demandas de potencia. Permite la posibilidad de sustituir materiales tradicionales en edificios por módulos fotovoltaicos, fusionando estética y electrificación. Es muy útil en zonas remotas y en países en vías de desarrollo (pre-electrificación). Por el contrario, aún hay deficiencias en la reglamentación, así como en la estandarización de componentes del sistema y de reglas de certificación. Existen escasas iniciativas de mercado por parte de los Gobiernos para impulsar el desarrollo comercial de la tecnología. Falta conocimiento del potencial de la energía fotovoltaica y los costes de producción de estos sistemas todavía son altos en comparación con los convencionales.

Los retos son la reducción de los costes de fabricación de células y de componentes, la aplicación de sistemas de producción a gran escala, el aumento de la eficiencia de las células de silicio monocristalino (menos del 18%), la fabricación de células coloreadas atractivas para la integración en edificios, el desarrollo de nuevos módulos de lámina delgada a costes competitivos y el desarrollo de sistemas de concentración.

La producción mundial de células en 2000 fue de 288,5 MWp (aumento de 44% en relación a 1999). La producción en Europa fue de 61,56 MWp. Japón es el primer productor de células. El total de potencia instalada en el mundo en 1999 fue de 720 MWp (Japón: 205 MWp; Estados Unidos: 117 MWp; Europa: 127 MWp). El total en España fue de 12,1 MWp (73% de instalaciones aisladas; 27% conectadas a red), que constituye el 7% del mercado fotovoltaico mundial.

En el año 2000, el coste de un sistema aislado de 1,1 kWp de potencia instalada y una producción de 1 650 kWh año (con una vida útil de unos 20 años) era de unos 13 000 euros, con un coste de mantenimiento de unos 450 euros. De ese coste total, un 53% corresponde al módulo, un 22% al inversor, un 12% al montaje y un 13% al resto de elementos.

Volviendo al estudio de ecoeficiencia, se determinó que se pueden aprovechar las superficies cubiertas de los edificios para instalar paneles fotovoltaicos, lo que permitiría aprovechar la energía de la radiación solar para producir electricidad sin ocupar espacio útil. Dado que, en principio, tendría una escasa utilidad generar corriente continua para uso propio, la forma más conveniente de emplear esta clase de energía es convertirla en corriente alterna mediante un inversor y ceder esta energía a la red, cobrando por ella.

Empleando el programa de cálculo de presupuestos de la empresa Solener para ubicación en Oviedo, y una orientación fija con ángulos óptimos de los paneles, se obtiene que para una potencia de pico de 10 kWp sería necesaria una inversión de 98 000 euros, más la obra civil (colocación del bastidor), y se generarían 17 300 kWh al año, lo que supone, a un precio de 0,414 euros/kWh, 7 200 euros/año. Para ello harían falta unos 90 m<sup>2</sup> de paneles solares (unos 9 m<sup>2</sup>/kW pico).

Como comparación, en el año 2003, el alumbrado de las oficinas centrales de Gijón supuso 77 260 kWh, y el alumbrado del edificio del Puerto Deportivo supuso 122 793 kWh. De acuerdo con ello, con una inversión de 1,13 millones de euros se cubriría todo el consumo de estos dos edificios, mientras que una inversión de 2,24 millones de euros cubriría todo el consumo de electricidad de todos los edificios de la APG (395 358 kWh/año). En el primer caso serían necesarios poco más de 1 000 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, mientras que en el segundo harían falta poco más de 2 000 m<sup>2</sup>.

El potencial del Puerto de Gijón en superficies cubiertas bien orientadas al sol, tales como naves, tinglados, pérgolas para vehículos (véase la figura 3.7) o edificios (es decir, sin ocupación de nuevos espacios), supera los 20 000 m<sup>2</sup> (en total hay unas 5 hectáreas de depósitos cubiertos), equivalentes a una producción de casi 4 000 000 kWh/año, es decir, más del consumo eléctrico de toda la APG (3,35 GWh/año). Es otro importante recurso de los puertos y, en general, de todo polígono industrial.

De hecho, la terminal de automóviles de la consignataria Bergé, en el Puerto de Tarragona, cuenta con una instalación solar fotovoltaica que aprovecha el espacio dedicado a aparcamiento e integra un sistema de 2 992 módulos en una extensión de 2 600 m<sup>2</sup>, con una potencia de 317 kWp y una producción de 390 MWh/año.

## Energía de las olas

Según el estudio realizado en 2005 por Greenpeace y la Universidad Pontificia de Comillas, la energía undimotriz (oleaje) podría alcanzar en el año 2050, con un adecuado y decidido desarrollo, los 84 400 MW de potencia y los 296 TWh/año



Figura 3.7. Pérgola fotovoltaica

de producción, lo que permitiría cubrir algo más de la demanda total peninsular en dicho año (García *et al.*, 2005) (véase la tabla 3.11).

El principal potencial de oleaje se encontraría en las regiones de Galicia, Asturias, Cantabria y Andalucía y comprenderían una franja marina de entre 5 y 30 km paralela a la costa. Los parques de boyas se compartirían con los parques eólicos y se intercalarían para no crear una barrera continua. Esto exige zonificar el mar destinando zonas para energía, para pesca y para tránsito marítimo, entre otros.

Las previsiones son similares para algunas grandes empresas energéticas. Iberdrola proyectó en 2004 la primera planta de producción de energía por las olas frente a Santoña (Cantabria), de 1,25 MW, en colaboración con la empresa americana Ocean Power Technologies Ltd., la cual posee a su vez proyectos similares en Estados Unidos. Poseen un plan de expansión hasta los 100 MW, por lo que brindar las

**Tabla 3.11. Comparación entre el techo de potencia en España calculado por Greenpeace para 2050 y los objetivos de potencia instalada, previstos en el Plan de Energías Renovables 2005-2010**

	Potencia objetivo para el 2010 en el PER (MW)	Techo de potencia en 2050, según Greenpeace (MW)
Solar termoeléctrica	500	2 738 800
Solar fotovoltaica	400	1 202 900
Eólica	20 155	1 079 900
Chimenea solar	0	324 300
Olas	0	84 400
Biomasa total (con biogás)	2 274	19 400
Hidráulica	18 977	18 800
Geotérmica roca seca caliente	0	2 500
R.S.U.	189	0*
<b>Total</b>	<b>42 495</b>	<b>5 471 000</b>

\* Greenpeace no considera renovable la incineración de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Fuente: Informe *Renovables 2050*. Greenpeace e Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad de Comillas.

instalaciones portuarias (incluidos los faros) puede ser crucial para el impulso de estas tecnologías.

El sistema de generación de energía más habitual consiste en un sistema de boyas en las que, precisamente los puertos tienen mucha experiencia (gestión, mantenimiento y explotación). Sería muy oportuno complementar proyectos similares a los de Santoña (absorbiendo la experiencia en curso) con las actuales obras de las diferentes ampliaciones portuarias. Se estima que este sistema va a tener, en un futuro próximo, el mismo auge que está logrando la energía eólica, con evoluciones previstas desde los actuales 40 kW/unidad a los 1 000 kW/unidad.

En Portugal, el principal promotor de energías renovables (Enersis) está ensayando en el Puerto de Peniche una central de oleaje, con el fin de instalar 3 unidades de 750 kW de potencia unitaria, a unos cinco kilómetros de la costa de Póvoa de Varzim, al norte del país, en este caso con la firma escocesa Ocean Power Energy. Las máquinas del tipo Pelamis son de forma cilíndrica y miden 50 metros de largo por 3,5 metros de perímetro. Las previsiones de Enersis (de la multinacional Babcock&Brown), son, en este caso, alcanzar los 20 MW de potencia para el año 2008 (con una inversión de unos 70 millones de euros) y los 5 000 MW para el año 2020.

### Aspectos principales:

- Sistema de boyas sencillo y viable. Proyecto de Iberdrola en el norte de España. Proyecto funcionando ya en otros países.
- Posibilidad de que la APG se incorpore a la más moderna tecnología en energías renovables.
- Posibilidad de acometer una primera fase de un proyecto de generación de energía por medio de las olas, de forma simultánea a los diques de la ampliación.
- Posible proyecto de potencia inicial de 2 MW, con capacidad de ir creciendo hasta potencias similares a las del parque eólico proyectado.

Existen muchas otras formas de aprovechar la energía de las olas. En el Puerto de Mutriku (Guipúzcoa) se ha instalado una planta en la zona exterior del dique de abrigo, la cual recibe el empuje de las olas por su zona inferior comprimiendo el aire de su interior, el cual mueve las turbinas situadas en la zona superior. Posee una potencia de 480 kW, y se prevé una generación de energía de 970 MWh.

## Energía mareomotriz

La solución tradicional, y hasta el presente la única que ha alcanzado verdaderamente una escala industrial, consiste en crear una barrera que limita un volumen grande de agua (habitualmente una ría). Esta barrera se halla dotada de unas compuertas que cuando están abiertas permiten la entrada del flujo de marea, mientras que cerradas obligan al reflujó a pasar por unas turbinas. Naturalmente, para un puerto no resulta una solución adecuada.

Actualmente se están probando tecnologías que aprovechan la velocidad horizontal de las corrientes de marea, con lo que no se necesita una presa. A continuación se exponen dos de estas tecnologías:

- Blue energy*: la turbina oceánica Blue energy es una turbina submarina de eje vertical unida a un generador que se mantiene sobre la superficie del agua. Se aprovecha tanto la corriente de flujo como de reflujó, manteniéndose invariable el sentido de giro de la turbina. La turbina va instalada en un cajón de hormigón que la ancla al fondo. Este sistema se ha experimentado a pequeña escala, en un módulo de 4 kW y está proyectado un módulo de 250 kW.
- Marine Current Turbines Ltd.*: consiste en turbinas submarinas de eje horizontal, ubicadas *off-shore*. Este sistema se ha probado en Gran Bretaña, instalándose una turbina de 11 m de diámetro, con potencia nominal de 300 kW,

situada frente a Lynmouth, a 1,5 km de la costa. El coste ha sido de 3 300 000 libras (2 234 000 euros). Está previsto colocar próximamente dos turbinas sobre el mismo apoyo. Parece ser que hay intenciones de abordar estas tecnologías en algunos puertos.

En la tabla 3.12 vemos un resumen de los principales resultados del estudio de ecoeficiencia energética de la APG y algunas de las medidas que habría que emprender para reducir la huella ecológica. Obvia decir que muchas de ellas son aplicables a cualquier tipo de organización.

Tabla 3.12. **Resumen de medidas de ecoeficiencia eléctrica**

---

**Resultados del estudio**

---

- Pérdidas en la distribución (1,2 GWh de los 15,3 GWh de todo el puerto), atribuidas a transformadores antiguos (7,7% frente al 6,5% de media).
  - De los 3,3 GWh totales de la APG, un 86% corresponde a iluminación exterior, frente a un 12% de edificios y un 2% de grúas o cintas.
  - Ausencia de energías alternativas (sólo energía solar en balizas).
  - Impacto ambiental: 5 040 t CO<sub>2</sub>/año (14,9%).
- 

**Mejoras de ecoeficiencia**

---

- Plan de sustitución de transformadores (el 60,3% pertenece a las décadas sesenta y setenta).
  - Política de compras que considere el coste de las pérdidas y los armónicos.
  - Iluminación exterior: lámparas de sodio de baja presión, frente a las de vapor de mercurio, o en su caso, de haluro metálico.
  - Eficacia óptica de luminarias exteriores (estanqueidad, filtros, diseño, materiales, etc.).
  - Mantenimiento y operación: sensores de apagado con luz diurna; sustitución de lámparas o renovación preventiva; limpieza (mejora el rendimiento hasta un 15%).
  - Últimas novedades: leds, luz blanca y telegestión.
  - Edificios: recomendaciones del Programa *GreenLigh*: a) sustitución de reactancias electromagnéticas por electrónicas (hasta un 25% de ahorro); b) sustitución de tubos fluorescentes estándar por trifósforos; c) introducir sensores de presencia, de nivel de luz u otros tipos de controles; d) sustitución por nuevos difusores y/o desmontaje de los existentes; e) reemplazar las lámparas incandescentes por fluorescentes de clase A.
  - Buenas prácticas (apagar PCs, calefacción, etc.).
  - Compra de energía verde.
  - Energías alternativas: buenas condiciones para energía eólica (régimen de vientos, etc.). Posibilidades en diques de protección. Propuesta de 5 torres de 2 MW, total 10 MW, inversión de 1 millón de euros por MW y producción de 20 000 000 kWh/año (2 000 horas de funcionamiento). Capacidad de hasta 20 torres de MW para una producción de 200 000 000 kWh.
  - Radiación solar aceptable para placas solares en nuevos edificios (ACS y calefacción) y en cubiertas de naves. Harían falta unos 2 000 m<sup>2</sup> de placas fotovoltaicas y unos 2 millones de euros de inversión, para cubrir todo el consumo eléctrico de edificios de la APG. Capacidad: más de 20 000 m<sup>2</sup> de cubiertas para una producción superior a todo el consumo eléctrico de la APG.
  - Otros: eólica *off-shore* y oleaje. En 2050 podría cubrir toda la demanda nacional. Prototipos desde 40 KW a cerca de 1 MW por unidad. Importante estrategia energética.
- 

Fuente: elaboración propia.

## 3.5. Paso 2: ecoeficiencia en el uso de combustibles

### 3.5.1. Uso de la biomasa

Es el aprovechamiento térmico o eléctrico del conjunto de materia orgánica de origen animal y vegetal, incluyendo los productos procedentes de su transformación natural o artificial. Engloba gran variedad de recursos, aplicaciones y mercado, a saber: biomasa tradicional, residuos forestales, residuos agrícolas, residuos de industrias, cultivos energéticos, etc.

La biomasa tradicional se refiere al aprovechamiento de biomasa forestal, residuos forestales y otros, mediante tecnologías tradicionales de combustión. La principal fuente de este tipo de energía se encuentra en los países en desarrollo de África y Asia, y supone hasta el 90% de la energía total en países como Nepal o Malawi, y el 25 a 50% en China, India o Brasil.

Los cultivos energéticos constituyen una actividad emergente que implica el cultivo de biomasa para su utilización como fuente energética o para biocombustibles para el transporte.

Los procesos de transformación termoquímica son la combustión, la gasificación y la pirolisis.

La combustión supone la transformación de la energía química en energía térmica mediante una oxidación completa, obteniéndose  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Se realiza en hornos o calderas con rendimiento del 85%. Como variantes tenemos la combustión en lecho fluido.

El rendimiento de la combustión está influenciado por las características físicas (densidad, humedad y granulometría), químicas y energéticas (poder calorífico inferior). Como tratamientos previos tenemos el pulverizado (para lecho fluido), el peletizado y briqueteado (calefacción doméstica), el triturado, la molienda, el secado, compactado, etc.

La gasificación supone una oxidación parcial o con restricción de aporte de aire u oxígeno. Transforma la biomasa en un producto gaseoso, como  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y vapor de  $\text{H}_2\text{O}$ . La temperatura de gasificación va desde 700-800 °C hasta 1 100 °C. Con aporte de oxígeno se produce gas de síntesis, convertible en metanol.

La pirolisis supone la descomposición térmica de la biomasa en ausencia total de oxígeno. Es un proceso endotérmico. Desde los 250 °C a los 500-600 °C. Se obtienen combustibles líquidos (aceites de pirolisis), productos gaseosos y sólidos (coque).

El barómetro ofrecido por el consorcio europeo Euroobserver, de abril de 2004, informó de que la biomasa de origen forestal lidera las energías renovables. Además, según los últimos datos, representa más de la mitad de la producción de energía primaria en la Unión Europea. Entre los países europeos que utilizan este recurso energético, el Informe de Euroobserver destaca a Finlandia, Francia, Alemania y Suecia. Asimismo, gracias a su implantación, los datos recogidos en el Informe demuestran que ésta ha contribuido a aumentar los puestos de trabajo en dichos países.

En el caso de las empresas o corporaciones con parques o jardines, o involucradas ya en la conservación de espacios naturales, como es el caso de la APG, se recomienda que todos los restos de podas o limpiezas de jardines se empleen como biomasa, otorgándole así la categoría de espacios productivos y contabilizándolos en el haber de la huella ecológica.

### 3.5.2. Uso del biogás

Procede de los residuos biodegradables sólidos o líquidos susceptibles de aprovechamiento energético, tras su transformación a biogás, por digestión anaerobia: efluentes industriales, lodos de depuradora, residuos urbanos, residuos ganaderos, etc. Los procesos de transformación son biológicos, pues se produce una digestión anaerobia en la que se descompone la materia orgánica obteniendo biogás ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  y otros), utilizable como combustible en procesos de combustión. Se realiza por medio de un digestor en continuo o discontinuo.

Es una solución a la eliminación de los residuos con posibilidad de recuperación energética. Se obtiene ya en muchos vertederos alcanzando hasta el 80% del tratamiento de RSU en Japón, y el 15%, en Europa o en Estados Unidos. En España la aplicación de residuos ganaderos es aún bajo, algo mejor en RSU y apreciable en residuos industriales y de depuradoras.

Como en el caso anterior, se recomienda que la APG certifique que el empleo de sus residuos sólidos urbanos se va a utilizar en la producción de biogás, dándole así la categoría de residuos reciclados, lo cual también va a descontar huella ecológica.

### 3.5.3. Uso de bioetanol y biodiésel

Son combustibles líquidos procedentes de cultivos vegetales. Constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales en el área del transporte. El bioetanol es etanol producido a partir de cereales, remolacha o excedentes vinícolas. El biodiésel

son ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos a partir de cultivos de alto contenido en grasa como el girasol o la colza. Se podría definir como un aceite vegetal aligerado. El concepto del uso del aceite vegetal como carburante se remonta a 1895 cuando Rudolf Diesel desarrolló el primer motor diésel, el cual funcionaba con aceite vegetal.

Los procesos de transformación son bioquímicos: hidrólisis y fermentación alcohólica. Los hidratos de carbono producen azúcares por hidrólisis y dan etanol y agua por fermentación. El bioetanol se puede utilizar puro o mezclado con gasolina.

Los cultivos vegetales para biocombustibles permiten el desarrollo de la agricultura, así como reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> si el crecimiento de biomasa iguala al consumo. Supone un importante potencial energético. Constituyen la única fuente de combustibles líquidos que pueden sustituir a los fósiles en el sector transporte: emisiones menos dañinas e independencia de importaciones. Finalmente, constituye una fuente de empleo tanto en la producción de biomasa como en la transformación y uso.

Algunas previsiones hablan de 100 000 tep de biodiésel y 400 000 tep de etanol, para el año 2010.

El biodiésel posee propiedades que lo convierten en un carburante diésel de alta tecnología:

- Proporciona una significativa mejora en la lubricación del motor con respecto al gasóleo convencional. Incluso añadido en porcentajes tan bajos como el 1%, el incremento en la lubricación es de hasta un 30%. Esto redundará en un alargamiento de la vida del motor.
- La molécula de biodiésel contiene hasta un 11% de oxígeno. Al ser un carburante oxigenado la combustión es más completa y limpia y se generan menos residuos en el motor.
- Tiene un alto índice de cetano en comparación con el gasóleo convencional, por lo cual resulta ser un carburante más idóneo para el motor diésel. El efecto es que el motor funciona más suavemente.
- No contiene azufre, lo que le da ventaja sobre el más avanzado gasóleo bajo en azufre y permite el uso de catalizadores adicionales además de no contaminar.
- Es el único carburante alternativo que funciona en cualquier motor diésel convencional, sin necesidad de ninguna modificación. Además, puede ser almacenado en los mismos sitios que el gasóleo petrolífero y puede emplearse solo o mezclado en cualquier proporción con el gasóleo petrolífero.

- No reviste riesgo alguno en su manipulación ni transporte, puesto que es tan biodegradable como el azúcar, 10 veces menos tóxico que la sal de mesa, y además no es inflamable (su punto de inflamación es 150 °C).
- Tiene un efecto detergente en el motor y en varios estudios se ha comprobado que incluso limpia los inyectores. Su efecto detergente lo ha llevado a ser utilizado como disolvente biológico para limpiar los efectos catastróficos de mareas negras como la del *Erika* en Bretaña.
- Al ser quemado en el motor, el biodiésel reemplaza el desagradable olor de los tubos de escape de los vehículos de gasóleo convencional, por el agradable olor a palomitas de maíz o patatas fritas.
- En cuanto a otras prestaciones de operación, como consumo de carburante, encendido o potencia de motor, el biodiésel se puede equiparar a cualquier gasóleo bajo en azufre.

Las ventajas ambientales de su uso son las siguientes:

- El biodiésel puede ser fabricado a partir de productos agrícolas y ganaderos, domésticos y renovables como al aceite de girasol, colza, o el sebo vacuno, y además también se puede producir a partir del reciclado de residuos grasos animales, y vegetales, como el aceite de cocina usado, que es la materia prima empleada por Bionorte, la primera empresa de biodiésel instalada en Asturias. En este último caso el beneficio ambiental es doble, pues a las ventajas del empleo del biodiésel se añade el hecho de que se evita el vertido de unos residuos contaminantes. De hecho, el aprovechamiento de los residuos y subproductos vegetales es el único sistema de producción que admiten algunas asociaciones ecologistas, pues se temen que el uso directo de los vegetales produzca más perjuicios que beneficios (disminución de tierras para alimentos, entrada masiva de transgénicos, deforestación, etc.). Hablaremos algo más de este asunto en el capítulo destinado al capital natural.
- El ciclo de producción y uso del biodiésel produce por término medio un 90% menos de emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, pudiéndose alcanzar una reducción del 100%, es decir, un balance neto nulo de emisión de CO<sub>2</sub>, dependiendo de los métodos de cultivo y producción. La promoción del uso de biodiésel, por tanto, ayuda a cumplir los objetivos marcados por el Protocolo de Kioto para cada Estado. Además, su combustión no produce emisiones de dióxido de azufre SO<sub>2</sub>, causante de la lluvia ácida, pues el biodiésel no contiene azufre.
- En comparación con el gasóleo petrolífero, la combustión de biodiésel puro reduce en un 90% la emisión de algunos hidrocarburos cancerígenos. También

se reduce hasta un 83% la emisión de hollines causantes del humo negro y de un 50% de monóxido de carbono CO, en comparación con el gasóleo petrolífero. Con el biodiésel se produce una ligera disminución o incremento en los óxidos de nitrógeno NOx, dependiendo del tipo de motor y procedimiento de medida. Con base en los test de Ames, se puede decir que el uso de biodiésel asegura una reducción del 90% del riesgo de cáncer en lo que respecta a sus emisiones.

- Las bajas emisiones contaminantes del biodiésel lo convierten en un carburante ideal para su uso en áreas marinas y portuarias, parques nacionales y bosques protegidos, y ciudades muy contaminadas.

Como contrapartida, debe advertirse que en la actualidad no todos los motores están preparados para emplear biodiésel puro. La razón de realizar una mezcla con gasóleo convencional (EN590), radica en que los aceites vegetales tienen, entre otras cosas, la particularidad de disolver la goma y el caucho. Debido a que estos aceites vegetales son la materia prima para la fabricación del biodiésel, dicho producto también disuelve la goma y el caucho, materiales empleados en la fabricación de los conductos y la juntas del sistema de alimentación de los vehículos (latiguillos o manguitos), por lo que con el uso prolongado de biodiésel 100%, se podrían llegar a degradar dichos conductos, produciendo algún poro o pérdida de combustible en el caso de motores no preparados para su uso.

Analizado el mercado de fabricantes de automóviles, se concluye que, a mediados de 2005, sólo Peugeot garantizaba sus motores para el uso de biodiésel, siempre que se cumplan los estándares británicos para gasóleos y que se trate de un suministrador acreditado.

Como marco próximo para el uso de biodiésel debe tenerse en cuenta la Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte.

En el estudio realizado, las recomendaciones para la Autoridad Portuaria de Gijón han sido las siguientes:

El Puerto de Gijón cuenta con surtidor de gasóleo para uso interno y con otro en el Puerto Deportivo para venta a particulares. Estos surtidores, en principio, podrían ser empleados tanto para la venta de mezcla gasóleo biodiésel como de biodiésel puro.

Así pues, en la APG puede ser utilizado en los vehículos que consumen diésel, a saber:

- 1 Galloper 4x4.
- 1 Nissan Terrano 2 4x4.

- 1 Land Rover FreeLander 4x4.
- 3 Ford Fiesta.
- 7 Renault Combi.
- 2 Renault Cangoo.
- 1 Furgoneta Mercedes.
- 1 Camioneta Iveco.
- 2 Elevadoras Humsa y Clark.

Esta actuación inicial se podría extender a:

1. La flota de vehículos diésel de la APG.
2. La maquinaria empleada en las obras (palas, dragas...).
3. Las embarcaciones pesqueras y deportivas.

Debido a los problemas que pueden surgir en motores no preparados, se considera prudente suministrar inicialmente una mezcla de biodiésel con gasóleo en una proporción 10/90, y sólo en el surtidor para uso de los vehículos del Puerto. Esta proporción es la habitual en las gasolineras españolas que suministran biodiésel, aunque este ratio se debe más a razones de escasez de producción de biodiésel que a motivos técnicos (se podrían en principio emplear ratios de hasta 30/70). Debe tenerse en cuenta, no obstante, que esta mezcla por encima del 5% puede invalidar la garantía actual de los motores.

Con objeto de favorecer en el futuro el empleo de biodiésel, se aconsejó también establecer una política de compras para los vehículos del Puerto que garantice que puedan utilizar biodiésel en mayores proporciones, y manteniendo la cobertura de la garantía, con el objeto de que en un futuro todos los vehículos del Puerto puedan repostar biodiésel puro o mezclado en altas proporciones con gasóleo convencional.

Por otro lado, en el Puerto de Gijón se ha autorizado la instalación de al menos dos plantas de producción de biodiésel, una de las cuales producirá unas 120 000 toneladas al año, y la otra, unas 250 000 t, ampliable a otras 250 000. Esta última, supone una inversión de unos 40 millones de euros y producirá unos 40 puestos de trabajo directos y otros 12 indirectos. Probablemente se encontrará operativa a finales de 2009. Además, usará las 25 000 toneladas anuales de glicerina, resultantes del proceso de fabricación de biodiésel, para la puesta en marcha de una central de biomasa, con una inversión de otros 10 millones de euros. También se ha anunciado

otra planta de biodiésel para el vecino Puerto de Avilés, fenómeno que se está repitiendo en todos los puertos españoles.

En la tabla 3.13 se muestra un resumen de algunas medidas de ecoeficiencia a emplear en el caso de los combustibles.

Tabla 3.13. **Resumen de medidas de ecoeficiencia de los combustibles**

Resultados del estudio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No todos los vehículos disponibles son aptos para el biodiésel, limitándose a 19 de ellos de un total de 37.</li> <li>• Muchas de las marcas no garantizan el buen funcionamiento; mezcla recomendada: 10/90.</li> <li>• Impacto ambiental: 676 t CO<sub>2</sub>/año (2%).</li> </ul>
Mejoras de ecoeficiencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política de compras que garantice el uso de mayores mezclas (hasta llegar al 100% de biodiésel).</li> <li>• Promover instalación de factorías de biodiésel en el puerto y establecer convenios.</li> <li>• Suministro a la flota de vehículos de la APG.</li> <li>• Campaña para su extensión a la maquinaria empleada en las obras (primar a contratistas).</li> <li>• Promover en buques locales y líneas regulares.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 3.6. Paso 3: ecoeficiencia de los materiales

### 3.6.1. Contabilidad de los materiales

El desarrollo sostenible exige un perfecto conocimiento del consumo de materiales. La naturaleza no entiende de dinero sino de toneladas de madera consumidas, de papel, de mineral, de agua, etc. Cada persona de los países desarrollados consumimos varios miles de kilogramos de materiales al año (hasta 80 t/cap/año en Alemania, según Lehmann, 1999), cerca de 1 000 kg solamente de alimentos, y generamos otros 1 000 kilogramos de basura por persona al año. Mucho más en las empresas. La implantación de un sistema de contabilidad de los materiales, exige la obligatoriedad de que todos los suministradores acompañen sus facturas de la composición y peso de los materiales que suministran. Estos datos deberán ser incorporados en una aplicación de compras apropiada que permita obtener estadísticas al final de año.

La implantación de una contabilidad de materiales será gradual y podrá comenzar por la contratación preferente de aquellos proveedores que acompañen sus entregas de los datos solicitados.

### 3.6.2. Buenas prácticas en las compras. Etiquetas ecológicas

Muchas empresas que desean alcanzar la sostenibilidad, aún desconocen que uno de sus principales impactos puede ser (según las características de la misma) el consumo de materiales. Es lo que sucede, por ejemplo, con las empresas de construcción o de creación de infraestructuras. Por eso, conviene prestar mucha atención a lo que compramos, a cuánto compramos y a cómo lo compramos. Como norma general, cualquier suministro debe considerar el volumen de residuos, el efecto perjudicial de los materiales, la cantidad de materiales que pueden ser reciclados o la durabilidad del producto. Se recomienda introducirse en el análisis de los ciclos de vida de los productos, otro aspecto que consiste en conocer el consumo energético y los desechos producidos por un determinado material en todas las fases de su vida (diseño, adquisición de materias primas o componentes, fabricación, venta, distribución, utilización y desecho).

La Norma UNE 150301 de ecodiseño ayuda a las empresas certificadas a controlar y mejorar sus aspectos ambientales, aumentando así su competitividad, y facilita la compra verde a clientes, Administración o consumidores. El ecodiseño permite introducir normas ambientales en el diseño de productos y servicios, de modo que se consiga la reducción de los impactos ambientales en todas las fases del ciclo de vida de un producto

Como la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 va más dirigida a los procesos de fabricación y explotación, la Norma UNE 150301 es un complemento que aumenta el compromiso de la empresa con el medio ambiente y garantiza al consumidor la elección. Mencionemos también que una de las novedades de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 con respecto a la versión de 1996 es la mayor implicación en la gestión ambiental de la organización de los subcontratistas y proveedores, por lo que ambos objetivos son perfectamente compatibles.

De igual modo, otra herramienta que facilita la compra verde al consumidor es la etiqueta ecológica (y la familia de Normas UNE-EN ISO 14020:2002, UNE-EN ISO 14021:2002 y UNE-EN ISO 14024:2004), la cual certifica el cumplimiento de características ecológicas de los productos, haciéndolos menos impactantes para el medio ambiente. La Unión Europea promueve el uso de una Etiqueta Ecológica Europea, que certifique las buenas prácticas ambientales de la amplia y creciente gama de productos elaborados con normas ecológicas y sostenibles.

A comienzos de 2005 la Comisión Europea respaldó el uso de la etiqueta ecológica en una serie de 21 tipos de productos, que 9 Estados miembros venían fabricando desde 1992. Se engloban productos de todo género, como textiles, detergentes,

electrodomésticos, papel, pinturas, barnices, ordenadores, etc. En España se ha concedido recientemente el primer distintivo (una firma de Elche para la fabricación de una línea de calzado ecológico), siguiendo los pasos de Francia o Dinamarca; Italia ya cuenta con cuatro firmas con el ecodistintivo y se espera que este mercado verde crezca de forma imparable, considerándose un importante factor de competitividad introducirse en el mismo.

Se ha desarrollado un amplio rango de etiquetas ecológicas para comunicar información de las credenciales ambientales de un producto o servicio de modo estandarizado, con vistas a ayudar a los consumidores, u otros negocios, a seleccionar los productos o servicios más verdes.

Los criterios de las etiquetas ecológicas no se basan en un único parámetro, sino más bien en estudios que analizan el impacto ambiental de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida, con un enfoque “de la cuna a la sepultura”, basado en información científica válida. Esto provee de información útil del coste inherente del producto, desde la extracción de las materias primas en la etapa de pre-producción, a través de la producción y distribución, hasta la eliminación final.

La información de las etiquetas ecológicas puede emplearse de diferentes formas:

- Ayudando a diseñar especificaciones técnicas para definir las características de los productos o servicios que se compran.
- Para comprobar la conformidad con esos requerimientos, aceptando la etiqueta ecológica como medio de prueba del cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- Como punto de referencia frente al cual valorar ofertas en la etapa de adjudicación.
- Usando diferentes tipos de etiquetas para diferentes propósitos, por ejemplo, pueden ser útiles etiquetas de tema único para una aproximación paso a paso.

Sin embargo, no se puede requerir a los oferentes estar registrados bajo una cierta etiqueta ecológica. Dentro de las etiquetas ecológicas pueden distinguirse varios tipos:

Las etiquetas públicas **multi-criterio** son el tipo más común de etiqueta y también el más utilizado en compra verde. Se basan en número de criterios de aceptación/rechazo que establece el estándar para la etiqueta de que se trate. Se establecen distintos conjuntos de criterios para cada grupo de productos o servicios abarcado. Estos criterios normalmente definen las prestaciones ambientales que el producto puede alcanzar y en ocasiones establecen estándares que aseguran que el producto es adecuado para su uso.

En el caso de la etiqueta ecológica de la Unión Europea, por ejemplo, los criterios para todos los grupos de productos y servicios, pueden ser copiados directamente de la página web de la etiqueta ecológica (<http://europa.eu.int.comm/environment/ecolabel/>) a las especificaciones técnicas y criterios de elección.

Las etiquetas públicas de **tema único** son etiquetas que se refieren a un tema ambiental particular, tal como el uso de la energía o los niveles de emisiones. Hay dos tipos distintos de etiquetas de tema único. El primero se basa en uno o más criterios de aceptación/rechazo relacionados con un tema específico, por ejemplo, eficiencia energética. Si un producto satisface estos criterios, entonces puede mostrar la etiqueta. Ejemplos de este tipo de etiqueta son la etiqueta orgánica de la UE y la etiqueta *Energy star* para equipos de oficina. El segundo tipo de etiqueta gradúa productos o servicios de acuerdo con sus prestaciones ambientales para el tema de que se trate. Ejemplos de este segundo tipo son la etiqueta de energía de la UE, que gradúa electrodomésticos de acuerdo con su eficiencia energética, con una A, el más eficiente y G, el menos eficiente.

Las etiquetas de tema único pueden ser muy útiles si se está siguiendo una aproximación paso a paso a la compra verde, ya que permiten una mejora gradual. Emplear estándares de eficiencia energética puede ser un excelente primer paso hacia un programa de compra verde. Los diferentes grados permiten decidir fácilmente hasta dónde se quiere llegar.

### 3.6.3. Compra de vehículos

La renovación o ampliación del parque de automóviles es frecuente en las grandes empresas, por lo que los vehículos precisan de un mantenimiento mínimo para evitar sobreconsumos de origen mecánico. Más significativa que el mantenimiento resulta la elección del modelo a la hora de renovar los vehículos. Con relación a ello, debe tenerse en cuenta que el Real Decreto 837/2002 de 2 de agosto, incorpora la Directiva 1999/94/CE sobre etiquetado energético de los turismos nuevos al ordenamiento jurídico interno; el artículo 3 de este Real Decreto establece como obligatoria la colocación de una etiqueta con los datos oficiales de consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub>, de forma claramente visible en cada modelo de turismo nuevo.

### 3.6.4. Compra de ordenadores

En la actualidad, en la Unión Europea existen dos tipos de etiquetas de eficiencia energética para equipos ofimáticos, que tienen carácter voluntario y que sirven para informar sobre equipos de bajo consumo, la *Energy star* y la GEEA.

La etiqueta americana *Energy star* (véase la figura 3.8) ha sido adoptada por la Unión Europea como certificación energética oficial para monitores, ordenadores, sistemas operativos, escáneres, fotocopiadoras, impresoras y aparatos de fax.



Figura 3.8. Etiqueta ecológica *Energy star*

Todos los equipos que disponen de la etiqueta *Energy star*, disponen de características de ahorro de energía que les permite pasar a un estado de reposo si transcurrido un cierto tiempo no se trabaja con ellos. En este estado, el aparato consume mucha menos energía, lo cual genera un importante ahorro energético y por tanto económico, al tiempo que se alarga su vida útil, al evitar su desgaste.

El *Group of Energy Efficiency Appliances* (GEEA), es una agrupación que se creó en 1996, con el objeto de promocionar la eficiencia energética de determinados aparatos y equipos electrónicos y ofimáticos.

Esta agrupación, que integra entidades de ocho países, promueve la divulgación voluntaria de información relativa al consumo energético de los aparatos. Para ello ha creado la etiqueta GEEA (véase la figura 3.9), que se concede a aquellos aparatos con una eficiencia energética alta, sólo alcanzada por un 25% de los que están disponibles en el mercado. Los criterios que han de cumplir los aparatos se actualizan periódicamente.



Figura 3.9. Etiqueta ecológica GEEA

En la página web del GEEA (<http://www.efficient-appliances.org/Home.htm>), se puede encontrar información sobre los equipos que cuentan con la etiqueta ecológica. Dentro de los equipos de oficina, la lista abarca las categorías PC (unidad del sistema), monitor, impresora/multifunción, copiadoras, fax y escáner.

### 3.6.5. Ecoeficiencia de los materiales de construcción

Especial consideración merecen los materiales de construcción. Según estudios previos realizados por la Autoridad Portuaria de Gijón (Doménech, 2004a), el impacto más significativo debido a los consumos, es el consumo de materiales a causa de la construcción, obras e infraestructuras, el cual equivale a 16 280 t CO<sub>2</sub>/año.

En consecuencia, creemos que la APG debe introducir criterios de sostenibilidad en sus proyectos constructivos, como primera medida a considerar. En el sector de la construcción se presta actualmente gran atención a lo que se ha denominado “construcción sostenible”. En este sentido, la Directiva 2002/91/CE sobre las prestaciones energéticas de los edificios obliga a los Estados miembros a establecer requisitos mínimos de prestaciones energéticas para edificios nuevos y grandes edificios existentes sujetos a renovaciones importantes, y tendrá un efecto en la definición del objeto y de las especificaciones técnicas para los contratos de obra para la construcción o renovación de edificios. En España, ya se ha aprobado el nuevo Código Técnico de la Edificación, que asume la citada directiva, con exigencias en cuanto a limitación de la demanda energética, el rendimiento de las instalaciones térmicas, la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El Instituto de Bioconstrucción y Energías Renovables (IBER), que cada año ve aumentar las consultas sobre construcción sostenible, fundamenta su aplicación en los siguientes cinco pilares:

- La planificación.
- Los efectos de la ecología del entorno sobre la construcción.
- La utilización de recursos y materiales.
- Los efectos sobre la salud.
- Las repercusiones sociales del proyecto.

La Unión Europea define construcción sostenible como el uso y/o promoción de materiales respetuosos con el medio ambiente, la eficiencia energética en edificios, y el manejo de la construcción y desechos de la demolición (Anónimo, 2003).

Según García Navarro *et al.* (2004), de la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Construcción y Vías Rurales), es el promotor el que tiene capacidad para establecer exigencias de sostenibilidad en las obras. La incorporación de criterios sostenibles en los Pliegos de prescripciones técnicas permite la adjudicación, contratación y ejecución de obras de infraestructuras garantizando la integración eficaz en el entorno. Estos autores llegan a las siguientes conclusiones:

- Las Comunidades Autónomas más avanzadas en la incorporación de criterios de sostenibilidad en la construcción son La Rioja, País Vasco y Navarra, mientras que las menos avanzadas son Canarias, Baleares, Cantabria y Andalucía.
- La mejor forma de progresar en este sentido es mediante la incorporación paulatina de cláusulas de sostenibilidad en los Pliegos de prescripciones técnicas de las obras públicas.
- En cuanto al marco legislativo se constata una base legal muy completa para adoptar tales medidas de sostenibilidad.
- En la mayor parte de las empresas del sector no parece haber conciencia, aún, de que la implantación de tales medidas, eficaces y poco costosas, redundarán en un aumento de la competitividad y en un incremento de beneficios económicos a corto plazo.
- Se constata un gran esfuerzo en los estudios de impacto ambiental de las obras públicas, pero conviene actuar en el mismo sentido a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Parece previsible la futura creación de equipos de vigilancia e inspección técnica de la infraestructura, como herramienta periódica de control y verificación de las necesarias labores de mantenimiento y conservación.
- La previsión de una transición hacia la sostenibilidad parece fundamentarse en los trabajos desarrollados por los organismos más avanzados en la materia (organismos relacionados con la normalización y estandarización, ISO, CEN, AENOR, etc.).

En consecuencia, algunas de las medidas que la Autoridad Portuaria de Gijón podría incorporar a las nuevas obras y futuros planes expansivos, serían las siguientes:

- Inclusión de la sostenibilidad entre los objetivos estratégicos del Puerto. Incluir evaluación de impacto estratégico en el Plan de empresa.
- Inclusión de cláusulas de sostenibilidad en todos los Pliegos de bases y obras contratadas. Incluir niveles de exigencia ambiental a contratistas (ISO 14001, control de la eficiencia de los materiales, minimización de uso de materiales, reciclado de residuos, etc.).

- Incluir normas de bioconstrucción en todas las obras contratadas por el Puerto y en especial a las nuevas edificaciones:
- Seguimiento energético desde la planificación (control del ciclo de vida del proyecto: planificación, ubicación, construcción, explotación y demolición).
- Seguimiento y control de materiales durante todo el ciclo de vida (contabilidad de materiales).
- Estudio de compensación del incremento de costes con el ahorro y ecoeficiencia. Con un correcto diseño, cualquier edificación puede ahorrar hasta un 50% de energía durante la fase de explotación.

En la tabla 3.14 resumimos las medidas de ecoeficiencia a adoptar en el caso de los materiales.

Tabla 3.14. **Resumen de medidas de ecoeficiencia de los materiales**

---

**Resultados del estudio**

---

- Grandes dificultades para obtener el consumo de materiales en peso.
  - Inexistencia de criterios sostenibles en las compras.
  - Gran impacto ambiental de las obras: 16 281 t CO<sub>2</sub>/año (48,2%).
  - Impacto total de todos los materiales: 20 317 t CO<sub>2</sub>/año (60%).
- 

**Mejoras de ecoeficiencia**

---

- Implantar una contabilidad de los materiales.
  - Política de compras a proveedores de productos verdes o con etiqueta ecológica. Etiqueta graduada de la energía de la UE, la cual permite elegir el grado de ecoeficiencia deseable.
  - Introducirse en el análisis del ciclo de vida.
  - Compra de ordenadores con etiqueta *Energy star* o GEEA.
  - Superar las exigencias del nuevo Código técnico de la edificación en cuanto a demanda energética, rendimiento de instalaciones térmicas, eficiencia energética de la iluminación y contribución solar mínima de ACS y fotovoltaica.
  - Construcción sostenible, según normas del IBER.
  - Incorporación de criterios de sostenibilidad en los Pliegos de prescripciones técnicas.
- 

Fuente: elaboración propia.

## 3.7. Paso 4: ecoeficiencia en los servicios

Los estudios de ecoeficiencia basados en la huella ecológica, deberán analizar, como en el caso anterior, las características de todos los contratistas y subcontratistas

encargados de los diferentes servicios, los cuales adquieren una particular relevancia en algunos sectores.

Los grupos de servicios que han sido incorporados a la hoja de cálculo de la huella ecológica son los siguientes:

- Asesorías y otros servicios externos de oficina.
- Servicios de hospedería.
- Telefonía.
- Servicios médicos.
- Servicios sociales y culturales; ocio; cooperación; deportes.
- Servicios externos de formación.
- Servicios de mantenimiento, vigilancia o limpieza.
- Correo, paquetería y transporte.

Para la contratación de cualquier tipo de servicio, el estudio de ecoeficiencia realizado propone aplicar las mismas normas señaladas para las compras de materiales. De igual modo, se debe poner atención al volumen de residuo que genera el contratista, el impacto de los productos que utiliza, la cantidad de materiales que va a reciclar, etc. (primar, en definitiva, a los contratistas certificados o que cuenten con un sistema de gestión ambiental).

En la tabla 3.15 observamos un resumen de algunas de las medidas de ecoeficiencia a aplicar en el caso de los servicios.

Tabla 3.15. **Resumen de medidas de ecoeficiencia de los servicios**

<b>Resultados del estudio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se exigen certificados ambientales.</li> <li>• Impacto de los servicios: 786 t CO<sub>2</sub>/año (2,3%).</li> </ul>
<b>Mejoras de ecoeficiencia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir criterios de sostenibilidad en la contratación de servicios, especialmente la certificación ambiental y el uso de productos ecológicos.</li> <li>• Favorecer la contratación de empresas que usen biocombustibles, especialmente en los servicios de mayor movilidad (limpieza, vigilancia, mantenimientos, recepción de residuos, mensajería, etc.).</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Paso 5: ecoeficiencia en la reducción de desechos

Tan importante como el ahorro en el consumo de recursos capaces de reducir la extensión de los ecosistemas productivos, es la reducción de desechos que también terminan por colapsar los mismos.

No hay que olvidar que existen hasta 60 000 productos incorporados a todo tipo de productos de uso doméstico (30 000 incluidos en el programa de registro, evaluación y autorización de químicos –REACH– de la Unión Europea), que no son considerados residuos, y que también producen huella ecológica, la cual puede ser evaluada bien a través del análisis del ciclo de vida del producto cuando está en uso, o bien en la fase de residuo cuando el producto ya ha sido desechado. Existe un importante campo de investigación en este sentido, el cual permitiría afinar y precisar la metodología de huella ecológica.

La producción de residuos sólidos de la APG suponen un 3,4% de su huella ecológica y estimamos que, una vez incluidos los vertidos y las emisiones atmosféricas diferentes al CO<sub>2</sub> (una vez que la metodología nos permita incorporar estos últimos), dicha huella puede ascender hasta un 6% del total. Esta huella se debe reducir incrementando de forma gradual la reducción y reutilización de residuos (mediante la redacción de un manual y formación específica), y exigiendo el reciclaje a los gestores autorizados.

La tabla 3.16 resume las medidas de ecoeficiencia en la reducción de residuos.

Tabla 3.16. **Resumen de medidas de ecoeficiencia de la reducción de residuos**

Resultados del estudio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aún existe poca segregación y poco control estadístico.</li> <li>• La metodología no incorpora los vertidos y las emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>.</li> <li>• Impacto de los desechos: 1 143 t CO<sub>2</sub>/año (3,4%).</li> </ul>
Mejoras de ecoeficiencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proseguir estudios de ecoeficiencia para incorporar todos los desechos a la metodología (actualmente, existen contratos con varias universidades).</li> <li>• Implantar sistema de gestión ambiental.</li> <li>• Tres “erres” (reducir, reutilizar, reciclar).</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 3.9. Paso 6: ecoeficiencia en el uso del suelo

Cualquier empresa necesita ocupar espacio para el desarrollo de su actividad, lo que es especialmente significativo en el caso de los puertos donde, además de necesitar amplias extensiones para albergar a las empresas concesionarias, se ocupan espacios tan sensibles como las zonas costeras. Los puertos, como cualquier otra gran infraestructura, deben considerar que el espacio libre ya no es tan extenso como antaño y que hay que aprovechar al máximo el disponible. En este sentido, urge una adecuada planificación espacial que permita combinar el crecimiento económico con el equilibrio entre el suelo sellado o urbanizado y los espacios verdes o bioproductivos. En la tabla 3.17 mostramos algunas de las medidas a acometer en la APG.

Tabla 3.17. **Resumen de medidas de ecoeficiencia en el uso del suelo**

---

#### Resultados del estudio

- Ventaja de los puertos al construir sobre mar (donde hay menos productividad que en los ecosistemas terrestres).
- El impacto de la construcción de puertos repercute en la categoría de “obras”.
- Impacto del uso del suelo: 70,2 ha (1,1%).

---

#### Mejoras de ecoeficiencia

- Racionalizar la concesión de suelo público (desplazar algunas concesiones a las Zonas de Actividad Logística o ZAL).
  - Zonas verdes en áreas no útiles.
  - Fomentar apantallamientos vegetales (“Guía paisajística de Puertos del Estado”).
  - Rehabilitación de zonas portuarias degradadas.
  - Reforestación en parcelas de los faros costeros.
- 

Fuente: elaboración propia.

### 3.10. Paso 7: ecoeficiencia en el consumo de recursos agropecuarios y pesqueros

Aunque pudiera parecer que este tipo de impacto es muy limitado en las empresas, existe un gasto considerable en viajes y comidas de empresa, por lo que conviene integrarlo también en los estudios de ecoeficiencia. En las empresas con mucho personal, también existe un consumo importante en vestuario, el cual puede utilizar productos naturales, como lana o algodón. Su incidencia será, obviamente, mucho mayor en determinados sectores, como la hostelería, la agroalimentación, etc.

Los alimentos constituyen, además, una huella muy importante a escala global, y la racionalización del consumo (consumir productos con menos impacto, consumo

justo, agricultura ecológica, pesca responsable, etc.) deberían incluirse en los programas de sensibilización y educación ambiental, tanto del personal como de los usuarios o visitantes. En la APG, la huella de estos recursos asciende a 410 t CO<sub>2</sub>/año, lo cual, considerado en términos de hectáreas de superficie, equivalen a un 9,8% de la huella total (véase la tabla 3.18).

Tabla 3.18. **Resumen de medidas de ecoeficiencia de los alimentos**

<b>Resultados del estudio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importante consumo de alimentos en comidas de empresa, comidas sociales y viajes.</li> <li>• Otros consumos: vestuario (los confeccionados con productos naturales).</li> <li>• Impacto de los productos agropecuarios: 410 t CO<sub>2</sub>/año (9,8%).</li> </ul>
<b>Mejoras de ecoeficiencia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de sensibilización y concienciación sobre hábitos más saludables y justos.</li> <li>• Compra en mercados de <i>consumo justo</i>.</li> <li>• Aumentar el consumo de vegetales.</li> <li>• Interesarse por la agricultura ecológica.</li> <li>• Interesarse por la pesca responsable.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 3.11. Paso 8: ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua

### 3.11.1. Análisis de las pérdidas de agua

Las corporaciones tienen una gran influencia sobre los recursos forestales, tales como el papel o los derivados de la madera. Respecto al primero nos podemos remitir a la ecoeficiencia en la reducción de residuos ya comentada (las *tres erres*), y sobre el segundo, a la ecoeficiencia en las compras y en los servicios también comentados (compra de maderas certificadas).

Pero el principal recurso sobre el que los puertos tienen influencia, y del que se realiza un consumo muy considerable, es el agua (asociado a los recursos forestales por la influencia de los bosques en su ciclo). El consumo de agua en el Puerto de Gijón se debe tanto al suministro a los buques y usuarios del Puerto, como a los propios usos: abastecimiento a los edificios de la Autoridad Portuaria, red contra incendios, red de riego de parvas de carbón, riego de jardines y riego de muelles o viales. Aparte de la eficiencia que se pueda lograr en cada uno de estos aspectos, cobra especial importancia, el control de las pérdidas ocasionadas en la red de distribución.

Además de la reducción de las pérdidas, cabe otro enfoque para la ecoeficiencia en la utilización del agua, y es la utilización de aguas pluviales para el riego de parques de minerales (particularmente, parques de carbones), en lugar de utilizar agua potable.

El consumo total en 2004 en el Puerto de Gijón fue de 539 946 m<sup>3</sup>, con unas pérdidas de 160 221 m<sup>3</sup>, lo que supone el 31% del total (en 2003 las pérdidas fueron del 27%).

Como comparación, en Vitoria, con un sistema continuo de detección de fugas, a pesar de que la red es vieja, las pérdidas en 2003 fueron un 16%, en Alicante, en 1995 las pérdidas eran de un 14%, y en Suiza las pérdidas suponen sólo un 6%. Naturalmente, estos porcentajes se refieren a unas redes de distribución con una densidad distinta de la del Puerto de Gijón, por lo que parece más adecuado analizar las pérdidas por unidad de longitud y unidad de tiempo: con una red de unos 28 km, unas pérdidas de 160 221 m<sup>3</sup>/año suponen unas pérdidas de 16 m<sup>3</sup>/km/d.

El promedio oficial de pérdidas en redes de distribución, en 1996, era de 3,7 m<sup>3</sup>/km/día en los Länder occidentales de Alemania, de 4,2 m<sup>3</sup>/km/d en Francia, entre 3,77 y de 8,4 m<sup>3</sup>/km/día en Dinamarca, de 8,4 m<sup>3</sup>/km/d en Inglaterra y de 15,7 m<sup>3</sup>/km/día en Gales. Además, los homólogos franceses de la Confederaciones Hidrográficas (Agences de Bassin) han anunciado que dejarán de subvencionar obras de regulación hidráulica a los municipios cuando sus niveles de pérdidas en la red superen los siguientes umbrales: 1,5-2,5 m<sup>3</sup>/km/d (para las zonas rurales); 3-5 m<sup>3</sup>/km/d (en zonas semi-rurales) y 7-10 m<sup>3</sup>/km/d (en zonas urbanas).

Las causas de estas pérdidas se atribuyen fundamentalmente a dos motivos: a) roturas accidentales durante las excavaciones para la realización de obras en el Puerto; b) roturas por sobrecargas en algunas zonas del Puerto (el Parque de Aboño), al discurrir la tubería bajo pilas de mineral.

En este último caso, se dan otras circunstancias especiales:

- Se trata de tubería antigua de fibrocemento. Aunque está permitido que en conducciones este material se siga empleando hasta el final de su vida útil, su producción, comercialización e instalación actualmente está prohibida, por lo que se considera conveniente eliminar este material en los abastecimientos de agua. Esta modernización de tramos de red antiguos contribuiría a prevenir pérdidas.
- La tubería pasa dos veces por debajo de una cinta transportadora, lo que dificulta mucho las reparaciones de la misma cuando se producen roturas.
- En el Túnel de Aboño, la tubería de agua discurre paralela y próxima a las de gas y electricidad, sin cumplir las distancias de seguridad adecuadas. Incluso a la salida de la tubería hay una válvula de agua en una arqueta de gas.

Las medidas básicas que se podrían tomar para reducir estas pérdidas son evitar roturas y disminuir la presión de servicio, aunque se descarta esta última medida en el caso del Puerto de Gijón, ya que los 6,5-7 kg de presión de suministro son necesarios, entre otros usos, para los hidrantes de la red contra incendios, que se encuentran distribuidos a lo largo de toda la red.

### **3.11.2. Reducción de pérdidas por rotura**

Se propuso sustituir la tubería que abastece al Parque de Aboño por otra nueva, que discurra de forma aérea en el túnel y en algunos otros puntos (adosada al muro), de forma que evite las pilas de mineral y las cintas y guarde las distancias adecuadas con el resto de servicios.

Otra de las vías posibles para reducir pérdidas por roturas es tratar de evitar las roturas accidentales por obras, exigiendo que los proyectos de obra tengan en cuenta rigurosamente los servicios afectados, manteniendo al día la información sobre los trazados de las tuberías de abastecimiento y exigiendo que en la ejecución de las obras se cuiden las interferencias con los servicios del Puerto.

También se aconseja contratar a empresas especializadas que realicen un estudio de la red con detección de posibles fugas, diagnóstico de las mismas y posibilidades de mejora, lo que se puede acompañar de un aumento de los medios humanos y materiales para el mantenimiento de la red. Algunas de estas actuaciones ya están en marcha.

### **3.11.3. Utilización de aguas pluviales para el riego de parques de material**

En la actualidad confluyen dos circunstancias simultáneas en el Puerto de Gijón que admiten una solución común:

- Las aguas pluviales de Puerto, que en la actualidad se vierten directamente al mar, y especialmente las de algunos muelles, pueden contener cantidades significativas de contaminantes, particularmente sólidos en suspensión.
- En algunos parques de materiales, y en concreto, en parques de carbones, se están utilizando cantidades importantes de agua potable para el riego de las pilas.

Una solución conjunta a estos dos aspectos es la recogida, almacenamiento y decantación de las aguas pluviales susceptibles de arrastrar sólidos en suspensión

(canales perimetrales a los muelles), y la utilización de las aguas decantadas en el riego de pilas de material. Esta solución permitiría, además, paliar la contaminación de las aguas por barrido de partículas sedimentables en muelles y explanadas.

Se aconsejó realizar un estudio específico sobre este punto, para poder comprobar su viabilidad y cuantificar costes y ahorros. En la actualidad, se está analizando el compartir con algunos concesionarios una cuba de riego que se alimenta del agua tratada en depuradoras.

En la tabla 3.19 se observa un resumen de las medidas de ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua.

**Tabla 3.19. Resumen de medidas de ecoeficiencia de los recursos forestales y agua**

---

**Resultados del estudio**

---

- El consumo de agua en 2004, en todo el Puerto, fue de 539 946 m<sup>3</sup>, de los que 160 221 m<sup>3</sup> corresponden a pérdidas (un 31%).
  - Impacto del papel, madera y agua: 2 113 t CO<sub>2</sub>/año (6,3%).
- 

**Mejoras de ecoeficiencia**

---

- Compra de maderas certificadas.
  - Compra de papel reciclado.
  - Reutilizar y reciclar el papel usado.
  - Manual de buenas prácticas.
  - Recogida de aguas pluviales para riegos.
  - Programa de detección de fugas de agua en conducciones.
  - Programa de inversiones en sustitución de tramos de tubería.
- 

Fuente: elaboración propia.

## 3.12. Paso 9: inversión en capital natural

Hasta ahora hemos hablado de lo que podemos ahorrar para reducir el consumo de recursos y de los residuos que podemos evitar, con el fin de reducir nuestra huella ecológica. Pero, ni el consumo de recursos se puede reducir a cero, ni tampoco la generación de residuos. ¿Cómo alcanzar entonces una huella ecológica cero o impacto nulo?

La huella ecológica que ya no se puede reducir por ecoeficiencia disminuyendo el “debe”, hay que eliminarla incrementando el “haber”, esto es, adquiriendo capital

natural, sea en forma de bosques, cultivos, pastos o espacios acuáticos. Si nuestra actividad consume ecosistemas, es obvio que, si queremos ser sostenibles, deberemos reponerlos por otro lado.

Son muchas las organizaciones que ya incorporan espacios naturales en su haber y que venden derechos de CO<sub>2</sub> a cambio de la inversión en bosques u otros recursos naturales. En el caso de la Autoridad Portuaria de Gijón, se cuenta con un capital natural derivado del hecho de ser administradora de los espacios marítimo-terrestres propios de su competencia, si bien tal capital aún no ha sido suficientemente valorado. En el estudio realizado se recomienda profundizar en la economía ambiental a fin de considerar los importantes beneficios indirectos de tales espacios (servicios ecológicos, absorción de CO<sub>2</sub>, dinámica marina, paisaje y ocio, pesca, creación de empleo, etc.).

También se ofrecieron diversas ideas para invertir en capital natural, entre las que se encuentran la creación de un sumidero de CO<sub>2</sub> en tierra, en el que podrían invertir los miembros de la Comunidad Portuaria, o de espacios marinos protegidos (Anadón *et al.*, 2004). En trabajos previos ya dimos cuenta de los beneficios ambientales y pesqueros que suponen las escolleras portuarias con respecto al resto de aguas, debido al “efecto arrecife” (Armas *et al.*, 2002; Doménech, 2004a). Los puertos pueden implementar diversas medidas para incrementar todavía más la productividad de las aguas de su competencia, con los beneficios consiguientes para el sector pesquero y otros sectores locales (véase la tabla 3.20). En el próximo capítulo vamos a profundizar en lo vital que resulta invertir en capital natural para alcanzar la sostenibilidad total.

Tabla 3.20. **Resumen de medidas para la inversión en capital natural**

---

**Resultados del estudio**

- El impacto que no se puede reducir por ecoeficiencia, se puede compensar invirtiendo en capital natural, de modo que el balance de carbono sea igual a cero.
- Los puertos tienen un importante capital natural: aguas de servicio de su competencia y escolleras que incrementan la productividad.

---

**Mejoras de ecoeficiencia**

- Incrementar las zonas verdes y arboladas.
  - Mejorar y aumentar la forestación en faros.
  - Potenciar el “efecto arrecife” y el “efecto reserva” de escolleras y dársenas.
  - Invertir en sumideros de CO<sub>2</sub>, tanto terrestres como marinos (reservas marinas), tanto para el propio puerto como para la industria portuaria.
  - Potenciar las alianzas estratégicas para la sostenibilidad y la cooperación (posible inversión en sumideros de carbono –bosques– en terceros países).
- 

Fuente: elaboración propia.

### 3.13. Paso 10: huella social y Responsabilidad Social Corporativa

Como ya se ha dicho, la sostenibilidad no proviene únicamente de lo económico y de lo ambiental, sino también del aspecto social. Son numerosas las empresas que han considerado la esencia de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC): devolver a la sociedad parte de la riqueza generada gracias a ella. Desde los estudios efectuados por la APG creemos que la RSC debe plantearse a tres niveles: en su dimensión corporativa, en su dimensión local y en su dimensión global.

La dimensión corporativa actualmente se está abordando en casi todas las empresas, resultando una labor que, aunque encomiable y susceptible de mejoras, viene siendo abordada desde antaño por los sindicatos. Son numerosas las actuaciones que, al provenir del conjunto de la empresa e impulsada por la misma dirección, se están introduciendo en las empresas, como la flexibilidad horaria y el teletrabajo, las mejoras en la situación laboral de la mujer (desde contrataciones favorables hasta apoyos contra los malos tratos, etc.), y sobre todo, la preocupación de la empresa por la estabilidad familiar de los empleados (integración de la vida laboral con la familiar).

Creemos que está por llegar (y que llegará en breve) la dimensión local y la dimensión global de la RSC, correspondiendo la primera a la creación de empleo local (ciudad, región, nación), a través de la innovación, la diversificación o la cooperación entre diferentes organizaciones (transporte y cabotaje de corta distancia sostenible, gestión integrada de zonas costeras, sinergias puerto comercial-pesquero-deportivo, etc.) y, el segundo, a la creación de empleo global a través de la cooperación al desarrollo.

Una vez más, se recomienda la financiación de proyectos de desarrollo a través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, en los cuales se puede cumplir el doble objetivo de compensar emisiones de CO<sub>2</sub> y de generar empleo (aprovechamiento de zonas forestales, por ejemplo) en países desfavorecidos.

El estudio elaborado sugiere, por ejemplo, que, siendo Gijón uno de los primeros municipios en alcanzar el 0,7% de sus presupuestos para el desarrollo, y siendo Asturias una de las pocas regiones que ha logrado implantar un salario social básico (con muchos inmigrantes como beneficiarios directos), sea la APG una de las primeras corporaciones asturianas en aportar un 0,7% de su presupuesto a proyectos de desarrollo. También se aconseja crear una Fundación, desde Puertos del Estado, para que todo el sector portuario español pueda canalizar sus futuros proyectos globales de responsabilidad social corporativa (véase la tabla 3.21).

Tabla 3.21. Resumen de medidas para la inversión en capital social

**Resultados del estudio**

- El principal capital social es el número de empleos que puede crear una organización.
- La compensación de la huella también se puede obtener por medio de la inversión en proyectos MDL o Mecanismos de Desarrollo Limpio, los cuales permiten reducir emisiones y crear empleo, es decir, desarrollar capital natural y capital social (por ejemplo, un bosque, como sumidero de carbono, aprovechado por comunidades rurales).

**Mejoras de ecoeficiencia**

- Añadir la dimensión global, a la local.
- Dedicar el 0,7% para cooperación al desarrollo.
- Crear una Fundación para la Responsabilidad Social Corporativa (RSC).
- Potenciar las alianzas estratégicas para la sostenibilidad y el empleo.

Fuente: elaboración propia.

## 3.14. Conclusiones

Para cumplir los objetivos de ecoeficiencia europeos (*Green paper*, etc.) o españoles (PER, “E4”, etc.), y aspirar así a un equilibrio sostenible, las empresas y organizaciones deben incorporar planes de sostenibilidad que formen parte de la estrategia empresarial.

En este capítulo hemos comprobado cómo los puertos, al igual que el resto de instituciones con competencias en la creación de infraestructuras, han de asumir grandes responsabilidades y grandes retos que aún tienen por delante, tanto para mejorar su ecoeficiencia, como para transmitirla a los contratistas y proveedores:

- a. Incluir las compras verdes en todos sus pliegos y contratos.
- b. Extender el uso de biocombustibles a todos los contratistas, concesionarios, industria extractiva, etc.
- c. Abordar una construcción más sostenible, siendo fundamental en este punto el cemento con poca huella ecológica: bien a base de nuevos materiales (el Consejo Superior de Investigaciones Científicas acaba de presentar sus avances con nuevos cementos a base de cenizas), o bien a base del empleo de energías alternativas (las cementeras españolas sólo utilizan un 4% de energías alternativas frente al 14% de media comunitaria).
- d. Colaborar en la expansión de la energía eólica *off-shore* y la energía de las olas, una energía en pañales de la que hemos visto que podría proveer toda la demanda española en unas pocas décadas (García *et al.*, 2005).

- e. Establecer una firme política de alianzas (véase la figura 3.10) que permita no sólo dicha expansión, sino muchos otros objetivos de sostenibilidad, así como incrementar el valor derivado de una política de gestión litoral integrada (véase Capítulo 5, dedicado al capital marino).

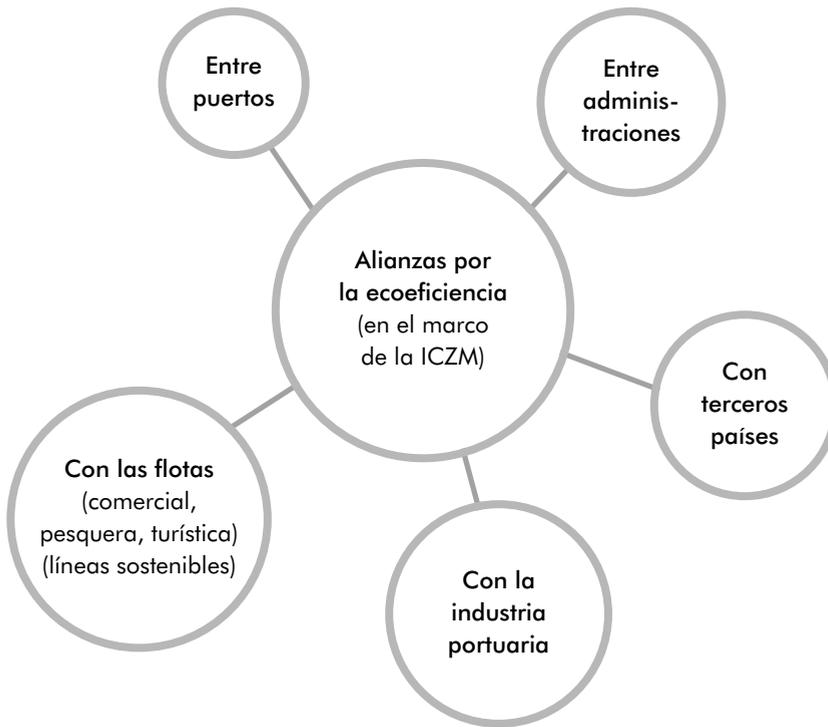


Figura 3.10. Una firme política de alianzas, es una de las mejores estrategias para la sostenibilidad (ICZM, *Integrated Coastal Zone Management*, Gestión Integrada de Zonas Costeras)

Son sólo unos pocos de los muchos ejemplos que se podrían extraer de una política más activa por la sostenibilidad.

Pero aquí hemos ido aun más allá, proponiendo una “sostenibilidad total” basada en el objetivo “cero carbono”, capaz de eliminar por completo las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> que se producen en el curso de la actividad empresarial. La metodología de “ecoeficiencia en 10 pasos”, permite alcanzar ese objetivo de forma coherente, analizando todos aquellos aspectos sobre los que hay que trabajar y que nuevamente resumimos en la tabla 3.22.

Tabla 3.22. Los 10 pasos de la ecoeficiencia, aplicados al Puerto de Gijón

Sector	Objetivo APG	Actuaciones
1. Ecoeficiencia de la energía eléctrica	Evitar la emisión de 5 040 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar energía eólica, solar y oleaje</li> <li>• Compra de energía verde</li> <li>• Iluminación exterior con energía solar</li> <li>• Energía solar en naves y tinglados (puertos, ZAL y puertos secos)</li> <li>• Manual de buenas prácticas</li> <li>• I+D sinergia puertos-energía</li> </ul>
2. Ecoeficiencia de los combustibles	Evitar la emisión de 676 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar biocombustibles para uso propio</li> <li>• Fomentar biocombustibles entre usuarios</li> <li>• Promover biocombustibles en obras (introducir en Pliegos contratación)</li> </ul>
3. Ecoeficiencia de los materiales	Evitar la emisión de 20 317 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contabilidad de los materiales</li> <li>• Pliegos de contratación de obras</li> <li>• Concursos de proveedores (certificados)</li> <li>• Compra materiales verdes o con etiqueta ecológica</li> <li>• Promover la huella como etiqueta ecológica</li> <li>• Promover el cemento ecológico</li> <li>• Reducir la intensidad de las compras (“alquilar antes que comprar”)</li> </ul>
4. Ecoeficiencia en los servicios	Evitar la emisión de 786 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores certificados</li> <li>• Proveedores con productos verdes</li> </ul>
5. Ecoeficiencia en la reducción de desechos	Evitar la emisión de 1 143 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar pasos 3 y 4</li> <li>• “Tres erres” propia</li> <li>• Exigir “tres erres” a proveedores</li> <li>• Promover “tres erres” entre clientes o usuarios</li> </ul>
6. Ecoeficiencia en el uso del suelo	Equilibrio entre el suelo sellado y el suelo bioproductivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficacia en la ordenación de espacios</li> <li>• Zonas verdes y arboladas</li> <li>• Invertir en capital natural</li> </ul>
7. Ecoeficiencia en el uso de recursos agropecuarios y pesqueros	Evitar la emisión de 410 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de sensibilización (más salud con menos carne)</li> <li>• Consumir productos ecológicos</li> </ul>
8. Ecoeficiencia en el uso de recursos forestales y agua	Evitar la emisión de 2 113 t CO <sub>2</sub> /año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje del papel</li> <li>• Comprar maderas certificadas</li> <li>• Manual de buenas prácticas</li> <li>• Recogida de pluviales para riegos</li> <li>• Reducir las pérdidas de agua en redes</li> </ul>
9. Inversión en capital natural	Compensar las emisiones que no se puedan evitar por eco-eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas verdes y arboladas</li> <li>• Forestación en faros</li> <li>• “Efecto arrecife” y “efecto reserva” en aguas portuarias</li> <li>• Sumidero de CO<sub>2</sub> (industria portuaria)</li> <li>• Alianzas estratégicas para la sostenibilidad</li> </ul>
10. Inversión en capital social a través de la RSC	Compensar emisiones a través de proyectos mixtos MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir la dimensión global, a la local</li> <li>• 0,7% para cooperación al desarrollo</li> <li>• Fundación para la RSC</li> <li>• Alianzas estratégicas para la sostenibilidad y el empleo</li> <li>• Aplicar la huella social como indicador de sostenibilidad</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Obviamente, el “puerto sostenible” que acabamos de dibujar en el presente capítulo (véase la figura 3.11), no es sino un ejemplo de lo que puede hacer cualquier empresa que desee aumentar su sostenibilidad y, por tanto, su competitividad y sus resultados. Resulta tan fácil como emprender esas 10 medidas y plantearse el ritmo de progreso que cada uno considere.

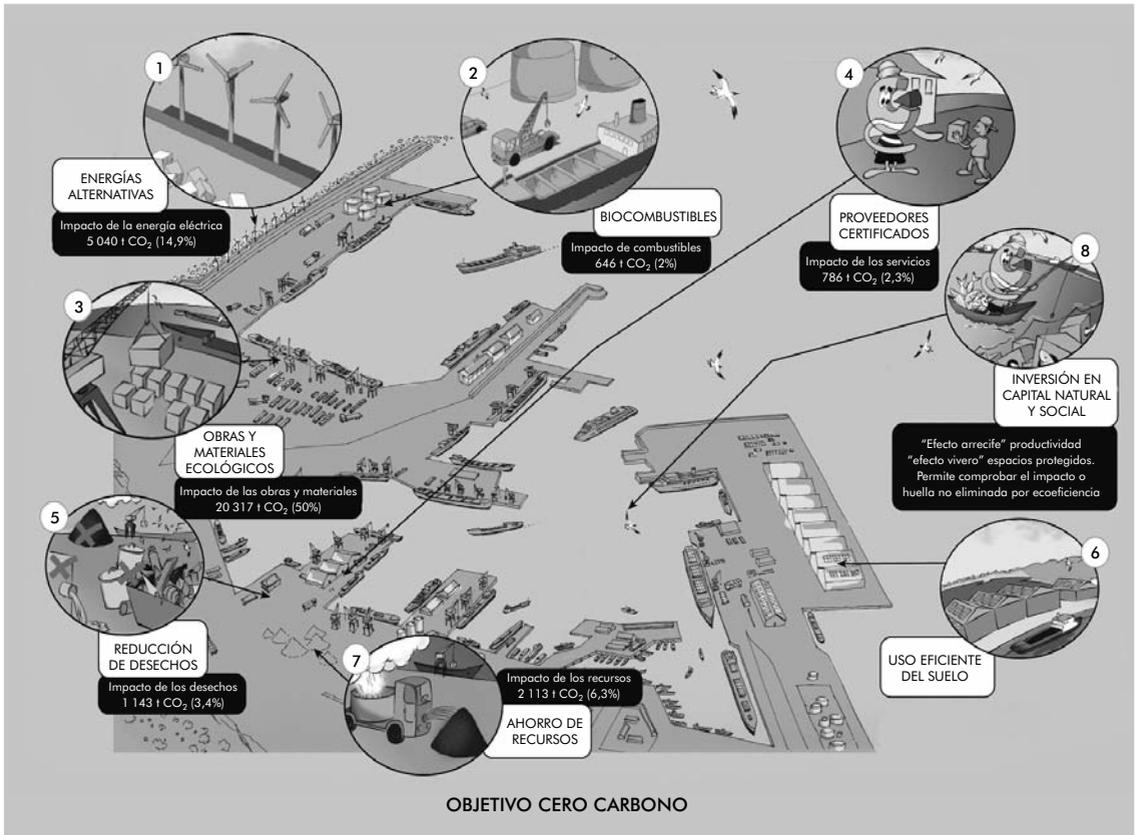


Figura 3.11. El puerto sostenible es un ejemplo de lo que puede hacer cualquier sector y cualquier empresa para mejorar sus resultados

Finalizamos este capítulo repitiendo uno de los mensajes claves de este libro: todas las empresas y organizaciones emiten CO<sub>2</sub>, aunque sea de forma indirecta (basta con encender un interruptor), de modo que resulta injusto aplicar el Protocolo de Kioto sólo a las grandes compañías eléctricas u otras grandes empresas. El consumidor real es el que enciende el interruptor y no la central térmica.

La central tiene su responsabilidad, por supuesto, al utilizar sistemas de producción poco eficientes o recursos no renovables, pero también el consumidor, pues él tiene la capacidad de elegir la energía más *verde* al proveedor más responsable. Todo producto pasa por muchos intermediarios antes de llegar al consumidor final, y todos y cada uno de ellos, le van añadiendo más y más huella conforme avanza por la cadena de valor.

En pocas palabras: todo el mundo tiene su parte de culpa en el desequilibrio climático. La **huella ecológica corporativa** presenta una forma clara y sencilla de calcular tal responsabilidad y de responder por ella. Sea de forma obligada o de forma voluntaria, la aplicación de esta herramienta a todo tipo de organización que posea una contabilidad (desde las instituciones, hasta las comunidades de vecinos, pasando por todo género de empresas), añadiría un importante instrumento a los ya puestos en marcha para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para combatir mejor el cambio climático.



# 4

## El capital natural y los nuevos mercados

### 4.1. Introducción

Urge una transformación radical de la forma de plantearse la agricultura, la ganadería, la pesca o la explotación forestal. Casi tres cuartas partes de la población mundial todavía viven de ellas, mientras que la parte restante, la sociedad consumista, continúa valorando más el último videojuego de moda que los alimentos o el oxígeno que necesita diariamente. El resultado es más esclavitud para los primeros y peor salud para los segundos.

Si bien muchos ciudadanos no van a asumir este cambio voluntariamente, se muestra en este capítulo cómo el cambio climático y los “nuevos mercados ecológicos” van a obligarnos a cambiar nuestra forma de pensar y actuar. El hasta ahora desapercibido valor del capital natural (campo, bosques, ríos) aumenta cada día.

El suelo es el bien máspreciado que tenemos, y poco a poco asistiremos a obligaciones impensables hace unos años, como el deber de restituir en alguna parte, el suelo que urbanizamos en otra. De hecho, ya estamos viendo las enormes restricciones que existen en la construcción, y por todos es sabido que en algunas zonas del mundo ya no se permite construir donde no ha habido una construcción anterior. El valor del suelo productivo no sellado o no urbanizado, es decir el capital natural, no solamente aumentará por sí mismo, sino que será la única forma de compensar aquellas emisiones directas o indirectas de carbono que no hayamos podido eliminar por ahorro o por ecoeficiencia.

En el presente capítulo se ofrecen diversas opciones y recomendaciones para que las empresas, las corporaciones y las organizaciones de cualquier tipo se preparen para el cambio y comiencen a planificar sus inversiones en capital natural y sus futuras transacciones en los nuevos mercados ambientales.

## 4.2. La ecuación que mueve el mundo

En una ocasión, asistí a una conferencia sobre economía ambiental, y en un momento de la misma, el ponente preguntó: “¿Cual dirían ustedes que es la fórmula que mueve el mundo?”. Los asistentes dijeron, entre otras, la ecuación de Einstein ( $E = m \cdot c^2$ ), pero el conferencista dijo: “De ninguna manera; esa ecuación podrá ser importante para los físicos, pero a nadie le importa, ni nadie la entiende; la formula que mueve el mundo es  $S = C \cdot (1 + i)^n$ , es decir la fórmula del interés compuesto”<sup>18</sup>.

Es cierto, todo lo que nos interesa es tener un capital (C), para colocarlo a un interés (i), para que, al cabo de cierto número de años (n), nos de un capital aumentado (S). Luego, pensé para mis adentros, que en realidad también esa fórmula mueve a la naturaleza, pues una masa de bosque dada (C), con una tasa de productividad determinada (i), igualmente dará un capital aumentado o biomasa (S) al cabo de cierto número de años (n). Sí, creo que es la fórmula que rige el mundo.

Y es lógico, el ser humano también forma parte de la naturaleza, no es algo diferente de ella. Si la naturaleza se comporta de tal modo, no es de extrañar que el hombre, una especie más, también se comporte del mismo modo. Disponer de un capital y confiar en sacarle un rendimiento es loable; el problema viene cuando complicamos un principio tan universal y tan natural y lo desvirtuamos de mil y una maneras.

## 4.3. Por qué hay que invertir en capital natural

Unas 11,3 millones de hectáreas de bosques se pierden cada año. Mientras tanto, la población sigue aumentando y se espera que para el año 2050 la población mundial alcance los 9 100 millones de personas (Cohen, 2005).

El resultado es que cada vez contamos con menos recursos, ya no para disfrutar de los mismos, sino para combatir las alteraciones y desequilibrios que hemos infligido al planeta con nuestra actividad industrial, científica o militar.

<sup>18</sup> S: capital final; C: capital inicial; i: interés y n: número de años:

$$\text{año 1: } C + C \cdot i = C(1 + i)$$

$$\text{año 2: } C + C \cdot i + C \cdot (1 + i) \cdot i = C(1 + i)^2$$

$$\text{año n: } S = C(1 + i)^n$$

Lo poco que va quedando adquiere cada vez mayor valor, como puede apreciar cualquiera que desee adquirir una vivienda en las cercanías de una gran población del mundo desarrollado: el mero espacio o terreno es ya un lujo que adquiere precios desorbitados. Muchos municipios apenas cuentan ya con zonas naturales exentas de algún tipo de artificio y comienzan a darse cuenta del grave problema que supone la falta de espacio.

No falta mucho para que se exija compensar la construcción u ocupación de nuevo suelo que hasta ahora era productivo (o no “sellado” por asfalto u hormigón). Esta compensación podrá ser en forma de conservación, mantenimiento o gestión de algún tipo de suelo productivo o “naturaleza” en cualquier parte del mundo. Recomendamos además que se haga así, y pronto, ya que la fiebre constructora parece imparable, lo que, unido al crecimiento demográfico, va a hacer que el equilibrio ecosistémico se tambalee por otro de sus flancos (además, del desequilibrio climático), en muy breve plazo de tiempo.

Ya hemos visto que la APG, por ejemplo, necesita 6 483 ha de naturaleza para producir los recursos que usa y para absorber sus desechos. Si esta empresa quiere ser totalmente sostenible, deberá reducir su huella a cero, para lo cual deberá o bien reducir su **debe ambiental** (por ahorro energético, uso de energías alternativas, etc.), o bien incrementar su **haber ambiental** (deberá disponer de superficie natural productiva para compensar aquella huella). De hecho, si no desea o no puede reducir sus consumos, ni transformar sus procesos, podrá adquirir 6 483 ha de “naturaleza” y el balance neto será igual a cero.

Teniendo en cuenta que resulta muy difícil eliminar toda la huella ecológica por ecoeficiencia, se hace totalmente necesario que las empresas que deseen alcanzar la sostenibilidad (la principal estrategia de competitividad a corto plazo), tomen posiciones e inviertan en capital natural. En el caso citado, si, por ejemplo, la APG planea reducir 4 000 ha de huella por ecoeficiencia, debería adquirir las restantes 2 483 ha en forma de bosques o de espacios marinos, por ejemplo, para poder llegar a la sostenibilidad total. Por eso, hay que plantearse invertir en capital natural.

## 4.4. Por qué el capital natural es una buena inversión

### 4.4.1. La valoración económica del medio ambiente

El CO<sub>2</sub> no es el único valor que podemos extraer de la naturaleza. Un ecosistema ejerce numerosas funciones, como bien nos remarcan los modernos economistas

ambientales, como Robert Costanza: regulan el clima, proporcionan humedad, promueven la polinización y la dispersión gratuita de los bosques, etc. Todo eso tiene un valor, indudablemente, pero aún no tiene un precio en el mercado, por lo que los más sagaces ya pueden intuir que sus hipotéticas inversiones en capital natural van a crecer más y más, conforme estos valores se vayan reconociendo.

El capital natural, además de productos tangibles, fácilmente valorables, incluye servicios ambientales de extrema importancia para la vida, sin que hasta ahora nos hayamos dado cuenta de ello. ¿A quién le importa cuánto vale producir oxígeno? Y, sin embargo, sin este elemento no podríamos existir.

El método que aplicó Robert Costanza y su equipo de la Universidad de Maryland (Estados Unidos) para valorar la Tierra, se basó en ideas como la siguiente: si las plantas, por ejemplo, no fabricasen oxígeno para nosotros de forma gratuita, alguien tendría que fabricarlo por ellas: una máquina, un laboratorio... Y eso generaría un coste. Y, si las abejas no realizasen la polinización de forma gratuita para que las plantas se reprodujeran, alguien tendría también que hacerlo por ellas, etc.

Algunos de los servicios que los ecosistemas hacen gratuitamente para nosotros, según Luis M. Jiménez Herrero, son:

- La fijación fotosintética de la energía solar mediante las plantas.
- Las funciones relacionadas con la reproducción, como la polinización, el flujo de genes, la fecundación cruzada, el mantenimiento de los procesos evolutivos que producen equilibrio ecológico.
- El mantenimiento de los ciclos hidrológicos, incluyendo la recarga de la capa freática, la protección de las cuencas hidrográficas y la contención de desastres, como sequías o crecidas.
- La regulación del clima.
- La formación de suelos y su protección de los procesos erosivos, incluyendo la protección del litoral contra la erosión marina.
- El almacenamiento y reciclado de los nutrientes básicos, como carbono, nitrógeno, oxígeno, etc.
- La absorción y descomposición de contaminantes.
- La obtención de valores recreativos, estéticos, socioculturales, científicos, educativos, espirituales e históricos de los ambientes naturales (Jiménez, 1997).

Para Costanza, un “servicio” ecológico es todo flujo de materiales, energía o información que procede de los recursos naturales y que, combinados con los productos de la actividad humana, permiten la supervivencia proporcionando bienestar. Así

que, además de los recursos obvios, como madera, agua o alimentos, tenemos todos esos procesos indirectos que pasan más desapercibidos. El inmenso trabajo de polinización que realizan las abejas nos costaría –mediante una reproducción asistida– algo más de 18 billones de pesetas<sup>19</sup> al año, del mismo modo que el trabajo de las bacterias para transformar el nitrógeno y que las plantas puedan absorberlo, nos costaría unos 2 720 billones de pesetas.

Según estos autores, si tuviéramos que sustituir los servicios que la Tierra hace por nosotros, nos costaría unos 8 086 billones de pesetas al año, o sea, más del doble del PIB del planeta en el año 2000 (Costanza, 1993; Costanza *et al.*, 1993; Costanza *et al.*, 1997) (véase la tabla 4.1).

Tabla 4.1. Valor de los ecosistemas de la Tierra, según Robert Costanza

Ecosistema	Millones de km <sup>2</sup>	Billones de pesetas
Mar abierto	330	1 360
Zonas costeras	31	2 000
Barreras coralinas	0,62	56
Praderas de algas	2	480
Desembocaduras ríos	1	640
Casquetes polares	26,5	640
Bosques	46	1 900
Tierras cultivadas	14	20
Lagos y ríos	2	270
Zonas húmedas	3	720
Praderas y pastos	39	0,14
Total	495,12	8 086,14

Fuente: elaboración propia a partir de los datos citados de Costanza y su equipo.

Y así, la ciencia de la economía ambiental va ideando métodos para valorar el medio ambiente, entre los que cabe citar:

- Costos de reposición. El costo futuro de reponer un recurso ambiental deteriorado por otro equivalente, en el supuesto de que el recurso original fuera al menos tan valioso como el costo que conlleva su reposición.

<sup>19</sup> Inicialmente, los datos se ofrecieron en pesetas.

- Costos de viaje. La disposición de los turistas a pagar un extra por encima del precio normal para visitar un lugar de esparcimiento. La frecuencia de visitas se relaciona con los ingresos de los visitantes o el costo para ellos, incluidos los precios de entrada, los costos de viaje y el valor de oportunidad del tiempo.
- Valor de la propiedad. La disposición a pagar un valor adicional por bienes ubicados en vecindarios más agradables (con zonas ajardinadas, etc.).
- Valoración contingente. La disposición a pagar por un activo ambiental o la disposición a aceptar una indemnización por su pérdida determinada mediante preguntas directas. Es un método muy eficaz si los encuestados están familiarizados con el bien o activo, como, por ejemplo, la calidad del agua potable (Mitchell *et al.*, 1989).

Por ejemplo, en el año 2002, realizamos un trabajo para conocer el valor de un ecosistema marino, la bahía de Gijón en Asturias, para lo cual empleamos una metodología mixta entre el análisis costos-beneficios y una aproximación a uno de los métodos existentes (“precios hedónicos”). Para ello, valoramos algunos servicios del medio marino como sumidero de CO<sub>2</sub>, que por aquella fecha comenzaba ya a tener un valor de mercado, obviamos el resto de servicios naturales e incluimos los servicios económicos y de ocio o disfrute para los ciudadanos locales, su uso para el transporte marítimo, su uso para el baño y los deportes náuticos, la pesca, la investigación, la vivienda litoral y otros. El valor de dicho capital natural (un valor nunca antes considerado en términos económicos) resultó ser de 475 millones de euros (véase la tabla 4.2). Desde entonces, este valor ha aumentado considerablemente y, de forma irremediable, se incrementará de manera constante (Arroyo *et al.*, 2002).

La economía ambiental es a veces criticada por los economistas ecológicos, los cuales se diferencian de los anteriores por opinar que el medio ambiente no siempre puede ser reducido a un valor económico, siendo necesario el uso de otras unidades de medida, como las unidades físicas (toneladas, hectáreas, etc.). En este sentido, reconocen el valor indiscutible de la huella ecológica como instrumento de medida.

También opinan que la economía ambiental se basa en agregaciones de preferencias individuales cuando no siempre el todo es la suma de las partes. En consecuencia, la economía ecológica es más pluridisciplinar, valora el capital natural desde más puntos de vista y concibe el sistema económico como una parte más de la biosfera (Oddone *et al.*, 2006).

Tabla 4.2. Valor de las aguas marinas de Gijón  
a través de los beneficios que producen

Concepto	Millones de euros	Millones de ptas.
• Pesca y alimentación		
Pesca profesional	16,16	2 688,80
Pesca deportiva a caña	3,65	607,20
Cetáreas del concejo	14,50	2 413,30
<b>Total pesca y alimentación</b>	<b>34,31</b>	<b>5 708,60</b>
• Turismo y deportes		
Buceo deportivo	0,321	53,40
Turismo de mar y playa	111,68	18 582,6
Puerto Deportivo (sector náutico)	1,64	273,25
Otros deportes náuticos	0,048	7,99
<b>Total turismo y deportes</b>	<b>113,69</b>	<b>18 917,24</b>
• Comercio e industria		
Transporte marítimo	2,91	484,60
Bombeo de agua industrial	—	—
<b>Total comercio e industria</b>	<b>2,91</b>	<b>484,60</b>
• Urbanismo		
Sobrevalor viviendas	2,16	360,00
• Investigación		
Centro de Investigación Pesquera e Instituto Español de Oceanografía	1,28	213,70
• Ocio y salud		
Acuario de Gijón	2,70	450,00
Balneario de Gijón	1,20	200,00
<b>Total ocio y salud</b>	<b>3,90</b>	<b>650,00</b>
<b>Total valores directos</b>	<b>158,25</b>	<b>26 334,14</b>
• Valores indirectos		
Valor del fitoplancton como sumidero de CO <sub>2</sub>	0,083	13,80
Valor ecológico (biodiversidad, recursos biológicos, etc.) y sociocultural (tradiciones, historia, cultura, etc.)	316,54	52 668,28
Valor potencial usos futuros (acuicultura, energías, etc.)	—	—
<b>Total valores indirectos</b>	<b>316,63</b>	<b>52 682,08</b>
<b>TOTAL (valores directos + indirectos)</b>	<b>474,88</b>	<b>70 016,22</b>

Fuente: Arroyo, Pérez, Rodríguez y Doménech, 2002.

## 4.4.2. Los nuevos mercados ambientales

En las últimas dos décadas hemos asistido a un nuevo tipo de comercio, derivado de la compra-venta de valores ambientales, que puede ser vital para reconocer el valor del capital natural. Es un sistema denominado “todos ganan” porque, en principio (aunque a veces se resienten algunos grupos locales, frente a los más poderosos), todos se benefician de restringir el acceso a un determinado recurso natural.

En los años noventa, uno de los primeros mercados ambientales establecidos fue el de permisos para la emisión de  $\text{SO}_2$  en las centrales eléctricas americanas. Se trataba de disminuir los efectos de la lluvia ácida. La idea era subastar cada año un cierto número de permisos de contaminación rebajando el límite periódicamente. De este modo, las empresas se interesarían por invertir en sistemas de depuración y filtrado con el fin de emitir menos  $\text{SO}_2$ , pudiendo así vender luego sus permisos sobrantes. Y las empresas que no desearan o no pudiesen invertir en costosos sistemas de depuración, pugarían por comprar permisos de emisión. El precio del permiso de emisión de una tonelada lo fijaría la ley de la oferta y la demanda, como en el caso de cualquier otro bien. El sistema fue un éxito y constituye la antesala de los nuevos mercados (Gibbs, 2005).

Mientras dure la transición de la antigua industria contaminante a una industria totalmente limpia (si llega a existir algún día), la aplicación del principio de “quien contamina paga” parece una solución adecuada.

El **mercado del carbono** derivado del Protocolo de Kioto de 1997, cuyo objetivo era reducir los gases de efecto invernadero, es igual al anterior: se fijan unos límites y se comercian los permisos. A pesar de las reticencias de algunos países, como Estados Unidos (el mayor contaminante del mundo), el mercado del carbono está teniendo tanto éxito como el mercado del azufre: la demanda es mayor que la oferta (y aún lo será más a principios de 2008), y las empresas y países pugnan por hacerse con permisos de emisión; las transacciones ascienden a más de dos millones de toneladas diarias; en determinados momentos, el precio de los permisos necesarios para producir un kWh quemando carbón, resultaba más caro que el mismo carbón (hasta 24 euros/t  $\text{CO}_2$  equivalente, en julio de 2005).

Para esquivar los altos precios, los demandantes de permisos de emisión tienden a utilizar los mencionados Proyectos de Desarrollo Limpio en países del Tercer Mundo (el comercio de compensaciones o reducciones en la contaminación). Existen Proyectos Limpios de muchos tipos, como la instalación de torres eólicas, las centrales hidráulicas, la generación de metano en vertederos, etc. En todos se consigue reducir las emisiones de  $\text{CO}_2$ , que la empresa inversora adquiere en forma de permisos de emisión.

Como hemos dicho en otras ocasiones, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) permiten a los países pobres acceder al desarrollo de una forma limpia y rápida, por lo que constituyen una de las herramientas más prometedoras del momento. Todas las empresas que accedan a proyectos de este tipo, deberían hacerse con la parte proporcional de capital natural (abundante todavía en estos países) para compensar sus impactos y asegurar la sostenibilidad.

El **mercado del agua** comenzó en Estados Unidos hace más de tres décadas, con la exigencia de compensaciones a los constructores que destruyeran humedales, ecosistemas productores de valiosos servicios ambientales como la limpieza de las reservas de agua, el mantenimiento de la humedad y otros parámetros climáticos, o la atracción de aves y otras especies. Las compensaciones comprendían el restituir, conservar y gestionar tanta superficie de humedal como terreno destinasen a la construcción.

El siguiente paso consistió en traspasar la labor de mantenimiento y conservación a los **bancos privados de restauración de humedales**, los cuales liberaban a los promotores de dicha carga al asumir ellos dicha función y venderles a éstos las correspondientes acreditaciones de conservación, obviamente a un precio superior al que ellos pagaron por su adquisición y restauración. Sin las pertinentes acreditaciones, los constructores no podían obtener sus licencias de construcción.

El Gobierno Mexicano también paga a los propietarios de bosques, ubicados en zonas valiosas para las reservas de agua y para la biodiversidad, entre 30 y 40 dólares/ha/año, por evitar la tala y conversión en pastizales. La financiación está siendo traspasada de forma gradual a los consumidores de agua.

Clientes potenciales de las acreditaciones por agua (a los propietarios de humedales y conservación de cuencas) son los Gobiernos (control de inundaciones), la Administración local (filtrado de las reservas de agua), las asociaciones ecologistas (conservación de la biodiversidad), las asociaciones ornitológicas (paso de aves) o las cooperativas agrícolas (prevención del aumento de salinidad).

El **mercado de la biodiversidad** funciona de modo similar. La Administración de un país (por ejemplo, Estados Unidos) no permite construir en espacios naturales donde existan especies amenazadas, a no ser que los promotores inmobiliarios posean acreditaciones de biodiversidad. Éstas deben ser compradas a los **bancos de conservación**, que son los encargados de las medidas de protección. En Costa Rica, los terratenientes reciben, vía Gobierno u ONG, compensaciones económicas por conservar sus espacios naturales (Gibbs, 2005).

Otra forma de conservar los bosques es comprar los derechos de explotación. Autores como Pimm y Jenkins (2005), se preguntan cuánto les costaría a los grupos conservacionistas adquirir derechos de explotación forestal en los cerca de 5 millones

de km<sup>2</sup> de pluviselva virgen, que se estima aún existen. Al precio del mercado actual, esa cifra se elevaría a unos 5 000 millones de dólares, lo cual, para dichos autores, no resulta descabellado acometer, dada la enorme cantidad de dinero que fluye hacia las organizaciones de conservación internacionales.

El **mercado de los caladeros** está teniendo cierto éxito donde fracasaron otros sistemas de gestión pesquera, como las Tasas Anuales de Capturas (TAC). El sistema ha evolucionado hacia las cuotas o cesión de derechos de extracción, los cuales pueden ser de grupo o individuales, y transferibles o no transferibles. Las más eficaces parecen ser las Cuotas Individuales Transferibles (CIT), pues conceden al pescador un derecho inesperado sobre los recursos, pudiendo vender su participación cuando le convenga. Aunque no es la panacea, este “derecho de propiedad” le incita a velar por la conservación del recurso. El sistema ha tenido relativo éxito en Estados Unidos, con cuotas para el fletán, por ejemplo; también en Holanda, donde funciona desde 1975; en Noruega, donde las cuotas afectan a varias especies comerciales; o en Nueva Zelanda, donde los derechos se conceden para cerca de 100 especies pesqueras (Doménech, 2005; Salamanca, 2000).

#### 4.4.3. El valor social del capital natural

Todos esos valores que se pueden extraer del capital natural, no son los únicos. Todavía es posible integrar otro valor que va a ser de enorme importancia a muy corto plazo: el valor social, el cual surge precisamente porque, como dijimos anteriormente, el simple mercado puede no ser suficiente para proteger los intereses de los más débiles.

Los **objetivos del milenio** alcanzados en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000, contienen ocho grandes metas, entre las que se encuentran la erradicación del hambre y la pobreza extrema, la universalización de la educación primaria, el control de las grandes epidemias, la reducción de la mortalidad infantil, la sostenibilidad ambiental, o el establecimiento de un consorcio mundial para el desarrollo (Sachs, 2005). Las grandes inversiones previstas, unidas a la tensa situación mundial, a los límites demográficos, o a la creciente lucha por los recursos, va a hacer que los objetivos del milenio supongan un gran reto para todos los países desarrollados, pues, en caso contrario, verán peligrar incluso su propia estabilidad.

El gran reto de la responsabilidad social corporativa (aplicada muchas veces a las actuaciones ambientales o a las clásicas mejoras laborales, entre otras) es la incorporación de la empresa a los problemas sociales globales, como la creación de empleo o el derecho a la educación.

Los proyectos limpios que vimos más arriba, permiten combinar objetivos ambientales, sociales y educativos. Una explotación forestal, un embalse como central hidráulica, una central de biomasa, etc., facilitan la gradual sustitución de los combustibles fósiles por las energías renovables, y precisan de una mano de obra (creación de empleo) que debe comenzar a considerarse como un recurso, más que como un gasto: quizás no esté lejos el día en el que debemos compensar también la enorme huella o deuda social de los países ricos, contratando personas (y formándolas adecuadamente) en los países en vías de desarrollo.

El Gobierno Español está elaborando un reglamento para incentivar el compromiso de las empresas con su entorno ambiental y social. El texto exigirá a las empresas receptoras de ayudas públicas que cumplan determinados preceptos de tipo social, asimismo establecerá incentivos económicos para las que acrediten su responsabilidad social. Exponemos algunas características:

- Empresas prioritarias: no todas las sociedades tendrán la misma obligación de ser socialmente responsables, obviamente se exigirá más a las que reciban ayudas públicas. Contempla una gran variedad de acciones, desde promover la igualdad a contratar a colectivos desfavorecidos.
- PYME: la Pequeña y Mediana Empresa, que representa más del 90% del tejido productivo español, también deberá concienciarse de la necesidad de colaborar con la sociedad de la que dependen.
- Administración: los principios de responsabilidad social se integrarán (a modo de ejemplo) en los procedimientos administrativos públicos y en las relaciones con terceros.
- Consejo consultivo: se creará un Consejo Estatal de Responsabilidad Social de las Empresas que asesore al Gobierno y elabore informes sobre la actuación de las empresas. Estará compuesto por miembros de las Administraciones, los sindicatos, las empresas y la sociedad civil.
- Consumidores: para conseguir que sean los propios ciudadanos los que reclamen estas prácticas sociales, se impulsarán medios de sensibilización y educación sobre las medidas que se adopten en España, en la Unión Europea y en el mundo.

Vemos, pues, por dónde se encauzan las tendencias y lo interesante que comienza a resultar invertir en capital social.

## 4.5. En qué tipos de capital natural podemos invertir

Podemos intuir que estamos asistiendo a una nueva forma de explotar el campo, los bosques y los ecosistemas en general. Cuando un campesino explota una granja, además de las hortalizas o la carne o los huevos que produce, está facilitando que el ecosistema preste una serie de servicios que, hasta ahora, eran gratuitos: 1) la huerta atrae los insectos, que a su vez atrae a las aves y a otro tipo de fauna, colaborando en el mantenimiento de la biodiversidad; 2) entre estos insectos, abundan las abejas y otros ápidos que contribuyen a la función polinizadora de las plantas; 3) las plantas cultivadas y otras, absorben  $\text{CO}_2$  y emiten oxígeno; 4) las plantaciones contribuyen a regular y mantener el clima; 5) la granja en su conjunto ayuda a conservar el paisaje, el ambiente rural, y la biodiversidad local, lo cual nos proporciona tranquilidad, sosiego y otros beneficios de tipo emocional.

En los próximos tiempos, estos servicios van a dejar de ser gratuitos. Las empresas, las corporaciones, las instituciones, las asociaciones de todo tipo, van a necesitar comprar certificaciones con el fin de asegurar sus objetivos estatutarios (ONG); aumentar su sostenibilidad y competitividad (empresas); conservar valiosos y singulares ecosistemas (instituciones); o alcanzar el objetivo “cero carbono” o “huella cero” (ONG, empresas e instituciones).

A las empresas (y a cualquier organización que desee rebajar su huella y hacerse más sostenible) les interesará invertir sobre todo en bosques, que es el ecosistema que absorbe más  $\text{CO}_2$ . A las ONG e instituciones les interesa conservar la biodiversidad y, por lo tanto, invertir, además de en bosques, en ecosistemas tales como marismas, humedales, manglares, espacios marinos singulares, etc. A las instituciones y administraciones les interesa administrar eficazmente los recursos naturales.

Por lo tanto, la granja del futuro (véase la figura 4.1) será una explotación que no sólo se beneficiará de los productos que obtiene, sino también de la venta de acreditaciones por compensaciones de  $\text{CO}_2$ , por biodiversidad, por agua, etc., a lo que habrá que añadir los espacios reservados para la instalación de energías alternativas, como aerogeneradores, placas solares, etc. Si además, los productos son ecológicos y certificados aumentará su valor. Al consumidor o ciudadano corriente le conviene que así sea, ya que todo lo que conlleve incrementar la relación calidad/precio de los alimentos significará mejor salud y calidad de vida. No hay que obviar la necesidad de una nueva cultura que prime el valor de la alimentación por encima de las nuevas tecnologías del ocio.

Vamos a tratar en los siguientes apartados de tres tipos fundamentales de capital natural (aunque no son los únicos): el capital forestal, el capital agrícola y el

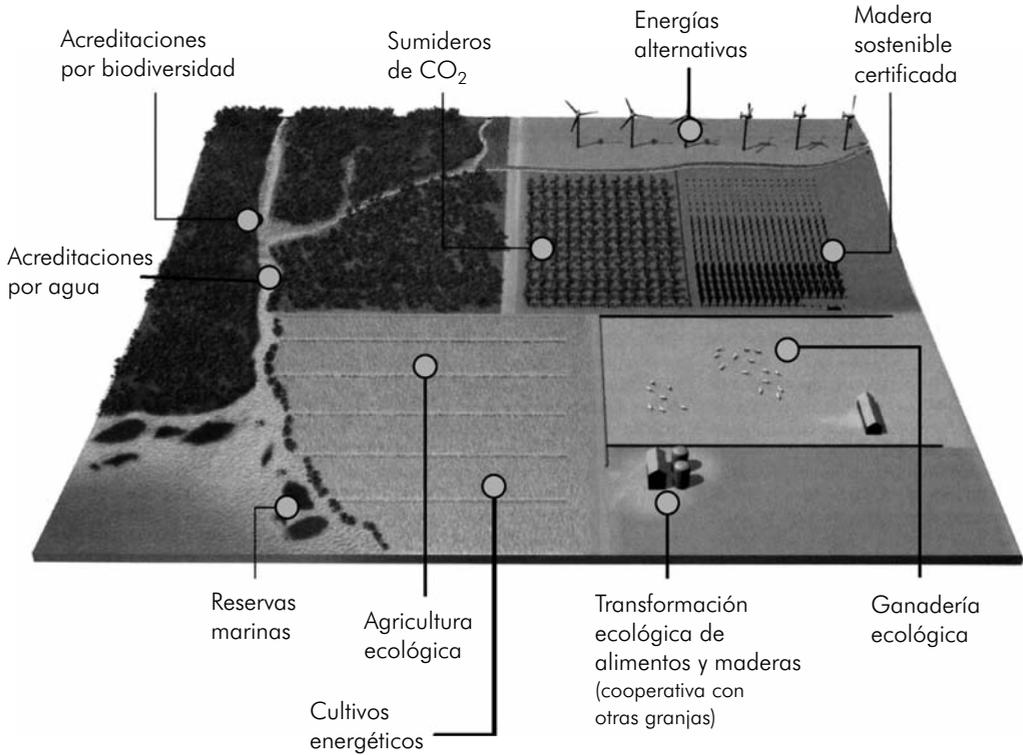


Figura 4.1. La granja del futuro.

**Es preciso dignificar el trabajo del campo y, para ello, no hay mejor oportunidad que aprovechar los nuevos mercados que se acercan**

capital marino. Tres tipos de inversiones que, como vamos a ver, no suponen únicamente beneficios económicos futuros para las organizaciones, sino beneficios sociales de valor incalculable para quien tenga la capacidad de pensar en clave de globalidad.

Pero, antes conviene dejar claros algunos conceptos. En primer lugar, hay que especificar que los beneficios directos que se obtienen del capital natural no son económicos o materiales, sino puramente ambientales (conservación de la naturaleza), o, como vamos a comprobar, sociales (creación de empleo). Es decir, si en vez de comprar acreditaciones, invertimos directamente en la compra de un bosque, no podemos ser los beneficiarios directos de la venta de madera, sino tan sólo de su capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> y otros servicios del ecosistema. Además del descuento que obtenemos en emisiones de CO<sub>2</sub>, nos procuramos beneficios indirectos por el prestigio o imagen que nos otorga el colaborar con la sociedad o por la mayor demanda que tendrán nuestros productos principales debido a nuestro compromiso con la sociedad.

Si fuésemos los beneficiarios directos de la venta de la madera o de los muebles que podemos confeccionar con ella, o de las resinas o de las setas, esas hectáreas de bosque no estarían únicamente en el “haber” de nuestras cuentas ambientales, sino que estarían también en nuestro “debe”, ya que sería un terreno que estamos utilizando y aprovechando para nuestro beneficio económico personal.

Para que ese terreno cuente sólo en nuestro haber y podamos así descontar huella ecológica, los frutos de este espacio ambiental debe disfrutarlo otro, es decir, los beneficios son ambientales y sociales, no económicos directos. Estos últimos llegan de forma indirecta por el aumento de prestigio y competitividad que supone una buena imagen, un buen comportamiento social o una actuación responsable y ética.

Esto se entiende perfectamente si hablamos en términos de acreditaciones: cuando compramos una acreditación de carbono, de agua, o de biodiversidad, no la estamos comprando para obtener dividendos económicos, sino para compensar nuestros impactos (ya que, de otro modo, podrían conducirnos al rechazo social e incluso a la quiebra).

## **4.6. Capital forestal**

### **4.6.1. Los bosques del mundo y la certificación forestal**

Los bosques cubren en la actualidad casi 4 000 millones de hectáreas, un 30% de la superficie terrestre. La mitad de los bosques se hallan en los trópicos y el resto en zonas templadas y boreales. Diez países concentran dos tercios del patrimonio forestal: Australia, Brasil, Canadá, China, Congo, India, Indonesia, Perú, Rusia y Estados Unidos.

En estos comienzos del siglo XXI, se registra una pérdida neta anual de 11,3 millones de hectáreas de bosques, siendo las principales amenazas la industria maderera, la minería, la invasión de especies exóticas, los incendios forestales, las infraestructuras, la industria energética, y el uso agrícola o ganadero. El comercio internacional de maderas tropicales afecta a más del 70% de los bosques primarios. Muchos países que antes eran exportadores han pasado a ser importadores, como es el caso de Nigeria, Tailandia o Filipinas.

Las regiones que más pérdidas netas registran (período de 2000 a 2005) son América del Sur (4,3 millones de ha/año), África (4 millones de ha/año), América del Norte (350 000 ha/año), América Central (350 000 ha/año) y Oceanía (350 000 ha/año). Asia pasó de perder 800 000 ha/año, en la década de los noventa,

a ganar 1 millón de hectáreas por año, gracias, sobre todo, a los programas chinos de reforestación a gran escala. Las superficies forestales de Europa siguen creciendo, aunque a un ritmo inferior al de los años noventa.

Las organizaciones ecologistas insisten, una y otra vez, en sus propuestas para una eficaz conservación de los bosques del mundo: a) creación de más y mayores espacios protegidos (al menos el 10% de cada tipo de ecosistema forestal y que no sea meramente nominal, como sucede en la actualidad); b) establecer corredores biológicos entre las áreas protegidas; c) mayor eficiencia en el consumo de madera; d) establecer normas de etiquetado y certificación; e) aumento del reciclaje de papel y cartón; f) repoblaciones con especies adecuadas en zonas deforestadas; g) mayor equidad social para evitar la migración a la llamada “frontera forestal” (bosques primarios); y h) prácticas de gestión forestal menos agresivas en la extracción de madera, y promoción del ecoturismo.

El insustituible valor de los bosques merece tener en cuenta esas medidas: a) gran valor intrínseco de sus productos (cerca de 2 000 millones de personas todavía dependen de la leña y la biomasa como fuente de combustible); b) conservación de la biodiversidad; c) conservación del suelo y los recursos hídricos; d) como sumideros de carbono, los bosques almacenan unas 283 gigatoneladas de carbono y, junto con la madera muerta, los desechos y el suelo, almacenan un 50% más de carbono que el que contiene la atmósfera.

El debate actual se centra en la certificación forestal: mientras que las asociaciones ecologistas y conservacionistas promueven la certificación forestal, algunas asociaciones de madereros, sobre todo de las zonas tropicales, aún la rechazan. Los primeros prefieren este mecanismo a la prohibición indiscriminada de maderas tropicales, ya que esta última puede tener (y, de hecho, tuvo) un efecto contrario al perseguido: al ser los bosques menos competitivos que la agricultura, provoca una deforestación mayor que la causada por la tala de árboles.

Existe pues, un movimiento para promover las maderas producidas de modo sostenible, valiéndose del etiquetado de los productos y asegurando al consumidor tal procedencia. De este modo, en 1993, se creó el Consejo de Certificación Forestal o *Forest Stewardship Council* (FSC), promovido principalmente por el Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF. En noviembre de 2006 se habían expedido 876 certificados, correspondientes a 840 000 km<sup>2</sup> de 77 países. El 15% (217 credenciales) pertenecía a bosques tropicales o subtropicales.

Por contra, la Confederación Europea de Propietarios Forestales (CEPF o PEFC) rechaza la certificación del FSC, diseñada, según ellos, para los bosques tropicales y cuyo principal problema radica en el incremento de costes que supone. Pero, los propietarios forestales no rechazan la certificación ni la gestión

sostenible sino el procedimiento. Por eso, han creado su propia etiqueta y, de hecho, con más de 150 millones de hectáreas certificadas (las dos terceras partes de los bosques certificados de todo el mundo), se está imponiendo al FSC.

#### 4.6.2. Cuánto CO<sub>2</sub> absorben los bosques

Las plantas absorben cada año, por fotosíntesis, unas 120 Gt de carbono (producción primaria bruta PPB), pero pierden unas 60 Gt de C por la respiración, por lo que la producción primaria neta (PPN) es de 60 Gt C/año. Por la descomposición de la materia orgánica se pierden otras 50 Gt C/año, por lo que nos queda lo que se denomina una Producción Neta Ecosistémica (PNE) de 10 Gt C/año. Las pérdidas por perturbaciones (incendios, erosión, plagas y actividades humanas) asciende a otras 9 Gt C/año, por lo que la denominada Producción Neta de la Biosfera (PNB) es de, más o menos, 1 Gt C/año.

El carbono es almacenado en la biosfera tanto en forma de vegetación como en forma de carbono orgánico en el suelo, siendo los principales sumideros los sistemas forestales, los océanos y los sistemas agrícolas. En este último caso, resulta más eficaz la captación en el suelo, así como la producción de biocombustibles (Sanz, 2002). Tales sumideros son, sin embargo, temporales, pues el carbono almacenado termina tarde o temprano por volver a la atmósfera (quema, descomposición, etc.). Constituyen más bien una forma de ganar tiempo –muy importante– mientras se buscan soluciones más permanentes, como las energías renovables.

Los suelos constituyen un sumidero de CO<sub>2</sub> notable, considerándose que acumulan cuatro veces más (hojarasca, sistemas radicales vivos o muertos y carbono estabilizado, que puede tener hasta miles de años de edad) que la vegetación aérea. En promedio, las moléculas orgánicas son mineralizadas cada cuatro años; una parte de ellas es extremadamente recalcitrante y su tasa de mineralización es muy baja. La edad de esta fracción de materia orgánica, ligada a óxidos y arcillas, es de cientos de miles de años.

Mientras se afinan las metodologías para conocer el grado de fijación de carbono en los mares y suelos, el sumidero que más desarrollo y relieve ha adquirido son los bosques y masas forestales, por lo que resulta muy interesante conocer los datos de absorción de los mismos.

En general, el carbono constituye el 50% de la biomasa total en relación al peso seco, pudiendo acumularse en la masa vegetal aérea, en la masa vegetal del suelo (raíces), en la masa vegetal muerta, en la capa de material orgánico no descompuesto que se encuentra sobre el suelo y en el suelo, hasta una profundidad de unos 30 cm. Se ha calculado también que la proporción entre el peso de la molécula

de CO<sub>2</sub> y la del carbono que la compone es de 3,67 (44/12). Por eso, conociendo la biomasa total podemos calcular la cantidad de carbono acumulado en una planta y, a partir de éste, se puede calcular el CO<sub>2</sub> que absorbe.

En términos generales, se dice que un árbol puede absorber cerca de 10 kg CO<sub>2</sub> /año, fijando (por medio de la fotosíntesis) unos 3 kg de carbono. En los climas templados, una hectárea de bosque puede fijar de 2 a 5 toneladas de carbono al año, según el tipo de planta. La capacidad de acumulación de un árbol termina después de 20-100 años, en el momento en que termina el crecimiento. Se requieren 2 000 km<sup>2</sup> de bosque para absorber el CO<sub>2</sub> producido durante la vida útil de una central térmica de carbón de 500 MW; 40 000 km<sup>2</sup> para secuestrar 1 Gt C en 50-100 años. Así, la fundación alemana FACE tenía en proyecto (año 2005) plantar 150 000 ha de bosque para absorber el CO<sub>2</sub> equivalente emitido por una central de carbón de 600 MW.

Según el Foro de Bosques y Cambio Climático (VII Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, 22-26 de noviembre de 2004), citando un estudio efectuado por la Universidad de Vigo, la fijación de CO<sub>2</sub> que realiza una plantación de eucaliptos en Galicia supera las 25 toneladas/ha/año, lo que equivale a unas 7 toneladas de carbono elemental, las cuales estarían incluidas en la parte aérea y subterránea de la planta, así como en la necromasa (vegetación muerta), *litter* (capa orgánica no descompuesta, sobre el suelo) y suelo.

Teniendo en cuenta que las especies de crecimiento rápido ocupan en España el 12% de la superficie forestal arbolada (proporcionando el 80% de la madera industrial), se estima que los bosques españoles almacenan más de 900 millones de t CO<sub>2</sub>.

No obstante, la metodología de cálculo dista mucho de ser óptima, tanto en lo referente a la capacidad de los árboles para fijar el carbono por cada una de las especies forestales y ecosistemas, como al ciclo de medición. Así el Plan Forestal Español, en su capítulo "Cálculo del carbono fijado a consecuencia de las actividades de reforestación", calcula la cantidad de carbono retenida por las masas forestales de nueva creación a partir de la estimación del volumen total de los árboles que las conformarán. Suponiendo 3,8 millones de hectáreas susceptibles de reforestación, una densidad de 1 400 pies/ha, y una permanencia de 30 años, se obtienen (siempre según cita del Foro de Bosques y Cambio Climático) 205 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> fijadas en 30 años, lo que equivale a 1,8 t CO<sub>2</sub>/ha/año, cifra muy por debajo de las 25 t calculadas por la Universidad de Vigo.

Entre esos valores tenemos, por ejemplo, el índice de absorción de CO<sub>2</sub> en Alemania, basado en los estudios de ecozonas del mundo de J. Schultz, el cual asciende a 7,2 t CO<sub>2</sub>/ha/año (Pacholsky, 2003), o el de 5,26 t CO<sub>2</sub>/ha/año utilizado como media global por M. Wackernagel en sus cálculos de huella (Rees and Wackernagel, 1996).

Por el sistema de cálculo de carbono, descrito con anterioridad, la Empresa de Gestión Medioambiental de Andalucía (EGMASA) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) han cuantificado el CO<sub>2</sub> fijado por las principales especies arbóreas de Andalucía, llegando a la conclusión de que estas masas forestales almacenan 151 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, de las cuales 112 millones están en la biomasa aérea y 39 millones en la biomasa radical. La mayor cantidad de carbono está fijado en la biomasa aérea de la encina (36%), debido al número de pies plantados, seguido del pino piñonero (11,6%) y el alcornoque (10,7%), datos que coinciden con los del segundo Inventario Forestal Nacional (VII Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, 22 a 26 de noviembre de 2004).

Como hemos dicho, las reducciones de emisiones certificadas producidas por los proyectos de forestación y reforestación dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio son de carácter temporal, ya que el incremento del *stock* de gases de efecto invernadero constituye sólo un retraso en los efectos del cambio climático. El paso definitivo es la reducción del ritmo de emisiones a la atmósfera.

A este tipo de proyectos únicamente se les certifica una reducción temporal de las emisiones, perdiendo su valor una vez que expiran, y por lo tanto, las emisiones compensadas anteriormente deben compensarse de nuevo una vez que acaba su período de validez. Es decir, la compra-venta de este tipo de certificaciones sólo permite alargar los plazos de cumplimiento de los compromisos, lo que posiblemente redunde en un menor precio de mercado.

Aun así, los proyectos forestales MDL son una opción de gran interés tanto para el cumplimiento de los compromisos de Kioto, como para el desarrollo sostenible de los países fuera de Anexo I. En el período 2008-2012 se podrán contabilizar las siguientes actividades:

- Restauración de la cubierta vegetal mediante silvicultura sostenible.
- Aumento de la superficie forestal por repoblación.
- Prevención contra incendios forestales.
- Promoción de la expansión boscosa.
- I+D estado sanitario y seguimiento de factores adversos.
- Prevención de enfermedades y plagas por selvicultura.
- Protección y recuperación de bosques y tierras agrícolas afectados por la desertificación, regulando el régimen hídrico y protegiendo el suelo de la erosión.
- Restauración de zonas afectadas por incendios, contaminación, actividades agrícolas, mineras, industriales, extractivas o dañadas por otros factores.

El volumen total de absorción por los sumideros españoles supondrá un 2% de las emisiones del año base, pero podrá incrementarse si se optimizan las herramientas de gestión forestal en manos del Gobierno, el cual debe ser capaz de fomentar un mejor desarrollo del sector forestal, que, por otra parte, permitiría desarrollar la puesta en valor de todos los beneficios que el bosque aporta a la sociedad.

### 4.6.3. La situación forestal de España y los sumideros de carbono

El Plan Forestal Español declara la importancia de los bosques como fijadores de CO<sub>2</sub> y su capacidad para regular el clima e incidir en el cambio climático. La fijación del carbono se alarga en los productos de madera, de modo que tales productos son sumideros de carbono.

Tanto el Plan Forestal como la Ley Básica de Montes, de 2003, fundamentan sus instrumentos de gestión en los siguientes principios:

- Desarrollo sostenible, mediante la ordenación de los montes y la silvicultura.
- Multifuncionalidad de los montes.
- Cohesión territorial, a través del desarrollo rural y mejorando el entorno socioeconómico del ámbito rural.
- Cohesión ecológica, integrando la conservación de la biodiversidad y preservando el patrimonio genético forestal y la diversidad paisajística.
- Protección del territorio en general y de los montes en particular.
- Coordinación administrativa.
- Colaboración pública y social.

Según el Segundo Inventario Forestal Nacional<sup>20</sup>, las áreas forestales españolas ocupaban una superficie de 26 millones de hectáreas, el 51,4 % de la superficie

---

<sup>20</sup> El Plan Forestal, aplicación en el tiempo y el espacio de la Estrategia Forestal Española, pretende estructurar las acciones necesarias para el desarrollo de una política forestal española basada en los principios de desarrollo sostenible, multifuncionalidad de los montes, contribución a la cohesión territorial y ecológica y la participación pública y social en la formulación de políticas, estrategias y programas, proponiendo la corresponsabilidad de la sociedad en la conservación y la gestión de los montes. Fue aprobado en Consejo de Ministros, en julio de 2002, y se proyecta para los próximos 30 años (2002-2032). Entre muchas otras cosas, pretende realizar inventarios forestales periódicos, habiéndose ejecutado ya el tercero.

total del país, incluyendo estas áreas forestales las áreas boscosas densas, las áreas boscosas claras, los espacios cubiertos de matorral y herbáceas y las zonas con poca o nula vegetación. Los montes arbolados suponen 10,7 millones de hectáreas, mientras que el arbolado claro (dehesas, por ejemplo) ocupan 3,2 millones de hectáreas; la vegetación arbustiva, herbácea (matorrales y pastizales) y las zonas con poca o nula vegetación ocupan 12,2 millones de hectáreas. La biomasa arbórea existente en la superficie forestal española suponía, en 1990, un almacenamiento de cerca de 785 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y ahora unos 900 millones de toneladas, como ya hemos comentado.

Mientras tanto, algunas organizaciones ecologistas denuncian que la superficie forestal se ha reducido en 250 783 ha en la última década, y que, en el mismo período, la superficie urbanizada ha aumentado en 80 182 ha y las infraestructuras viales (autopistas y ferrocarril) en 57 588 ha. Junto con minas a cielo abierto, vertederos y otros (cada año se queman unas 100 000 ha), la superficie de suelo perdido, casi irreversiblemente, asciende a 240 166 hectáreas. Denuncian además que la fiebre urbanística prosigue, con la creación de nuevas empresas constructoras, casi cada día; con 800 000 proyectos visados para nuevas viviendas, en 2005, y 920 000, en 2006; y con la aprobación de proyectos y planes urbanísticos descabellados que han arrasado o pretenden arrasar cientos de miles de árboles.

#### **4.6.4. El bosque, una inversión de futuro**

##### **Buenas prácticas en los bosques tropicales**

Comprobamos que va a resultar suficientemente rentable que las empresas inviertan en sumideros de carbono forestales, debido al menos a tres aspectos fundamentales: 1) van a mejorar los beneficios económicos de la empresa, al mejorar de su competitividad; 2) van a contribuir a la conservación y mejora de las masas forestales (con los beneficios consiguientes para el clima); y 3) van a contribuir a la mejora económica de las comunidades locales.

Dicho tipo de inversión puede hacerse de forma directa, controlando la gestión ambiental y social del recurso, lo cual resulta más aconsejable para las grandes corporaciones o grupos de empresas, o de forma indirecta, mediante la compra de certificaciones transferibles, en las cuales un administrador se encarga de la gestión de los bosques.

Para extraer el máximo beneficio de este tipo de capital forestal, la inversión debe ir acompañada de un plan estratégico, como sucedería con cualquier proyecto empresarial, que contemple la creación de empleo (capital social) y la formación de la

comunidad local beneficiaria de la explotación (capital humano). Esto permitirá incrementar la productividad del ecosistema y la del capital natural (recordemos que aumentar la productividad al doble sería lo mismo que duplicar la superficie de terreno productivo).

En los bosques secos de Jayanca y Pacora del norte del Perú, por ejemplo, la organización ECO llevó a cabo una experiencia de gestión forestal sostenible encaminada a mejorar el empleo y los ingresos de los indígenas y a conservar e incrementar los recursos. Las actividades realizadas fueron:

- Organización en base a: una “asociación intersectorial ecologista”; varios “comités ecologistas”; varios “promotores campesinos locales” y las familias beneficiarias.
- Aprovechamiento maderero: el primer paso, crucial, fue evitar la tala indiscriminada y formar al beneficiario en las técnicas de poda, medición de avance, protección de la corteza de árboles jóvenes naturales, silvicultura, etc.
- Construcción de infraestructuras rurales: diseño, construcción y mantenimiento de cocinas ecológicas, eco-letrinas, algarroberas o corrales.
- Desarrollo de la ganadería: formación en gestión de ovino, y aves. “Banco de ovejas”: entrega de un macho y cinco hembras a cada beneficiario que responda; al cabo de tres años deberá devolver 2 machos y 6 hembras para compartir con otra familia pobre. Similar para las aves. Implementación de “botiquines pecuarios”.
- Desarrollo de la agricultura ecológica: formación en gestión y manejo de bio-huertos familiares, elaboración de *compost*, cultivo y comercialización.
- Apicultura y transformación agroindustrial: en proceso de desarrollo.

Se logró manejar y conservar 2 500 ha de regeneración natural, incrementando la biomasa y la oferta forrajera local; se consiguió fortalecer 22 organizaciones ecologistas locales, como integrantes de dos asociaciones; así como acercar el proyecto a unas 5 600 personas potenciales; desarrollar diversas actividades productivas que contribuyeron a mejorar la alimentación de las familias, y generar excedentes para su canalización a los mercados rurales y urbanos cercanos (Díaz, 2006).

La bella selva del Camerún hubiera desaparecido, víctima de las grandes compañías madereras, si el Gobierno no hubiera promulgado en 1994 la ley que desarrollaba la necesidad de que las comunidades participaran en la conservación de sus bosques. Así, aparecieron los bosques comunitarios, como el de Kungulu, al este del país, el cual es explotado de forma sostenible por la población local: los aldeanos seleccionan el árbol a cortar y sierran el tronco en el mismo lugar de la tala y de esta

forma las tablas pueden ser transportadas a mano, sin necesidad de que los grandes *bulldozers* dañen la vegetación.

Este bosque es uno de los cinco primeros bosques comunitarios creados en la región de Lomié, en el año 2000, un enclave que sirvió de referencia para los más de 60 que hoy existen en todo el país. En el bosque comunitario de Kongo, los aldeanos interesados crearon una asociación, seleccionaron una zona de 25 km<sup>2</sup> y elaboraron un Plan de Explotación, con la ayuda de una ONG. Una vez aceptado el proyecto por el Ministerio, la concesión dura 15 años, con posibilidades de prórroga.

El comité de gestión elegido tiene la obligación de mejorar la vida cotidiana de la gente, además de negociar con los compradores, en este caso, un negociante del Puerto de Duala que ejecuta un encargo de una empresa para el mercado español. El precio: menos de un euro por cada tabla que transportan, sobre la cabeza, hasta la pista, a un kilómetro del lugar de la tala y aserrado. Los gestores se quejan de que no consiguen superar los 45 euros por metro cúbico, cuando los intermediarios revenden la madera 10 veces más cara en el Puerto de Duala.

No obstante, el negocio les ha permitido cubrir sus chozas con mejores materiales, disponer de centros de salud, así como de escuela y servicios sociales básicos.

Entre un sin fin de tropelías forestales, está a punto de lograrse que el Estado más occidental de la Amazonía brasileña (Acre), que mantiene una selva prístina con más del 90% de su cobertura intacta, sea el primer Estado amazónico totalmente libre de talas ilegales. Con una protección del 50% del territorio, el Gobierno Federal controla las licencias de corta y fomenta el desarrollo de cooperativas locales para la explotación sostenible del látex natural (Vega, 2007).

Son pequeños triunfos en medio de un mar de amenazas y obstáculos, como el fraude, la corrupción, la presión de las grandes compañías, las estafas y abusos a los aldeanos, la falta de formación de los mismos, y muchas otras.

Sin embargo, estas pequeñas experiencias permiten vislumbrar que cualquier zona deprimida puede responder a la organización planificada y mucho más si adquiere un carácter empresarial. Es obligación de los países ricos intentar organizar y formar (al menos) a estas comunidades, bien a través de ONG para el desarrollo (asistidas por fondos públicos) o bien a través de las hipotéticas fundaciones que puedan crear las empresas responsables.

## Buenas prácticas en los bosques templados

En España, existen algunos buenos ejemplos de conservación forestal y así, por ejemplo, en Cataluña se triplicó la superficie forestal con certificado de gestión

sostenible en un año, pasando de 23 500 ha a 75 000, en 2006. El sello elegido es el PEFC, el cual garantiza que la explotación maderera es respetuosa con el entorno, asegura la perpetuación de los bosques, y obliga a las explotaciones a participar en un Plan Técnico de Gestión y Mejora Forestal a largo plazo, así como a someterse al control anual de auditores independientes.

El Consorcio Forestal de Cataluña es uno de los principales promotores de la certificación regional de los bosques, una fórmula que economiza el coste de los trámites para los propietarios, y que Cataluña implantó en 2004, junto con el País Vasco. De las 51 500 ha certificadas el año citado, aproximadamente la mitad pertenecen a montes privados y la mitad a las Administraciones públicas, destacando la creciente demanda de los Ayuntamientos. Aun así, la iniciativa privada va un poco por delante de la pública, con un 52% del total certificado.

No son, por supuesto, las únicas regiones con certificación forestal; en el VI Congreso Nacional de Medio Ambiente, celebrado en Madrid en 2002, el grupo de trabajo de gestión forestal citaba que algunas filiales del grupo ENCE ya habían certificado 90 000 hectáreas de eucalipto y otras frondosas, en Galicia, Asturias, Huelva y Sevilla. La prueba piloto había servido además para evaluar la aptitud de la Norma UNE 162002-1:2001 *Gestión Forestal Sostenible. Criterios e indicadores de la unidad de gestión. Parte I: Criterios e indicadores genéricos*.

En la actualidad (junio de 2007), existen 972 158 ha certificadas bajo PEFC, existiendo también 190 empresas certificadas para la Cadena de Custodias<sup>21</sup> y 145 usuarios del Logo PEFC (<http://www.pefc.es/>).

Pero quizás quienes mejor han sabido gestionar sus bosques han sido los habitantes de Soria, los cuales han evitado el paro gracias a la madera. Con una superficie forestal de 600 000 ha, muy próxima a la asturiana (700 000 ha) (aproximadamente un 70% de la superficie total, en ambos casos), los primeros han conseguido emplear a 15 000 personas (el 10% del empleo total), han logrado que un 25% de su riqueza regional dependa de los bosques, y han hecho posible que apenas haya aparecido el fuego en los últimos 40 años (al menos hasta el año 2005), o que los beneficios económicos de la explotación forestal revierta directamente en los vecinos.

En Asturias, región emblemáticamente boscosa, una tercera parte de su superficie es monte comunal (unas 400 000 ha) y apenas se les saca rendimiento (se ha dejado desertizar); la mayor parte de la madera sólo da empleo a unas 2 000 personas, el

---

<sup>21</sup> La Certificación de la Cadena de Custodia es el mecanismo que verifica que la madera utilizada por la industria de la transformación procede de bosques gestionados de acuerdo a criterios de sostenibilidad. Constituye la etapa posterior a la Certificación de la Gestión Forestal Sostenible y es un procedimiento necesario para conocer el origen del producto que se compra.

fuego ha arrasado el 15% de la superficie total en los últimos 15 años (unos 20 000 incendios desde 1988), y el beneficio que aporta en proporción con el PIB total es casi testimonial (buena parte de los 40 000 m<sup>3</sup> de castaño que se cortan se destinan a las fábricas de muebles de Portugal).

Los logros de los habitantes del Pinares Burgos-Soria se consiguen con unos 325 000 m<sup>3</sup> de madera, mientras que en Asturias se cortan cada año sobre 1 000 000 de m<sup>3</sup>. Algunas diferencias más: en Soria hay cultura de bosque, mientras que en Asturias esa cultura se ha dejado perder; en Asturias se cortan unos 600 000 m<sup>3</sup> de eucalipto, mientras que en Soria este árbol es un gran desconocido y predominan las maderas más selectas; a pesar de contar con los mismos medios materiales y humanos, en Soria se quemaron, en 2004, 54 ha de bosque, mientras que en Asturias se quemaron cerca de 5 000.

Analicemos algunas claves del éxito soriano:

1. Los centenares de hectáreas de pinos, encinas, sabinas o robles existentes, son de titularidad pública y propiedad municipal, explotándose desde hace siglos y recibiendo los vecinos directamente los beneficios de esa explotación (las conocidas “suertes de pinos” o “suertes de leña”, provienen de la prerrogativa concedida por la monarquía, siglos atrás, de permitir la corta de 12 pinos a todo aquel que se asentara en la región).
2. Una gran sensibilización que asegura, por ejemplo, una correcta intervención ante los fuegos que se puedan producir (con alta implicación del vecindario). Existe escasa intencionalidad por parte de los lugareños (la madera se valora frente a otros usos). Algunas medidas de prevención, además de los accesos, cortafuegos y entresaca: los árboles nunca llegan a la carretera, protegiéndolos así de las furtivas colillas; existen 32 puntos de vigilancia (frente a los 8 de Asturias), lo que permite una media de sólo 1,5 hectáreas de bosque quemadas por incendio; la Junta de Castilla-León paga a 120 trabajadores de TRAGSA para labores continuas de limpieza, poda, vallado, desbroce, plantación, o generación de infraestructuras contra el fuego.
3. Existe, por tanto, una “cultura de bosque” ancestral, heredada de padres a hijos (el bosque es riqueza, enseñan los padres a sus descendientes desde tiempo inmemorial). Ese es un valioso patrimonio que en otras zonas se ha perdido. A los “aprovechamientos” del bosque (la renta distribuida tras la corta anual), tienen derecho todos los vecinos empadronados que demuestran ancestros locales a nivel de abuelos o logren derechos mediante matrimonio. Algunos cobran (entre 400 y 3 000 euros/año) sin participar en absoluto en la gestión, lo que, entre otras cosas, explica la responsabilidad vecinal hacia su patrimonio forestal. Hasta en el cobro hay cordura: cobra

siempre el cabeza de familia, y no los solteros, aumentando así la probabilidad de que las rentas se queden en la comarca.

4. Se aprovecha el bosque y la belleza de los parajes naturales, instalando abundantes áreas recreativas y sendas turísticas, además de explotar otros recursos, como las setas, la caza o los frutos silvestres. En la finca de 600 ha de la empresa Arotz, perros especializados buscan las codiciadas trufas que, a 1 000 euros/kg, se venderán en Francia, Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, Suiza o Italia. No muy lejos de la anterior, la empresa Wild Fungi elaborará y envasará los hongos y los distribuirá entre las mejores tiendas de *delicatessen* de España. Entre ambas emplean a unas 50 personas. En la finca de Arotz, con unas 15 000 encinas y la más grande del mundo dedicada al cultivo natural de trufas, no se ha realizado ningún tratamiento fitosanitario ni se han utilizado herbicidas o abonos químicos u orgánicos; únicamente podas, riego y el buen hacer.
5. Se ha creado un consistente tejido industrial que cubre todos los huecos de la cadena de valor: los 95 000 habitantes de Soria generan 236 empresas de la madera, y tan sólo en la parte soriana del Pinares, además de las industrias auxiliares citadas, hay 80 empresas de la industria de la madera y el corcho, 21 de fabricación de muebles, 5 de silvicultura y explotación forestal y 44 empresas de transporte. Algunas de las fábricas de muebles son cooperativas especializadas en diferentes tipos de muebles o tendencias (modernos, clásicos, de lujo, de pino o de otras maderas, de exportación o nacionales, etc.). La rentabilidad del sector se consigue a pesar de que los pinos tardan hasta 100 años en crecer. La tradición maderera atrae incluso a empresas del sector que no utilizan la madera local: la empresa Norma (con otra nueva factoría en proyecto) fabrica puertas en serie y emplea a 650 trabajadores, facturando más de 60 millones de euros y exportando a 25 países. En otra localidad cercana, la fábrica Amatex produce, sobre todo, quitamiedos de madera para carreteras de segundo nivel y su superficie es mayor que la misma población.
6. Adecuadas prácticas silvícolas, como las entresacas o clareos, cuyo proceso completo podría describirse del siguiente modo: a) inspección de los ingenieros para proponer el volumen a cortar (hay que recalcar que 1 m<sup>3</sup> de madera equivale a 1 tonelada de CO<sub>2</sub>); b) decisión del volumen de corta por los ayuntamientos; c) subasta pública a la que acuden los mayoristas; d) fijación del precio de la madera por parte de la Comisión de la Madera, formada por ayuntamiento y vecinos (el pino silvestre se fijó entre 40 y 60 euros/m<sup>3</sup>, en 2005); e) selección de los árboles adecuados para la corta (los torcidos, los “dominados”, los “mellizos” o los “horquillados”); f) corta selectiva, dejando una densidad de entre 400 y 600 árboles por hectárea (“con menos

árboles, el bosque respira”, es su lema); g) control del sotobosque y semi-llero natural (con más luz y un sotobosque limpio, los árboles que quedan crecen más rápido y sin agobios, actuando como reproductores; h) reparto del “aprovechamiento”.

Los árboles del Pinarés están distinguidos por la certificación paneuropea PEFC, que también cuida de la biodiversidad que otorga el bosque: cuando observemos una chapa verde colgada de uno de estos árboles, estará indicándonos que ninguna motosierra lo tocará por ser, por ejemplo, el hogar de un pájaro carpintero.

## **Buenas prácticas en los bosques boreales**

En otras regiones del mundo, además de una amplia tradición en las buenas prácticas silvícolas, han sabido incluso aprovechar hasta la más mínima ofrenda de los bosques.

En Escandinavia, por ejemplo, donde los bosques boreales cubren gran parte de su territorio<sup>22</sup>, poseen también una gran tradición en la fabricación de casas de madera, pero, además, han sabido utilizar todos los residuos del bosque como combustible para sus calefacciones.

### **Buenas prácticas silvícolas**

En Europa, la utilización a gran escala de los bosques boreales comenzó a mitad del siglo XIX, cuando su ecología apenas se conocía, de ahí que se empleasen los sistemas de corta selectiva que se habían aplicado con éxito en los bosques más meridionales del continente.

En teoría parecían ser ideales: no había costos de planificación y de mantenimiento, y los bosques se mantenían en condiciones óptimas y productivas exclusivamente mediante la utilización hábil del hacha. Pero, en muchos lugares se sucedieron las catástrofes biológicas: sin una preparación activa de cada lugar, muchas zonas taladas quedaban cubiertas por una vegetación arbustiva agresiva, que se convertía en dominante. Solamente conseguían sobrevivir los árboles tolerantes a la sombra que

---

<sup>22</sup> La cubierta forestal más septentrional del planeta recibe el nombre de bosque boreal. Cuenta con una superficie aproximada de 920 millones de ha (de ellas, alrededor de 820 millones potencialmente aprovechables), generalmente de coníferas, rodea el globo y forma un cinturón más o menos continuo a través de Eurasia y América del Norte. El bosque boreal se sitúa dentro de las fronteras de los países escandinavos (Finlandia, Noruega y Suecia) con el 5%, la Federación de Rusia con el 73% y Canadá y los Estados Unidos (Alaska) con el 22%.

habían alcanzado un equilibrio ecológico (las píceas y los abetos, ya existentes como sotobosque en el rodal anterior), dando lugar a una composición de especies completamente distinta.

En determinadas zonas llegó un momento en que había millones de hectáreas de bosque claro, arbustivo, de crecimiento lento y sin valor comercial. En ausencia de perturbaciones serias, naturales o provocadas por el hombre (los incendios espontáneos casi desaparecieron), el proceso biológico de los bosques quedó estancado.

Hasta 1940 no se generalizó el convencimiento y la aceptación del fracaso de la tala selectiva como práctica general en los bosques boreales del norte de Europa. Pero, a partir de entonces, mediante un impresionante programa de recuperación, se ha conseguido cubrir esas zonas forestales despojadas con una nueva generación vigorosa de árboles jóvenes de crecimiento rápido.

Con la ayuda de la investigación y de la experiencia adquirida durante el último siglo, en la zona forestal boreal escandinava se organizaron sistemas silvícolas que pretendían ser racionales desde el punto de vista práctico y obtener resultados biológicos satisfactorios. Durante los últimos decenios, el método predominante de regeneración ha consistido en la plantación, precedida de una preparación mecánica del terreno. A finales de los años ochenta se plantaban alrededor de 750 millones de árboles al año en unas 300 000 ha de bosque boreal totalmente talado.

La experiencia enseñó que la tasa de éxito de la regeneración es muy alta en la silvicultura de plantación. Los plantones permiten iniciar con rapidez un nuevo rodal forestal, pudiendo elegirse para cada lugar la especie arbórea más idónea. En actividades normalizadas como la plantación, los gastos de personal y otros gastos generales pueden mantenerse a un nivel bajo.

Inicialmente se consideraba que los aclareos comerciales frecuentes constituían un medio importante de mejorar el crecimiento y el valor, reduciendo la mortalidad natural de los pinos y las píceas en los bosques boreales escandinavos. Sin embargo, la investigación y la experiencia han demostrado que en los rodales cuidados el personal forestal puede decidir, dentro de límites amplios, la cantidad de madera que desea extraer en forma de aclareos o de corta final.

Sin influir excesivamente en el rendimiento final de madera, puede elegir entre un programa con escasos aclareos o ninguno y la extracción casi en su totalidad en una única operación al final de la rotación, o bien programas con aclareos frecuentes ligeros o un número menor, pero más intenso. Por consiguiente, la elección de los programas de tratamiento del rodal depende sobre todo de factores económicos, como el precio de los tipos de madera producidos, los costos de extracción, etc.

Desde el inicio de la nueva era de la ordenación de los bosques boreales en los países escandinavos, hace 40 ó 50 años, las medidas silvícolas activas han permitido

cubrir de nuevos bosques alrededor del 40% de la superficie total. Se han aclareado los bosques de edad mediana y se han fertilizado grandes superficies. Como sistema para mejorar el crecimiento, numerosos propietarios han evitado la tala final de la parte mejor del bosque antiguo, y han preferido hacerla en los rodales de peor calidad. Los progresos se han supervisado mediante inventarios forestales nacionales y, en conjunto, las existencias en fase de crecimiento en los países escandinavos han aumentado un 23% durante los últimos 40 años. El incremento anual se ha elevado hasta en un 36%, debido a la creación de un capital forestal más vital.

En este momento se sabe que, en términos generales, la capacidad de rendimiento de un bosque bien cuidado es un 25 a 30% superior a las previsiones del pasado. Este y otros cambios positivos en las condiciones de los bosques han permitido mejorar con éxito el presupuesto de extracción de madera y se están alcanzando unos niveles de corta permisible cada vez más altos.

Las previsiones a largo plazo para el bosque boreal de Suecia muestran la perspectiva de un aumento de la tasa de extracción sostenible en otro 55% con respecto al nivel actual. La introducción de medidas muy rentables, como la fertilización de los bosques y la plantación de árboles de crecimiento rápido, ha dado lugar a un aumento inmediato de la extracción anual de un 20% en las grandes fincas forestales.

## **Casas de madera**

Esta antigua tradición de los países escandinavos por su rico y envidiable capital forestal, ha ido acompañada de la no menos tradicional construcción de casas de madera

Países como Suecia, Dinamarca y Finlandia, poseen una dilatada tradición en soluciones constructivas, preingeniería en viviendas y edificios de estructuras de madera, además del diseño de mobiliario. En estos países desarrollados se aprecia el salto de país forestal a país maderero. Este salto requiere de políticas sectoriales que conlleven formas de asociación distintas, tanto a nivel empresarial como estatal. Obliga a incorporar innovación tecnológica dirigida a mejorar los aspectos productivos, económicos y legislativos del sector, lo que permite un crecimiento competitivo en el mercado interno y en las exportaciones.

La conciencia de que el bosque es su principal riqueza, su capital y su patrimonio, es decir, la cultura forestal que veíamos en el caso de Soria, se traslada aquí al país entero, ampliándose además a la conciencia maderera y paisajística. En los jardines de las casas, en lugar de haber plantas, hay árboles, a los que les rinde un verdadero culto. Es un producto que se contempla y se mima, porque habitan en casas de madera.

En las ciudades suecas, este es el gran elemento constructivo, existen muchos edificios de cuatro pisos (y hasta de siete) que están hechos completamente de madera. En Finlandia, en las carreteras, hay unos 3 m de pasto desde el vial al interior, y luego nada más que bosque. Todo el país es un inmenso bosque surcado de carreteras construidas entre árboles. De las naciones con menos de 30 millones de habitantes, Finlandia es la número uno en productividad con un protagonista principal: la madera.

Mientras que en países con importantes recursos forestales, como Chile, la madera no se incorpora más de un 5% en la construcción, en los países escandinavos hay pueblos enteros contruidos en madera, con varios siglos de antigüedad. Y siempre que el mantenimiento de la madera se ajuste a las instrucciones de los numerosos fabricantes, su duración será incluso superior a las construcciones de materiales tradicionales.

Los fabricantes son muy exigentes en cuanto al material, el cual es rigurosamente seleccionado en las zonas más al norte de Suecia o Finlandia, donde crecen los árboles lentamente, y con una excelente dureza y resistencia, debido a la crudeza del clima. Son exigentes también con sus proveedores, a los que demandan madera con certificado ecológico, lo cual les exige, entre otros, plantar dos árboles por cada árbol talado.

Las ventajas de las casas de madera son múltiples. Además del acogedor ambiente que brinda, la construcción en madera se convierte en un excelente aislante natural que procura calor en invierno y frescor en verano. Los fabricantes aprovechan tal propiedad para incorporar sus mejoras tecnológicas (aislantes adicionales, doble pared, etc.), según su dilatada experiencia. El resultado es, además, una reducción del gasto de calefacción y un ahorro económico mensual permanente.

Entre las diversas opciones que se pueden encontrar en estos países, destacan:

- La casa de madera tradicional, las cuales cuentan con el añadido de ser menos intensivas en energía con respecto a la construcción tradicional a base de ladrillos y cemento.
- Las casas de bloques de madera, las cuales están formadas por maderos apilados unos encima de otros, o bien redondos o bien rectangulares.
- La casa nórdica tipo sueco, las cuales se puede encontrar no sólo en Suecia, sino también en Alemania, Suiza y Austria. Estas casas se emplean tanto como casa de verano o segunda vivienda, como casa habitual para dos familias. El revestimiento de madera de estas viviendas se pinta normalmente del popular color rojo típico de Suecia y se montan a juego las ventanas de baquetillas en el color blanco típico del país.

- La casa prefabricada, la cual se construye con elementos previamente confeccionados, fabricados en un taller, que se montan luego *in situ* en el espacio elegido. Por este motivo, la construcción de la pared se puede realizar en pocas horas. Inmediatamente después de haber terminado el montaje de las paredes exteriores se puede empezar con la construcción del interior. El factor decisivo para la compra de una casa prefabricada es principalmente un precio más ventajoso en relación con las casas convencionales de ladrillo.

### **Biomasa para calefacción**

Por si esto fuera poco, hay que destacar el uso que estos países hacen de la biomasa para producir energía, de modo que prácticamente nada de los recursos que ofrecen los bosques se desperdicia. No hay que olvidar que, de entre todos los materiales que pueden ser empleados para el suministro de energía, los productos leñosos son los combustibles más utilizados en el mundo. Los países avanzados han dado una vuelta de tuerca al uso tradicional.

La FAO define la dendroenergía o la energía procedente de la biomasa forestal, como toda la energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios derivados de los bosques, árboles y otra vegetación existente en terrenos forestales.

La mayor parte de la energía primaria procedente de los bosques de la Unión Europea se transforma en calor y su principal utilización es el uso doméstico, en instalaciones individuales o colectivas. En el conjunto de la UE, se estima que el 83,4% de la energía se destina a la producción térmica y el 16,6% restante se utiliza para la producción de electricidad.

La producción de energía procedente de la madera es más importante en los países que tienen mayor masa forestal y en los que los sectores de actividad relacionados con la biomasa son particularmente importantes (trituration, muebles, madera de construcción, etc.). Suecia, Finlandia o Austria, son un ejemplo.

En términos absolutos, Francia es el país de la UE que más energía procedente de la madera consume, seguido de Suecia y Finlandia. En términos relativos, son los países escandinavos los que se sitúan a la cabeza de la producción y utilización de la bioenergía procedente de los bosques. Finlandia cubre con la energía procedente de sus bosques el 50% de las necesidades de calor de sus habitantes y más del 20% del total del consumo de energía primaria.

Veamos algunos de los múltiples derivados de la madera que son utilizados por los nórdicos para calefacción (también usados en los bosques del sur de Europa):

- Productos derivados de tratamientos selvícolas, como ramas y ramillas procedentes de trabajos de poda de masas de coníferas (principalmente, pino marítimo, pino insignie, pino de Oregón, etc.), y de masas de frondosas (castaño, roble, etc.). Pies jóvenes procedentes de cortas de aclareo (principalmente, coníferas), de cortas fitosanitarias o pies procedentes de montes incendiados. También pies adultos procedentes de cortas fitosanitarias. Brotes de eucalipto procedentes de la selección necesaria para la regeneración de las masas de esta especie tratadas a monte bajo.
- Restos de corta. Ramas y rabeones procedentes de cortas finales, antes de la regeneración de los bosques, y procedentes de cortas intermedias (masas de coníferas, por ejemplo).
- Leñas procedentes de trasmochos y de pies no maderables. Ramas y troncos de pies de quercíneas mal conformados (*Quercus robur* y *Q. pyrenaica*) y otras especies similares.
- Cultivos energéticos leñosos. Los cultivos energéticos tienen especial importancia porque ayudarán a paliar el efecto invernadero al suponer un incremento de la masa forestal en el planeta y, en consecuencia, una disminución del CO<sub>2</sub> excedente. Para conseguir una alta productividad minimizando costes, las especies se seleccionan en función de la cantidad de biomasa que producen y no de la calidad de la madera y, en base a la resistencia que presentan, buscando especies con bajos requerimientos de agua, pesticidas, fertilizantes y de labores de cultivo (con lo que se cubren, a su vez, los intereses ambientales). Los cultivos energéticos leñosos en los terrenos forestales del sur de Europa se realizan con plantaciones de alta densidad y a turnos muy cortos. Generalmente se emplean árboles de las siguientes especies: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Acacia sp*, *Salix sp*, *Quercus pyrenaica*, *Betula celtiberica*, etc.
- Cultivos energéticos herbáceos. En Europa se están empleando en distintos terrenos las siguientes especies: *Arundo donax* (caña), *Cynara cardunculus* (cardo), *Brasica carinata* (colza), *Miscanthus sinensis* (miscato), *Sorghum sp*. (sorgo), etc.
- Desbroces de matorral. Estrato subarborescente en masas arboladas. Presenta numerosas dudas sobre su utilización, dadas las potenciales pérdidas de fertilidad que sufriría el monte. Matorrales leñosos arbustivos y subarborescentes en áreas forestales extensas e incultas. Es una masa vegetal formada por matorrales de muy distintas especies en función de la estación forestal en que se encuentren ubicados: *Ulex sp*, *Erica sp*, *Cytisus sp*, *Genista sp* y *Quercus pyrenaica*.
- Restos de madera indirectos. Generalmente, son subproductos industriales derivados de industrias primarias de la madera (aserraderos, fábricas de

tableros de partículas, plantas de fabricación de pasta de papel) y secundarias (ebanistería, carpintería), tales como residuos del aserrado, costeros, restos del canteado y el escuadrado, serrín, virutas y astillas, licor negro, etc. Estarían formados por residuos de los procesos industriales de la madera (restos de madera que no han entrado en la cadena industrial) y otros residuos no aprovechables (serrería).

- Residuos de madera recuperada. Es la biomasa leñosa derivada de todas las actividades económicas y sociales ajenas al sector forestal, generalmente, desechos de la construcción, demolición de edificios, bandejas de carga, contenedores, cajas de madera y otros.

Todos estos tipos de combustible se queman directamente o se transforman en otro combustible antes de ser entregado al consumidor, existiendo las siguientes formas comerciales:

- Leña. La producción de calor doméstico es el uso más extendido de los biocombustibles. La madera tiene que ser troceada antes de ser introducida en las calderas y, según el tamaño y forma de los trozos resultantes, el biocombustible toma un nombre u otro. El término “leña” incluye toda la madera obtenida de los bosques o de otro origen con su formato original, es la madera en bruto. Se puede utilizar directamente o después de ser transformada en otro combustible de la madera. La leña suele trocearse antes de su distribución al consumidor para facilitar el trabajo de las calderas. Dependiendo del tamaño y forma de los trozos de madera, se conocerán como astillas o pellet. En ambos casos no se realiza ninguna transformación importante. Para la obtención de los otros combustibles que se tratan en este apartado, la leña tendrá que sufrir transformaciones físico-químicas de mayor importancia.
- Astillas. Son el resultado de reducir el tamaño de la madera, dando lugar a trozos pequeños de forma irregular.
- Pellet. Son óvulos fabricados a partir de astillas de madera y serrín. Tienen forma cilíndrica, miden entre 1 y 2 cm de largo y unos 6 mm de diámetro. Su forma homogénea y su alta densidad energética presentan muchas ventajas: mejor combustión; estufas y calderas pueden autoalimentarse y funcionar de forma más autónoma; menos espacio para su almacenamiento; facilidades para su transporte y comercialización, etc.
- Carbón vegetal y briquetas. El carbón vegetal es un residuo sólido que se deriva de la carbonización, destilación, pirolisis y torrefacción de la madera y de subproductos de madera. Para ello se utilizan hornos de pozo, ladrillo y

metal. Dentro de esta categoría se encuentran las briquetas de carbón vegetal. Las briquetas son el resultado de moldear el carbón vegetal para producir piezas homogéneas.

- Licor negro y otros combustibles. Los licores negros son subproductos que se obtienen durante los procesos de descomposición química de la madera en las industrias en donde se produce pasta de papel. Este combustible, de color negro y aspecto viscoso, se utiliza en las propias industrias productoras en donde lo quemamos en grandes calderas para producir el vapor necesario para el proceso industrial y electricidad por cogeneración.
- Otros combustibles. Dentro de esta categoría se incluyen una amplia gama de combustibles líquidos o gaseosos derivados de la leña y del carbón vegetal, tales como etanol, metanol, etc. En su producción se emplean procesos pirolíticos o enzimáticos.

Según los expertos, existen al menos tres buenas razones para instalar una caldera de biomasa:

- a. La primera es por razones económicas: el precio de este combustible supone entre la mitad y la tercera parte del gasoil.
- b. La segunda es que permite independizarse de las oscilaciones del mercado del petróleo o del gas.
- c. Y la tercera es su impacto ambiental, neutro en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, puesto que el que emite ha sido absorbido por las plantas previamente.

Finalicemos este apartado volviendo a los métodos de valoración que analizamos al principio, para contabilizar los beneficios que podemos extraer de un espacio forestal y dejar bien claro lo recomendable que puede resultar invertir en este tipo de capital:

1. El primer valor proviene de los procesos tradicionales, como la propia madera, la leña para combustible, etc. (todo lo que acabamos de ver), las resinas, los frutos del bosque, las setas, la caza, etc. Un valor derivado, cada vez más en alza, proviene de la mejora y modernización de los procesos tradicionales, como la silvicultura sostenible y certificada, el silvopastoreo, la apicultura ecológica, la industria transformadora verde, etc.
2. El segundo valor tangible proviene del propio suelo y de la capacidad de absorción de carbono de la masa forestal, así como del resto de servicios que comienzan a ser valorados en el mercado de la biodiversidad, en el mercado del agua o en el mercado del azufre.

3. Otro tipo de valor lo darán el resto de servicios naturales que aún no poseen precio de mercado, pero lo tendrán en un futuro, tales como la regulación de la humedad, la disminución de la erosión, o el equilibrio de diversos parámetros químicos o ambientales.
4. Por último, tendríamos el valor derivado de los servicios turísticos o culturales que podemos extraer de los bosques: senderismo y excursiones, rutas a caballo, agroturismo, rutas didácticas o ecológicas, etc. Stuart L. Pimm y Clinton Jenkins consideran que el ecoturismo es un importante incentivo para conservar la biodiversidad de los bosques tropicales: en Madagascar, por ejemplo, el dinero que pagan los turistas por visitar un parque nacional es ínfimo, en términos comparativos, con lo que se paga en los países desarrollados, pero es suficiente para elevar el nivel de vida local, resultando clave para la conservación de los bosques y de los singulares primates que alberga (Pimm y Jenkins, 2005).

## 4.7. Capital agrícola: la granja sostenible

### 4.7.1. La agricultura ecológica

No menos interesante es comenzar a pensar en invertir en terrenos agrícolas como fuente de salud y bienestar. Teniendo en cuenta que este tipo de inversión puede extrañar a muchos, vamos a recordar el argumento de por qué puede ser rentable invertir en este otro tipo de capital natural:

- a. Imaginemos que en un futuro, quizás más próximo de lo que muchos creen, la legislación obligue a cualquier empresa a ser totalmente sostenible, es decir, a que sus emisiones directas e indirectas de carbono equivalente sean igual a cero (debido, por ejemplo, a un nivel de carbono en la atmósfera insostenible, o a una escandalosa pérdida de suelo verde, por los excesos urbanísticos).
- b. Es posible que dicho balance cero pueda ser alcanzado por ecoeficiencia, pero, a no ser que se efectúen fuertes inversiones en energías renovables, es muy difícil alcanzar el objetivo cero carbono sólo por este medio.
- c. Para compensar, pues, el excedente de carbono que no se ha podido eliminar por ecoeficiencia, se deberá invertir en capital natural: capital forestal, capital agrícola o capital marino.
- d. Puede resultarnos más rentable invertir en masas forestales, las cuales absorben más carbono, pero, si revisamos el capítulo de huella ecológica, veremos que también conviene una rápida producción y una adecuada productividad,

la cual se consigue con ciertas especies vegetales. Además, puede que las masas forestales no estén asequibles por cualquier causa, de manera que los terrenos agrícolas pueden ser una buena alternativa (generan, por ejemplo, una interesante tasa de empleo, por lo que puede mejorar también nuestra huella social, como veremos más adelante).

- e. Quizás decidamos negarnos a invertir en capital natural y limitarnos a pagar las sanciones que pudieran imponernos por no ser sostenibles (por no tener una huella cero), manteniéndonos así temporalmente (los cambios no suelen ser drásticos). Pero, si en un momento determinado, el consumidor decide comprar sólo productos con huella cero, nuestra negativa puede llevarnos al cierre de la empresa por falta de competitividad. Quizás ahora ya no nos parezca tan descabellado que una empresa deba ir pensando en invertir en estos “nuevos capitales”.
- f. Además, que las empresas y las corporaciones inviertan, de este modo, en la conservación de los espacios verdes, incluidos los terrenos agrícolas (y conservando, por tanto, las comunidades rurales), puede interesar a muchos Gobiernos, como administradores del equilibrio y la convivencia social. Puede que apoyen dichas inversiones con primas y ayudas, rebajando el esfuerzo empresarial y equiparando su rentabilidad ambiental a la rentabilidad de los bosques.

Si, finalmente, hemos decidido a invertir en este tipo de capital natural, debemos cuidar nuestra inversión y mejorar su rentabilidad. ¿De qué maneras se puede llevar a cabo?

Antes ya mencionamos una forma de mejorar nuestra rentabilidad ambiental: aumentando la productividad. No es lo mismo producir 1 kg/m<sup>2</sup> de hortalizas que producir 5 kg. En el segundo caso, estamos multiplicando por 5 nuestra superficie disponible, pues hemos obtenido la misma cantidad de producto en 1 m<sup>2</sup> que en el primer caso con 5 m<sup>2</sup>.

Pero, hay que tener cuidado, pues esos 5 kg/m<sup>2</sup> se consiguen muchas veces forzando el ecosistema con abonos, pesticidas o herbicidas en exceso. El resultado es un encarecimiento del proceso, un aumento de la contaminación y, en numerosas ocasiones, un empobrecimiento y debilitamiento del suelo y de los cultivos –a la larga– debido a dichos excesos. Y, sobre todo, unos alimentos mucho menos saludables que los obtenidos sin ningún tipo de producto químico perjudicial. Ha llegado el momento de afirmar que la Agricultura Ecológica (AE) es la principal forma de rentabilizar nuestro capital natural agrícola, pues reduce la huella, debido a la disminución del consumo de energía (métodos más tradicionales y menos mecanizados o industrializados), a la mengua del consumo de materiales (insumos, herbicidas, etc.) y a la reducción de contaminantes, entre otros.

Además, queremos hacer hincapié en la necesidad de que el consumidor del mundo desarrollado valore este tipo de alimentos, pues se traducen en una mejora de su salud. Únicamente si comenzamos a valorar la salud (auténtico “artículo de lujo”) por encima de artefactos electrónicos y cualquier otro artilugio de moda de la era digital, la agricultura ecológica podrá llegar a resultar rentable y digna para el agricultor, mejorando así la situación de millones de personas. Y, a modo de mensaje para las Administraciones: deberíamos empezar a pensar en la agricultura ecológica (junto con una adecuada cultura nutricional) como en un bien público de primera necesidad (pues no sólo mejora el bienestar y la calidad de vida del ciudadano, sino que la reducción de enfermedades que conllevaría su implantación, produciría un importante ahorro para las arcas públicas).

Como se observa en la tabla 4.3, la agricultura ecológica en España pasó en los últimos 15 años de las 4 235 ha a las 926 390 ha, y de los 396 operadores a los 19 211, lo que demuestra el creciente interés por esta modalidad agrícola.

Pero, a pesar de este crecimiento, en 2003 los españoles fuimos los que menos dinero gastamos en la compra de productos ecológicos, con apenas 5 euros *per cápita*, frente a los 38 euros de los alemanes, los 28 de los británicos y los 25 euros de franceses e italianos. El consumo de estos productos en Alemania generó 3 200 millones de

Tabla 4.3. **Evolución de la agricultura ecológica en España**

Año	Hectáreas	Operadores
1991	4 235	396
1993	11 674	867
1995	24 078	1 233
1997	152 105	3 811
1998	269 465	7 782
1999	352 164	12 341
2000	380 920	14 060
2001	485 079	16 521
2002	665 055	17 751
2003	725 254	18 505
2004	733 182	17 688
2005	807 569	17 509
2006	926 390	19 211

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Subdirección General de Calidad Agroalimentaria y Agricultura Ecológica. Elaborado a su vez a partir de las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas.

euros, el 40% del mercado comunitario (con casi 8 000 millones de euros), y uno de los más destacados para la venta ecológica.

Merece la pena pues, repasar algunas reglas básicas de la agricultura ecológica<sup>23</sup> (Anónimo, 2006a):

## 1. Fertilización

Para mantener la fertilidad del suelo es fundamental prescindir de los productos químicos solubles, porque inhiben la actividad de los microorganismos del suelo. La correcta fertilización, basada en la materia orgánica, proporciona el medio en que dichos microorganismos se desarrollan, resultando fundamentales para la liberación de los nutrientes, ya sea descomponiendo la materia orgánica o haciendo solubles los que estuvieran en forma mineral.

La fertilidad y la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidas o incrementadas por medio de las prácticas siguientes:

- a. Cultivo de leguminosas, abono “verde” o plantas de enraizamiento profundo, con arreglo a un programa de rotación plurianual.

Las rotaciones de cultivo son cruciales para sostener la fertilidad de forma continua. Se procura alternar cultivos de familias diferentes, cultivos con raíz superficial y cultivos con raíz profunda, así como cultivos de fruto, de tallo o de raíz. Dentro de la rotación, se efectúan abonos verdes, los cuales se siegan y se entierran. Los abonos verdes más tradicionales son las leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno directamente de la atmósfera; las crucíferas, por lo profundo de su raíz, lo cual permite movilizar nutrientes profundos (coles, rábanos, etc.) y las gramíneas, por la cantidad de masa vegetal que producen (maíz, centeno, cebada, etc.). El abono verde no se entierra en fresco ni demasiado profundo, ya que necesita aire.

- b. Incorporación de estiércol procedente de la ganadería ecológica, sin exceder los 170 kg/ha/año de nitrógeno. Cuando no existe estiércol de ganado ecológico, se puede utilizar el de ganado convencional extensivo, teniendo en cuenta las consideraciones de la legislación vigente o de los organismos de control (Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica, CRAE).

La cantidad es importante, porque la materia orgánica puede acumularse y no se mineraliza con la suficiente rapidez (es el caso, por ejemplo, de las zonas agrícolas del centro de Europa, donde los suelos permanecen fríos y encharcados gran parte del año), lo cual produce tanto exceso de nitratos en

---

<sup>23</sup> Se sigue la normativa española, aunque son normas básicas y generales en agricultura ecológica.

las hojas de las hortalizas, como en el suelo (contaminación de las aguas subterráneas).

- c. Incorporación de cualquier material orgánico, compostado o no, procedente de agricultura ecológica. El compostaje consiste en acelerar la formación de humus (a partir de materias vegetales), lo cual ocurre de forma muy lenta en los suelos naturales de las zonas frías o templadas. Para hacer *compost* se deben mezclar materias que tengan abundancia de nitrógeno y/o hidratos de carbono (como estiércol, purín, vegetales verdes, restos de siega, hierba o restos de leguminosas), materias con abundancia de carbono (como serrín, restos de arbustos, restos de poda, paja, vegetales secos) y agua, en presencia de oxígeno, el cual se obtiene dejando la pila formada sin compactar y volteándola periódicamente. Conviene regar la pila con frecuencia, de modo que se mantenga la humedad y la vida de microorganismos e invertebrados (la trabajadora lombriz, sobre todo), así como tapparla, preferentemente con paja seca. No todos los productos naturales están permitidos como abonos, tal es el caso la urea, debido a su excesiva solubilidad en el suelo.

En un *compost* hecho adecuadamente, se alcanzan temperaturas de hasta 70 °C, lo que permite, como ventaja adicional, eliminar algunas semillas de malas hierbas presentes en las materias primas.

- d. Otros fertilizantes. También se permiten fertilizantes de origen animal (como harina de sangre, de pescado, de huesos y de plumas) y mineral en bruto (como el fosfato, la escoria de defosforación, sal potásica, sulfato de potasio con sal de magnesio, carbonato de calcio y magnesio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, cal industrial procedente de la producción de azúcar, azufre elemental, oligoelementos –hierro, cobre, molibdeno, manganeso, zinc, boro–, cloruro de sodio, polvo de roca). El nitrato de Chile, a pesar de ser una roca en bruto, no está tolerado en la agricultura ecológica, pues, como los nitratos de síntesis química o la urea natural o sintética, es muy soluble en el suelo.

Otros productos y subproductos orgánicos de origen vegetal para abonos son la harina de tortas oleaginosas, la cáscara de cacao, raíces de malta, algas y subproductos de algas, serrín y virutas de madera, mantillo de corteza, cenizas de madera (todas ellas han de estar sin tratar), vinaza y extractos de vinaza (orujo de uva, restos de la extracción del azúcar de la remolacha).

## 2. Lucha contra plagas y enfermedades

La forma de abonar descrita es fundamental para mantener el cultivo libre de plagas y enfermedades. El abonado con productos químicos solubles, especialmente nitrógenados, interfiere en el metabolismo de la planta y además de obligarla a

acumular agua y a crecer con demasiada exuberancia, atrae más a las plagas y la hace más sensible a sus ataques.

Varios estudios revelan que las plantas que crecen en suelos con gran contenido de materia orgánica y alta actividad biológica exhiben menor incidencia a las plagas, lo cual se atribuye a niveles menores de nitratos en el follaje (Altieri *et al.*, 2006).

Algunas otras prácticas para combatir las enfermedades en agricultura ecológica son las siguientes:

- a. La selección de especies y variedades adecuadas, como las autóctonas, las cuales están adaptadas a las enfermedades de la zona, o las variedades comerciales resistentes.
- b. Un adecuado programa de rotación, pues muchas especies de gusanos nemátodos y hongos del suelo, así como insectos, están especializadas en atacar a cierta familia de plantas, pudiendo eliminarlos al cambiar de cultivo.
- c. Medios mecánicos de cultivo. El laboreo del suelo puede ser eficaz contra ciertas plagas que viven en el suelo. Contra las malas hierbas no hay ningún herbicida autorizado, por lo que sólo se pueden combatir con medios mecánicos o térmicos (por ejemplo, sopletes de butano).
- d. Favorecer el desarrollo de los enemigos naturales de las plagas (como las mariquitas, por ejemplo), es otra forma eficaz de combatir las mismas, motivo por el cual se debe limitar al máximo el uso de productos fitosanitarios naturales, puesto que eliminan las plagas, pero también todo tipo de insectos, alterando el equilibrio natural. Conviene facilitar escondites naturales, plantando setos, por ejemplo, o cultivar plantas que favorezcan la cría de los insectos beneficiosos.

Algunos estudios demuestran que un manejo agroecológico del hábitat con la biodiversidad adecuada, requiere facilitar recursos (néctar, polen, refugios, etc.) para propiciar una óptima diversidad y abundancia de enemigos naturales de las plagas. El éxito de este diseño depende de la selección de especies de plantas, de los insectos asociados a las anteriores, o de la forma en que los insectos responden a la diversificación (Nicholls, 2006).

En ocasiones, el único remedio puede ser la cría de organismos beneficiosos y su suelta posterior (existen firmas comerciales dedicadas a tal actividad). Entre estos microorganismos tenemos el *Bacillus thuringiensis*, contra las larvas de lepidópteros (orugas, lagartas, etc.), la *Beauveria bassiana*, contra la mosca blanca, el *Trichocerca viridae* y el *T. harzianum*, contra los hongos, etc.

- e. Entre los insecticidas naturales (los no naturales están prohibidos) tenemos la lecitina, los aceites vegetales, las piretrinas, la rotenona, el aceite de parafina, los aceites minerales, la sal de potasio, etc.

- f. Entre los fungicidas contamos con el cobre (en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico u óxido cuproso), el sulfuro de cal, el permanganato potásico, la harina de cuarzo (o polvo de roca; se usa mucho como alternativa a las sales de cobre), la cera de abeja (para las heridas de poda) y el azufre (es el producto fitosanitario más común, incluso en agricultura convencional; es útil contra el oidio y contra ácaros en espolvoreo o en pulverización cuando está formulado como mojable).
- g. Otros. Trampas atrayentes: feromonas, fosfato diamónico, preteínas hidrolizadas. Helicidas: metaldehído. Maduración de plátanos: etileno.
- h. Algunas de las sustancias citadas deben ser reconocidas y especialmente autorizadas por el CRAE. Algunas sustancias no por ser naturales dejan de ser peligrosas, como la rotenona, motivo por el cual deben tomarse las mismas precauciones que se toman con los productos convencionales (mascarillas, guantes, etc.). El agricultor ecológico debe ser lo más autosuficiente posible, por lo que es frecuente la fabricación de caldos o macerados preventivos de plantas (caldo obtenido tras la fermentación de plantas, durante varios días) a base de ortigas, cola de caballo, valeriana, etc. Los buenos efectos de estos caldos se deben al aumento de resistencia por su efecto fertilizante, a la inducción de síntesis de fitoalexinas (toxinas naturales producidas por la planta en respuesta a una afección), o a la multiplicación de microorganismos beneficiosos.

### **3. Material de reproducción**

La semilla y material de reproducción vegetativa empleados deberían proceder de la agricultura ecológica, sin embargo, teniendo en cuenta que aún no existe suficiente oferta de tales semillas, se permiten las procedentes de agricultura convencional, siempre y cuando las plantas no hayan sido tratadas con productos no autorizados, no sean transgénicas, no haya disponibilidad de esa especie y variedad en el mercado de la agricultura ecológica, y se haya pedido autorización al organismo de control.

Las plantas de semillero se han de producir empleando semillas, sustratos, fertilizantes y tratamientos autorizados por el organismo de control. Los plantones de especies leñosas todavía no están regulados.

### **4. Regadío**

Con carácter general, están prohibidas las prácticas contaminantes o que comprometan a largo plazo la fertilidad del suelo, motivo por el cual, se prohíbe el uso de agua depurada para regadío y se exige que la instalación de riego se encuentre separada de toda red en la que haya mezcla de agua depurada o residual.

El agua depurada de origen urbano o industrial contiene, además de microorganismos patógenos que podrían causar problemas de salud, cantidades inaceptables de metales pesados (que se acumulan en el suelo y no se eliminan), de fósforo y nitrógeno disueltos (prohibidos de esta forma), así como de boro, cloro y otros elementos procedentes de los productos de limpieza (que son tóxicos, cuando se encuentran en exceso).

Se admite, sin embargo, el agua procedente de depuración por lagunaje, plantas acuáticas o filtración del agua residual de la propia vivienda, siempre y cuando no se usen los productos citados. También se tolera el regadío con agua de origen urbano o industrial cuando es depurada con tratamiento terciario y la analítica correspondiente demuestra la ausencia de contaminantes y patógenos.

El riego con agua excesivamente salina, manejada inadecuadamente, sin añadir las enmiendas necesarias, y sin tener en cuenta la fracción de lavado a la hora de calcular las necesidades de agua, compromete la fertilidad del suelo y tampoco se admite en agricultura ecológica. No obstante, los suelos salinizados pueden llegar a regenerarse con las prácticas adecuadas.

## 5. Reconversión de terrenos

Todas estas normas deberán haberse empleado en las parcelas durante al menos dos años, o, en el caso de los cultivos perennes, durante al menos tres años antes de la primera cosecha con derecho a ser comercializada con el sello de “agricultura ecológica”. El plazo se cuenta a partir de la fecha comprobada del último tratamiento o abonado con productos no autorizados, o, si no hay constancia, a partir de la fecha de la solicitud de inscripción.

Si existen pruebas o garantías suficientes de que, en un período de tres años antes de la solicitud, la finca estuvo libre de tratamientos o abonados no autorizados, el plazo puede reducirse.

Durante el primer año, conocido como “año cero”, los cultivos se han de comercializar como si fueran convencionales. Durante el segundo año (o segundo y tercero, en el caso de los cultivos perennes) se permite la indicación “reconversión a la agricultura ecológica”.

## 6. El sistema agrícola como sumidero de CO<sub>2</sub>

Lejos de lo que pueda pensarse, la agricultura ecológica resulta más beneficiosa que la convencional incluso en países menos desarrollados, donde el “todo vale” conduce a los terrenos productivos, poco a poco, hacia la insostenibilidad. Múltiples estudios lo han demostrado.

Por ejemplo, un estudio realizado en Brasil, por varios investigadores, demostró que el agua utilizada en agricultura ecológica tenía una calidad un 13% superior a la de los cultivos convencionales; la ecología del paisaje también era un 20% superior en AE; la fertilidad del suelo era un 50% superior; el valor sociocultural era un 7% superior (más empleo, mayor seguridad y salud con menor riesgo); la rentabilidad económica era un 3% superior, y la gestión y administración fue un 74% superior debido a que los agricultores ecológicos reciben orientación de diversos organismos. Tres indicadores fueron sin embargo negativos en ambos tipos de agricultura: la calidad del empleo, el acceso a los servicios básicos y el acceso al ocio, lo que indica que las condiciones del empleo deben ser mejoradas en todos los casos (Valarini, 2005).

Las conclusiones de estos estudios siempre son que la agricultura ecológica puede evitar desastres agrícolas globales, como los monocultivos, que son un grave problema en toda América y otras partes del mundo, debido a la pérdida de biodiversidad y a los riesgos de extinción de especies y variedades autóctonas; los riesgos de incendios; el uso de agua de riego con productos cada vez más tóxicos<sup>24</sup> (el aumento de población y la escasez de agua van a obligar a utilizar cualquier tipo de agua, sin la suficiente calidad); la escasez de opciones en la comercialización; el escaso reciclaje de residuos; y la amenazante y devastadora agricultura transgénica.

Por si fuera poco, investigadores de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica y de otros organismos han demostrado que este tipo de agricultura puede reducir sensiblemente las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que se trata de un sistema permanente de producción sostenida (no se desplazan los cultivos por agotamiento del suelo), por el ahorro energético que supone el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la ausencia del uso de fitosanitarios, y fertilizantes de síntesis y los bajos niveles de la externalización en la alimentación del ganado (la AE ahorra un 50% de energía con respecto a la agricultura convencional).

---

<sup>24</sup> El agua es casi siempre el receptor final de todos los contaminantes. En Europa existen unas 30 000 sustancias químicas que se encuentran en todas partes: en la ropa, en los juguetes, en los muebles, en las pinturas, en los ordenadores, en los productos de limpieza y, cómo no, en los pesticidas, herbicidas, comidas y conservas. El 99% de estos productos químicos son anteriores a 1981, desconociéndose sus efectos sobre la salud o el medio ambiente. Los científicos afirman que están detrás del aumento de casos de cáncer, asma, alergias y problemas hormonales. La Unión Europea trata de ordenar este caos con registros como REACH y otras normas, si bien la poderosa industria química (con 600 000 millones de euros anuales, 1,7 millones de empleos directos y 3 millones de empleos indirectos) le va a poner las cosas difíciles (por lo pronto, REACH únicamente obligará a analizar con el suficiente detalle entre el 10% y el 30% de las 30 000 sustancias mencionadas).

La eficiencia de captación de carbono en sistemas de producción ecológica es de 41,5 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea, mientras que en los sistemas de producción convencional se reduce a 21,3 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea<sup>25</sup>. Igualmente, la tasa de absorción de CO<sub>2</sub>/ha/año es superior cuando se mejoran las técnicas de cultivo por reducción del laboreo (1,42 t CO<sub>2</sub>/ha/año), por uso de estiércol o compostaje (1,38 t CO<sub>2</sub>/ha/año), por abono con restos de cultivos (2,54 t CO<sub>2</sub>/ha/año), por reducción de la intensificación (1,98 t CO<sub>2</sub>/ha/año), por agricultura ecológica (hasta 1,98 t CO<sub>2</sub>/ha/año), o en cultivos bioenergéticos (2,27 t CO<sub>2</sub>/ha/año) (García *et al.*, 2006).

Estos datos son de particular importancia en el contexto que estamos tratando, puesto que justifican totalmente la inversión en este tipo de capital natural. El artículo 3.4 del Protocolo de Kioto dice que el secuestro de carbono en los suelos agrícolas (sumideros agrícolas) puede ser contabilizado en el balance total de CO<sub>2</sub>, lo que se traduce en créditos de carbono que podrán ser comercializados.

#### 4.7.2. Los cultivos energéticos

Entre las estrategias energéticas europeas se encuentra la de sustituir el petróleo en el transporte por biocombustibles, con el objeto de emitir menos CO<sub>2</sub> a la atmósfera y ganar autonomía energética, para lo cual pretende que estos últimos aporten en el año 2010, el 5,75% del combustible total del transporte (Directiva 2003/30, de 8 de mayo). En España, algunas organizaciones piden que esta obligación se adelante al año 2008. El transporte, con un consumo del 30% del total de energía de la UE, en auge creciente, lleva a aumentar la producción un 25% cada año.

El sector en Brasil aporta un par de datos interesantes. Allí, 1,5 millones de agricultores producen bioetanol suficiente para un millón de coches, es decir, el 40% de los automóviles. En México son conocidos los disturbios populares que existieron desde primeros de 2007 por la escasez del maíz necesario para sus típicas tortas, ya que la demanda de Estados Unidos para producir bioetanol (donde el 22% de los automóviles utiliza este combustible) elevó el precio del grano a niveles desconocidos.

La fiebre del biocarburoante alcanza a todos los países de Europa, incluida España, que produjo en 2004 unas 207 000 toneladas, sólo por debajo de Alemania (1 055 000 toneladas), Francia (450 000) e Italia (320 000). Actualmente están previstas multitud de plantas productoras por toda la geografía y puertos de España.

---

<sup>25</sup> Si bien, nuevos datos parecen sugerir que la radiación ultravioleta rompe los enlaces de la materia orgánica, produciendo CO<sub>2</sub>, el cual en vez de entrar en la biota vuelve a la atmósfera. Podría ser que el secuestro de carbono por parte de los sistemas naturales sea menor del que se piensa.

El siguiente paso es el desarrollo del consumo, pues, dejando a un lado Cataluña (con unas 60 biogasolineras, a primeros de 2007), existen regiones que apenas cuentan con un surtidor, dedicándose la mayor parte de las fábricas a la exportación. Conectar producción con consumo resulta vital para un buen aprovechamiento sinérgico de la revolución energética, ya que uno de los efectos derivados del auge del biocarburante es el que concierne a la producción y revolución agraria que está a punto de llegar. La sustitución en la UE de un 10% del combustible fósil por biocarburantes para el transporte, conlleva el cultivo del 40% de las superficies agrarias aprovechables, con todo lo que supone, además, en cuanto a cambios en distribución, relaciones comerciales o logística.

A efectos de inversiones en capital natural, diremos que una planta de biodiésel de 250 000 t/año, que use productos vegetales directamente, requiere una inversión de 40 a 50 millones de euros, y permite crear entre 40 y 70 empleos directos y hasta 250 indirectos (pues, entre otros, necesita cultivar unas 350 000 ha de girasol, colza, soja, palma, etc.).

Pero no creamos que en la nueva revolución del biocarburante todo resulta ventajoso. Es cierto que, entre otros macro-proyectos, los Estados Unidos, por ejemplo, firman grandes acuerdos con países, como Brasil, para la producción de bioetanol a gran escala, lo que podría dar trabajo a miles de campesinos en todo el mundo<sup>26</sup>. Pero, hay que tener cuidado y hacer bien las cuentas.

Por lo pronto, esa nueva revolución agrícola, que va a discurrir paralela a la energética, no puede (no debe) hacerse de nuevo a costa del agricultor, el cual debe seguir trabajando de sol a sol para que otros (industria y distribuidores) se lleven la mayor parte de los beneficios. Habrá que vigilar igualmente muy de cerca que este nuevo *maná* no conlleve más deforestación para hacerse con terrenos cultivables. Y también que los medios de transporte, sobre todo marítimos, sean ecoeficientes y no emitan más carbono del que se ahorrará con el uso de biocombustibles.

Además, habrá que asumir que la población continúa aumentando, que tenemos que seguir comiendo, y que por cada hectárea de cereales producidos para la industria del bioetanol, se pierden 2 744 kg de cereales para la alimentación. Multiplíquese por las 350 000 ha que precisa una planta de 250 000 t de biodiésel y veremos que no es para tomárselo a la ligera. Estamos hablando de muchas bocas y ya hay bastantes vacías...

Y un peligro más: los cultivos energéticos van destinados a una fábrica y no a un estómago, lo que puede hacernos caer en la tentación de fertilizar el suelo y combatir las

---

<sup>26</sup> Estados Unidos y Brasil lideran una iniciativa mundial de impulso al etanol, al que se han unido países como Italia o Reino Unido, con el fin de renovar totalmente las fuentes energéticas. Italia negocia proyectos con países africanos, como Angola o Mozambique.

plagas con cualquier tipo de producto químico, ya que no importa mucho la calidad del producto obtenido. Pero, la agricultura ecológica no sólo es beneficiosa para la salud del ciudadano, sino también para la salud del suelo, del agua y del planeta.

Existen muchas multinacionales del sector químico y genético frotándose las manos, por lo que un despiste en este asunto (con el exceso abusivo de fertilizantes químicos que sospechamos, así como con un uso indiscriminado de semillas transgénicas, o con inmensos desiertos de monocultivos super-intensivos) podría llevarnos a convertir millones de hectáreas en vertederos improductivos, y el mundo en un estercolero.

Así que los gobiernos todavía están a tiempo de esforzarse, aunque con celeridad, en varios asuntos:

- a. Asegurar que tanto las políticas generales (reglamentación de biocarburantes) como las particulares (estudios de impacto ambiental y de impacto estratégico), analizan el ciclo de vida total desde las materias primas (plantaciones) hasta el producto final, controlando, sobre todo, que en ningún caso produzca deforestación (el terreno forestado **debe** ser más rentable que cualquier tipo de cultivo).
- b. Asegurar un sistema en el que se pague bien al productor, tanto por el hecho de que estamos hablando de una materia prima que va a sustituir a otro recurso de gran valor (el alimento), como por el hecho de que esta nueva revolución energética del mundo desarrollado no debe volver a esclavizar al campesino del mundo en desarrollo.
- c. Asegurar un sistema de cultivo que no convierta los espacios agrícolas en vertederos por el hecho de que el producto obtenido no está destinado a alimentación (la agricultura energética no debe estar reñida con la agricultura ecológica).

Finalizaremos este apartado con una oferta. Si antes hemos hablamos de los nuevos mercados del carbono o del agua, ¿por qué no ir pensando en un mercado de la agro-ecología?

Comprobamos que existen bancos privados de restauración de humedales o bancos de conservación forestal, ¿por qué no habrían de existir “bancos de conservación de los espacios eco-agrícolas”? Las empresas que deseen invertir en capital natural con el fin de compensar sus emisiones, comprarían acreditaciones en estos bancos, los cuales serían los encargados de tratar con los agricultores ecológicos para que apliquen y conserven las sanas técnicas de sus ancestros, aunque fortalecidas con los conocimientos ecológicos de hoy en día. El dinero que pagasen las empresas e industrias por cada acreditación de una hectárea, sería

entregado al agricultor, quedándose el banco con su parte de beneficios. De este modo, el campesino recibe un extra por cada hectárea cultivada con buenas prácticas que se añade a sus ingresos habituales.

Tal y como vimos que hacía el gobierno mexicano, con respecto al mercado del agua y la biodiversidad, los gobiernos también podrían ser los clientes de este nuevo mercado: pagarían las acreditaciones para que los campesinos conserven las buenas prácticas, pasando la financiación gradualmente al consumidor (que somos todos los ciudadanos).

Por si alguien pensaba que es muy difícil que los gobiernos actúen con celeridad ante la nueva revolución de los cultivos energéticos, acabamos de ver una forma muy práctica de intervención.

## 4.8. Capital marino y capital pesquero

Otro tipo de capital en el que se debe actuar de forma urgente, es la inversión en espacios marinos protegidos o reservas marinas y, en este caso, no sólo por pura protección sino por pura economía (Dixon *et al.*, 1990).

El capital creado por el hombre nunca podrá sustituir al capital natural, como lo demuestra el ejemplo de la pesca. Hasta hace unas décadas, las capturas pesqueras tenían un límite humano, pues aún no existían suficientes barcos (capital creado por el hombre) para agotar los caladeros. Actualmente la situación se ha invertido: los límites de capturas los pone la naturaleza, puesto que por muchos buques que construyamos, no vamos a pescar más (las poblaciones pesqueras ya se han agotado). Es obvio que para mantener la riqueza, el hombre debe mantener el capital natural y mejor todavía si lo mantiene en su óptimo de producción.

En el sector de la pesca se ha hecho todo lo contrario a lo que manda la razón: se agota caladero tras caladero, hasta el punto de llegar a colapsar las pesquerías. El 75% de las reservas de pesca están sobreexplotadas, agotadas o en vías de recuperación, según la FAO. El sector pesquero únicamente se mantiene porque han aumentado los precios del pescado y las subvenciones, y, aún así, se aprecia cómo el empleo se agota día a día. El, para muchos, perverso sistema de subsidio público a la pesca, prolongado inexplicablemente desde hace décadas, ha conseguido que el pescado llegue a valer menos de lo que cuesta obtenerlo: los autores Myers y Kent (2001) citan un precio de mercado para la pesca estimado en 70 000 millones de dólares, en 1989, mientras que capturar ese pescado costó 124 000 millones.

Y cada vez la pesca se encuentra más amenazada. El informe “Vendiendo nuestros océanos”, presentado por Daniel Mittler, asesor de Greenpeace, en Nairobi,

señala que relanzar las estancadas conversaciones de la Organización Mundial de Comercio (OMC) para liberalizar los aranceles del sector pesquero “sería un desastre para los océanos”. Iniciadas dichas conversaciones en 2001, en Doha, se paralizaron en 2006 y ahora algunos países pretenden relanzarlas de nuevo. Diversos estudios señalan que entre los efectos a largo plazo de dicha liberalización estaría una aún mayor sobreexplotación de los océanos.

La demanda mundial de pescado crece por el incremento poblacional y por las modernas tendencias a comer alimentos beneficiosos para la salud (además de por otras razones). Según la FAO, la pesca sustenta a unos 200 millones de personas y aporta la quinta parte de las proteínas que necesitan alrededor de 2 600 millones de individuos.

Con un consumo medio mundial de unos 16 kg de pescado por persona y año<sup>27</sup>, la producción total de pescado en 2002 fue de 133 millones de toneladas, con un 40% procedente de la acuicultura, un 21% más que en 1992. En 2004, esta producción llegó a los 140 millones de toneladas (con un 32,4% procedente de la acuicultura). En 2005 la producción mundial fue de 141 millones de toneladas, de los que un 33,9% procede de la acuicultura. Y se prevé que para 2015, la producción total ascienda a unos 180 millones de toneladas, con una buena proporción procedente de las granjas de cultivo.

Así pues, el mismo mercado agro-ecológico que acabamos de sugerir, se puede y se debe aplicar a los espacios marinos sostenibles. Cuando hablamos, líneas arriba, del nuevo mercado de los caladeros, seguramente no nos percatamos de que era el único que se refería a la conservación del recurso, más que a la conservación de un determinado espacio marino.

Consideramos de suma urgencia hacer evolucionar el mercado de los caladeros desde la conservación del recurso a la conservación de los espacios marinos, incrementando el sentido de propiedad del pescador y haciendo pasar los derechos de propiedad de los recursos (Cuotas Individuales Transferibles, CIT) a los derechos de propiedad de los espacios marinos (Doménech, 1996c, 2005). Experiencias como determinados tipos de gestión de pesquerías de Nueva Zelanda, demuestran que los recursos responden a una gestión racional basada en reservas pesqueras (Anónimo, 2007a), tal y como analizaremos con más detalle en el siguiente capítulo.

Enric Sala, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, es uno de los muchos científicos que participan de esta, cada vez más vital, necesidad de

---

<sup>27</sup> Los españoles consumimos una media de 45 kg/persona/año, casi el doble de la media europea, aunque menos que los portugueses y los lituanos.

efectuar una gran reconversión pesquera. Participó en diversos estudios y determinó que la pérdida de biodiversidad perjudica cada vez más la capacidad del mar para mantener los servicios que nos ofrece, entre ellos la producción de alimentos, la regulación del clima o la depuración de sustancias contaminantes.

El problema es pues económico y no meramente ecológico, como piensan algunos: si el mar no realiza esos servicios por nosotros, nosotros tendremos que hacerlos por él, con el consiguiente desembolso económico. Las conclusiones a las que llega este investigador, como muchos otros, son claras: el envío de buques pesqueros a aguas cada vez más lejanas es tan absurdo como incoherente o injusto; el mantenimiento de la flota comercial a base de subsidios es totalmente insostenible; la pesca intensiva debe sustituirse por una pesca extensiva, racional y coherente; y, en definitiva, como las transiciones no se ejecutan de forma drástica o repentina, hay que incrementar muy sustancialmente el número de áreas marinas protegidas y reservas pesqueras donde se puedan desarrollar esos nuevos tipos de pesca, de forma paralela a la pesca tradicional... Y, por supuesto, involucrar a los pescadores tanto en su gestión como en su aprovechamiento económico.

Menos del 1% de las aguas marinas territoriales españolas están protegidas. No obstante, según el ecólogo Van der Berg y los planteamientos de sus últimos estudios, con más reservas marinas se podría restablecer la biodiversidad, mejorar hasta cuatro veces la productividad pesquera y lograr ingresos complementarios gracias a la atracción turística (Van der Berg, 2007).

Pero, en el caso de este nuevo mercado, se hace más necesaria la colaboración de los Gobiernos, ya que, si hablamos en términos de huella ecológica, los espacios marinos son mucho menos rentables que los espacios agrícolas o forestales: la productividad media de los océanos es de 29 kg/ha/año, mientras que la productividad forestal media es de 2 m<sup>3</sup>/ha/año, y la de los cereales 2 744 kg/ha/año.

## **Relación capital marino-capital fluvial**

Aunque era un efecto muy conocido, en el año 2004 un grupo de científicos del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la Universidad Politécnica de Cataluña, cuantificó cuánto influyen las aportaciones de los ríos en la producción pesquera de las desembocaduras y zonas adyacentes. Este estudio, presentado en la VI Reunión Foro Científico de la Pesca Española en el Mediterráneo, vino a determinar los efectos perjudiciales, no siempre asimilados, de cuantos obstáculos se ponen al libre fluir de las masas fluviales, tales como presas, regadíos masivos o trasvases. Contribuyó, en definitiva, a cambiar la idea de que “el agua de los ríos que llega al mar, se pierde”.

En concreto, se determinó que cada metro cúbico de agua por segundo del río Ebro que llega al mar, durante el período de reproducción de la anchoa, puede representar 204 kg de la captura mensual obtenida un año más tarde.

Si a estos datos añadimos que el Delta del Ebro constituye una de las zonas de mayor biodiversidad del Estado Español y la segunda zona húmeda más importante de Europa, se pueden intuir los efectos que tendrían los antiguos planes para trasvasar las aguas del Ebro sobre el ecosistema y la pesca. Afectaría a toda la pesca de bajura de esa área y por extensión a toda la pesca del Mediterráneo, a causa del transporte de los nutrientes de las corrientes marinas.

El estudio evidencia que los ríos son los fertilizadores del mar (además de reguladores de otros parámetros ambientales), y que los nutrientes incrementan la concentración de fitoplancton, que es el primer eslabón de la cadena alimenticia, y de especies de rápido crecimiento, como la sardina o el boquerón. Se observa, por tanto, el inmenso valor de este otro capital natural que son los ríos y la importancia de considerar las relaciones entre diferentes ecosistemas.

Datos elocuentes son los que se refieren a la producción pesquera de la desembocadura del río Nilo, donde, antes de la construcción de la Presa de Asuán, las capturas de sardina ascendían a 18 000 toneladas, mientras que después se redujeron un 95%. Con anterioridad a tal construcción, llegaban al mar 124 millones de toneladas de nutrientes al año, ahora el 89% de esa cantidad queda retenida en el embalse. En el Ebro existen más de 200 embalses que retienen el 99% de los nutrientes que transportaba originalmente. Este hecho, común a otros grandes ríos europeos, da lugar a que el Mediterráneo sea, actualmente, un mar más bien pobre. Algunos científicos del Instituto Español de Oceanografía proponen reservas pesqueras en las desembocaduras de los ríos, donde la producción es elevada y el reclutamiento de juveniles aumenta.

Obviamente, la conservación de estas zonas y el consiguiente incremento de la productividad natural, conlleva un alza de capital natural y una reducción de huella ecológica para sus “propietarios” o gestores.

Por tanto, los Gobiernos deben apoyar la inversión en este tipo de capital, con el fin de que al inversor le resulte tan rentable (es decir, que le permita compensar emisiones de CO<sub>2</sub>) como invertir en capital forestal o agrario.

No añadiremos más en este momento, pues consideramos este tipo de capital tan esencial para la salud del planeta y del ser humano, que creemos que merece dedicarle todo un capítulo.

## 4.9. Conclusiones

### 4.9.1. Un cambio en marcha

En marzo de 2007, la consultora Price Waterhouse Coopers reveló un informe que aseguraba que las empresas son vitales para asegurar la conservación de la biodiversidad. Describía algunos proyectos de conservación referidos al ecoturismo en Costa Rica y Namibia, y a la conservación forestal en Brasil.

En julio de 2005, el presidente de ENCE, una de las principales fábricas de celulosa y papel, declaraba que la empresa había obtenido una gran ventaja competitiva al ser propietario de más de 140 000 ha de bosques y por la posibilidad de introducirse en el mercado de la generación de energía a través de la biomasa.

En octubre de 2003 se presentaba el primer sumidero de carbono europeo, en el parque natural de Peneda Geres, en el norte de Portugal, con una capacidad de absorción de unas 70 000 t CO<sub>2</sub>/año. Los promotores anunciaban, a la vez, la sencillez de su funcionamiento: una empresa, que emite una determinada cantidad de carbono, compra al sumidero los créditos necesarios para absorber dicha cantidad, compensando así su impacto. Los propietarios del sumidero perciben así un beneficio extra y, a cambio, se encargan de mantener el bosque.

En febrero de 2007, el Gobierno Alemán anunció que compensaría todas las emisiones de CO<sub>2</sub> que se derivasen de sus viajes oficiales. La compensación consistirá en invertir el equivalente en proyectos energéticos y ambientales (plantas solares o de biomasa) en países en desarrollo. El objetivo de estos viajes “neutrales para el clima” es ahorrar en alguna parte las emisiones generadas en otra.

En 2005 aparecía en Alicante la empresa Ecobosques, destinada a vender pequeños lotes de capital natural. Con más de 1 000 ha de bosques gestionadas de forma sostenible y ecológica ofrecen una inversión a largo plazo ideal para complementar una pensión; según los promotores es la eco-jubilación y se venden lotes de 10 árboles que se mantienen 16 años hasta su tala y venta como madera.

En marzo de 2006, la empresa Siemens y el Gobierno de Aragón plantaron 10 000 árboles en la zona aragonesa de Las Bárdenas, con motivo de la celebración del Día Mundial Forestal. A lo largo de su vida, estos árboles absorberán más de 200 t CO<sub>2</sub>. La empresa Siemens es pionera en responsabilidad social y en responsabilidad ambiental.

En junio de 2004 se anunciaba que Portugal contará con la primera de las cinco ciudades ecológicas del mundo, la cual perseguirá el objetivo cero carbono (balance global final de carbono cero). Ello se conseguirá implantando medidas de ecoeficiencia, materiales verdes, energías renovables, uso de recursos locales, transportes limpios, o

conservación del capital natural del entorno. Apoyadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el resto de ciudades se construirán en Estados Unidos, China, África del Sur y Australia, y cada una de ellas albergará a unas 5 000 personas.

En abril de 2007 se anunciaba que, ya no sólo las empresas, sino cualquier persona podrá adquirir derechos de emisión de CO<sub>2</sub>. La Bolsa Española de Derechos de Emisión de CO<sub>2</sub> (Sendeco2), creada en 2004, lanzó el Mercado Voluntario de CO<sub>2</sub>, por el cual cualquier ciudadano, firma o entidad que lo desee podrá comprar derechos de emisión para compensar los impactos de sus actividades. Tal iniciativa ha sido suscitada por el interés de numerosas empresas, particulares y diversas ONG en adquirir derechos de emisión.

Son pequeñas noticias que van apareciendo día tras día en los medios de comunicación, y que nos demuestran que, sin duda alguna, algo está cambiando en la forma de concebir y tratar a nuestro entorno inmediato.

#### 4.9.2. Una nueva oportunidad

Ese cambio podría indicarnos que tenemos una nueva oportunidad de reconducir el, hasta ahora, nefasto desarrollo global sin necesidad de acudir a los grandes traumas del pasado<sup>28</sup>. Quizás ha llegado el momento de abandonar el individualismo y el egoísmo innato de la especie y empezar a pensar en una globalización de verdad, sin trampa, completa; es decir, en una globalización sostenible.

La posibilidad de que las organizaciones y, sobre todo, el sector empresarial, irrumpa en la cooperación al desarrollo, vía inversión en capital natural (y, más adelante veremos que, también en capital social y en capital humano global) permitiría, entre otros, dos objetivos adicionales:

- a. La conservación de las actuales masas forestales, e incluso su incremento, evitando así el peor de los atentados ecológicos globales (junto con el calentamiento global y la sobrepesca), como es la deforestación.

---

<sup>28</sup> El economista sueco Johan Akerman expuso en 1960 su “teoría del industrialismo”, según la cual el crecimiento económico ocurre siempre mediante grandes hitos que separan estructuras y etapas (“límites de estructura”). Ajustándose a este esquema, Akerman situó el primer límite de estructura para la Europa contemporánea inmediatamente después de las Guerras napoleónicas; el segundo, tras la Revolución de 1848, y el tercero, con la Guerra mundial de 1914 a 1919: “No es efecto del azar que los tres mayores acuerdos de paz de los tiempos modernos señalen tres límites estructurales (...) Los Tratados de Viena (1815), el Tratado de Francfort (1848) y el Tratado de Versalles (1920) dieron una nueva forma definitiva a la carta política y económica, pero desencadenaron, al mismo tiempo, las fuerzas que en algunos decenios estaban destinadas a aniquilarla...” (Tamames, 1992).

- b. Dignificar la agricultura como trabajo del que aún viven millones de personas en todo el mundo. La granja del futuro (véase la figura 4.1) deberá ser una granja que incorpore el valor inestimable (hasta ahora no valorado) de los ecosistemas, de la biodiversidad y de los servicios que realizaban, hasta ahora gratuitamente, para nosotros.

Las acreditaciones de los nuevos mercados, deben pagarlas tanto las empresas como las instituciones que deseen compensar sus consumos, sus desechos o su ocupación de espacio. Pero, existen otros “clientes” potenciales, como las ONG, sobre todo las conservacionistas a gran escala, las cuales deberían, en consecuencia, recibir los fondos institucionales necesarios para poder llevar a cabo tal cometido.

### 4.9.3. Una inversión rentable

No estamos hablando de altruismo, sino de rentabilidad. La rentabilidad de una inversión en capital natural puede incrementarse tanto aumentando la cantidad (más hectáreas) como la productividad (más kilogramos por hectárea), pero también consideramos necesario introducir en la granja del futuro la eco-transformación (transformación de la madera, transformación de los productos agrícolas, ganaderos o pesqueros, conservas, etc.).

Tal tarea supone la creación de cooperativas entre varias explotaciones, de modo que se retenga al menos parte del valor añadido, contribuyendo a esa dignificación del campo de la que hablábamos más arriba.

En los nuevos mercados del tipo “todos ganan”, se consigue rentabilizar la inversión (ya que crece la productividad y se crean más puestos de trabajo); hay una medra, por supuesto, en los ingresos del trabajador del campo; se mejora el desarrollo social de la zona, ya que se introduce la industrialización básica; y se conserva el medio ambiente. Desde luego, si los productos proceden de la agricultura, la ganadería o la silvicultura ecológica, la elaboración e industria agroalimentaria sería también ecológica, lo que supone un valor añadido.

Hemos visto, pues, tres tipos de ingresos que podrían ser vitales para el agricultor en el contexto de una globalización sostenible: a) el cobro por acreditaciones en los nuevos mercados; b) la revalorización de la agricultura por medio de la agricultura, la ganadería y la silvicultura ecológica; y c) la eco-transformación.

Recomendamos echar un vistazo por adelantado a la tabla 7.6, al final del último capítulo, para comprobar que la globalización “real” o sostenible no es ninguna utopía, pues existen modernas herramientas de gestión empresarial, bien tangibles, que permiten abordar este reto.

#### 4.9.4. El poder del consumidor

En ese desarrollo global y en esa revalorización del campo, no podemos olvidar el papel del consumidor, es decir, todos nosotros, los cuales solemos ampararnos en el tópico de que los problemas globales han de solucionarlos los políticos. No es así. Sería deseable, todo lo contrario, que los problemas globales pudieran ser resueltos por los consumidores (la fuerza más poderosa que existe<sup>29</sup>), pero, para ello, deberíamos ser más responsables y organizados.

Los países desarrollados han construido su desarrollo bajo la idea del abaratamiento de las necesidades básicas (comida, abrigo y refugio), lo cual es correcto cuando partimos de niveles de subsistencia, pero no cuando ya hemos alcanzado el desarrollo. De hecho, esa norma se rompe, en parte, con las prendas de abrigo, cada vez más sofisticadas, por las cuales algunos pagan verdaderas fortunas; y con la vivienda, pues, aunque nos resulte prohibitivo, siempre buscamos una mejor.

Sin embargo, con la alimentación doméstica, seguimos prefiriendo lo barato. Somos muy poco exigentes con la calidad de los alimentos, y hasta hace unos pocos años, nada exigentes. El 98% de los compradores no están interesados en saber si los alimentos tienen colorantes y conservantes; casi nadie mira el número de aditivos (las famosas “es”); y la cantidad de consumidores habituales de agricultura ecológica en algunas regiones es insignificante. Si no rompemos esa tendencia, acabaremos comiendo más química que comida (recordemos, por cierto, todas las modernas plagas, como las vacas locas, la peste porcina, la gripe aviar, etc., consecuencia todas ellas de las malas prácticas agropecuarias). Diré, como anécdota, que aún conservo una bolsa de caramelos gominolas que compré hace un lustro, el cual contenía ¡17 conservantes!, además de otros aditivos. Confieso que todavía no he salido de mi asombro, y lo conservo no sé si como reliquia o como antídoto.

Por lo tanto, con la agricultura ecológica los consumidores tenemos la oportunidad de modificar esas tendencias e intentar cambiar la afición hacia las videoconsolas por comida saludable. Es más, deberíamos exigir alimentos caros, comentario que quizás sorprenda a muchos, pero que intenta transmitir la idea de que si continuamos exigiendo a los agricultores que trabajen de sol a sol para que ellos malvivan y para que nosotros permanezcamos disfrutando de nuestros vicios electrónicos, seguiremos comiendo un alto porcentaje de basura. Una comida doméstica cara debería ser sinónimo de desarrollo y calidad de vida.

Este “quinto poder” es quizás un término más suave de lo que Francisco Fernández Buey llama “nuevo liberalismo”, para referirse a la desobediencia civil como arma

---

<sup>29</sup> Yo lo llamaría el “quinto poder”, tras los tres clásicos y los medios de información.

pacífica contra la injusticia, la manipulación y el cinismo institucionalizado, propugnada por el movimiento alterglobalizador del que hablábamos al principio del libro, y que parece llamada a convertirse en su principal estrategia (Fernández, 2004).

#### **4.9.5. Mensaje final**

En definitiva, esperamos haber dejado patente el gran valor económico que, poco a poco, van adquiriendo todos los sistemas naturales productivos. Hemos analizado tres grandes tipos de capital: el capital forestal, el capital agrario y el capital pesquero, los cuales van a constituir una más que interesante inversión en menos tiempo del que creemos. Este capital será imprescindible, además, para cualquier empresa u organización que desee compensar su huella o impacto total y aspirar al objetivo cero carbono.

La introducción del sector privado en la conservación del capital natural, como una parte más de su gestión empresarial, puede ser ese revulsivo que necesitamos para frenar, o al menos paliar, el desastre ambiental y social que se avecina. Con este capítulo, y el que sigue, esperamos contribuir a concienciar sobre dicha necesidad.

# 5

## El mar como capital natural: una conquista pendiente

### 5.1. Introducción

Hemos alcanzado la luna, pero todavía no hemos conquistado el principal de nuestros recursos naturales, aquel que compone casi las tres cuartas partes del mal llamado planeta Tierra. En el medio marino impera cierto caos derivado de algunas prácticas de navegación más propias de la época medieval; en él hemos ubicado nuestro vertedero planetario primordial; y en él practicamos, aún, el sistema económico más primitivo que conocemos, directamente heredado de nuestros antecesores paleolíticos: la caza-recolección o, lo que es lo mismo, la pesca extractiva.

No podemos abarcar la totalidad de aspectos que deberíamos tratar para demostrar lo mucho que aún podemos extraer del mar con un poco de cordura y respeto. Pero, sí daremos algunas posibles soluciones con respecto al tercero de los mencionados, al que el autor ha dedicado gran parte de su tiempo. De hecho, este capítulo sintetiza más de 30 años de trabajo y reflexión, pero también de contemplación, y quizás de veneración, hacia ese líquido elemento que nos ha otorgado la vida y que, en singular contrapartida, hemos visto machacar día tras día.

Contemplaremos en este capítulo la necesidad de integrar todos los sectores con intereses en el medio marino y en el litoral, así como la urgencia de cambiar los actuales métodos de gestión pesquera por nuevos sistemas de gestión más racionales y propios del siglo XXI.

Hablaremos del modelo de las tres “pes”, que desde hace años venimos promoviendo y que, poco a poco, va calando entre las mentes más dispuestas. Este modelo supone la aplicación de tres principios clave: 1) **Principio de protección:** desarrollo y potenciación de los espacios marinos protegidos y aplicación en los mismos de un sistema de gestión integrada del litoral de segunda generación;

2) **Principio de producción:** aplicación gradual, en dichos espacios, de los métodos de producción o maricultura, y desarrollo de los polígonos de acuicultura; 3) **Principio de propiedad:** aplicación, en estos espacios, del sistema de asignación de recursos por concesiones. Y todo ello, como decimos, englobado dentro del **principio marco de integración**.

Se propondrá, finalmente, incluir entre los nuevos mercados, el de los caladeros sostenibles, en el que los nuevos inversores podrían comprar acreditaciones, siempre y cuando se asegure una explotación realmente sostenible.

Con este capítulo cerramos el abanico de medidas que cualquier empresa u organización puede emprender para aspirar a la sostenibilidad ambiental total, bien por ecoeficiencia o bien por inversión en capital natural, para dar paso a las formas de alcanzar la sostenibilidad social y cultural.

## 5.2. El declive del sector pesquero

Una de las claves del desarrollo sostenible es que nuestras actuaciones presentes no pongan en peligro el sustento de las generaciones venideras. Pues bien, al igual que en el medio terrestre todos los problemas resultan nimios comparados con la deforestación y el creciente aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>, imposibles de absorber sin la suficiente biomasa, en el ecosistema acuático todo impacto resulta insignificante comparado con las consecuencias de la sobrepesca y de las malas prácticas pesqueras.

Hay que rendirse a la evidencia y decir que, a la vista de los acontecimientos, no parece que el futuro de nuestros descendientes nos interese mucho.

Y el problema no sólo proviene del desequilibrio ecológico que producen estas prácticas, sino, sobre todo, por el desequilibrio social al que nos vemos abocados. Si el Informe anual del Worldwatch Institute, “La situación del mundo 2004”, nos dice que harían falta tres planetas para saciar el consumismo global, el Informe “Los recursos mundiales 2004” nos recuerda que mientras 1 000 millones de personas dependen del pescado para obtener proteínas, el 75 % de los bancos de pesca están sobreexplotados o en el límite biológico. Es más, si la explotación de los recursos marinos vivos fuese racional y sostenible, el interés de la industria por su conservación y el pertinente sentido de propiedad, conllevaría la mejora de todos los demás impactos que afectan al medio marino (contaminación, erosión, organismos invasores, etc.).

Según los últimos estudios, la pesca industrial ha exterminado un 90% de los grandes peces depredadores, como el pez espada, el marlín y los grandes atunes. El bacalao de Terranova, que alimentó al mundo durante siglos, había casi desaparecido en

la década de los noventa, lo que constituye la tónica general de muchísimas pesquerías similares por todo el mundo. Desde hace años, se sabe cuáles son algunas posibles soluciones genéricas a este desastre, como rebajar el número de buques pesqueros, 4 millones, dispersos por el mundo, a menos de 2 millones (los necesarios para mantener cierta sostenibilidad); o disminuir drásticamente los 20 000 millones de euros con que se subvenciona anualmente a la industria pesquera; o hacer cumplir estrictamente las cuotas asignadas; o semi-prohibir la pesca del atún rojo mediterráneo; o crear grandes áreas marinas protegidas, como vamos a ver más adelante (Anónimo, 2007a).

Pero, nadie, ningún país ni ningún organismo internacional, se siente con la capacidad suficiente para abordar tales empresas.

Podríamos seguir hablando interminablemente del grave problema de los descartes pesqueros<sup>30</sup>, de la pérdida de biodiversidad por pesca de fauna acompañante o por alteración de fondos marinos, de los efectos devastadores de las flotas industriales desreguladas, de las innumerables estadísticas de la sobrepesca, etc., aspectos citados una y otra vez en decenas de informes (Anónimo, 1998; Lobón-Cervía *et al.*, 1996; McGoodwin, 1990; Safina, 1996; Doménech, 1996a).

Pero, no tiene sentido repetir constantemente las consabidas cifras que alertan del deterioro del sector pesquero, lo que urge es poner las medidas oportunas para desarrollar métodos que permitan recuperar la situación y el tiempo perdido. La Cumbre de Johannesburgo de 2002, por ejemplo, recomendó el restablecimiento de las reservas pesqueras para el año 2015. Nada diferente de lo que recomienda la ONU, la Unión Europea o cualquier organismo internacional o Administración pesquera.

Ni siquiera los métodos pesqueros considerados más artesanales son realmente sostenibles, pues la sostenibilidad sólo se logrará cuando la extracción de biomasa pueda ser compensada con la producción de biomasa. Esto es lo que se hace en tierra firme desde hace milenios y, a pesar de ello, incluso en la agricultura estamos muy lejos de la auténtica sostenibilidad (ya que para lograr un balance de carbono cero, hay que considerar, entre otros, el CO<sub>2</sub> emitido por la quema de combustibles en las diversas operaciones).

Las reflexiones expuestas en este capítulo son consecuencia de muchos trabajos, artículos y reflexiones, realizadas a lo largo de los años, entre los que podemos destacar Doménech (1988, 1996a, 1996b, 1996c), Arrollo *et al.* (2002) o Armas *et al.* (2002). En 1996, este autor ya presentó el plan de pesca sostenible que, convenientemente actualizado, se muestra en este capítulo (Doménech, 1996a).

---

<sup>30</sup> Gran cantidad de pescado que se tira por la borda por no cumplir las tallas reglamentarias u otros requisitos legales.

Uno de los trabajos más recientes en los que participé, y de particular interés para el asunto que nos ocupa, consistió en el estudio de una zona marina de notable valor, la cual se analizó desde el punto de vista de la gestión integrada de zonas costeras (Anadón *et al.*, 2004). Se denominó “Estudio para la conservación de la biodiversidad del entorno marino” y “Reserva Marina del Cabo Peñas”, y en el mismo se implicaron los departamentos de Biología de Organismos y Sistemas, de Geología y de Construcción e Ingeniería de Fabricación, de la Universidad de Oviedo; también participó el Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias, el Museo Marítimo de Luanco y la propia Autoridad Portuaria de Gijón.

La zona de estudio fue la costa y el entorno marino del Cabo Peñas, en el centro de Asturias y del Mar Cantábrico, en España (véase la figura 5.1), un enclave singular en el Golfo de Vizcaya por los efectos del cabo en la dinámica marina, ya que se encuentra cerca del cañón más profundo del mundo (el Cañón de Avilés) o por albergar especímenes legendarios como el calamar gigante. Desde entonces, se ha colaborado en interesantes proyectos de gestión litoral integrada, entre los que destaca el proyecto IMAPS, que abordaremos a continuación.

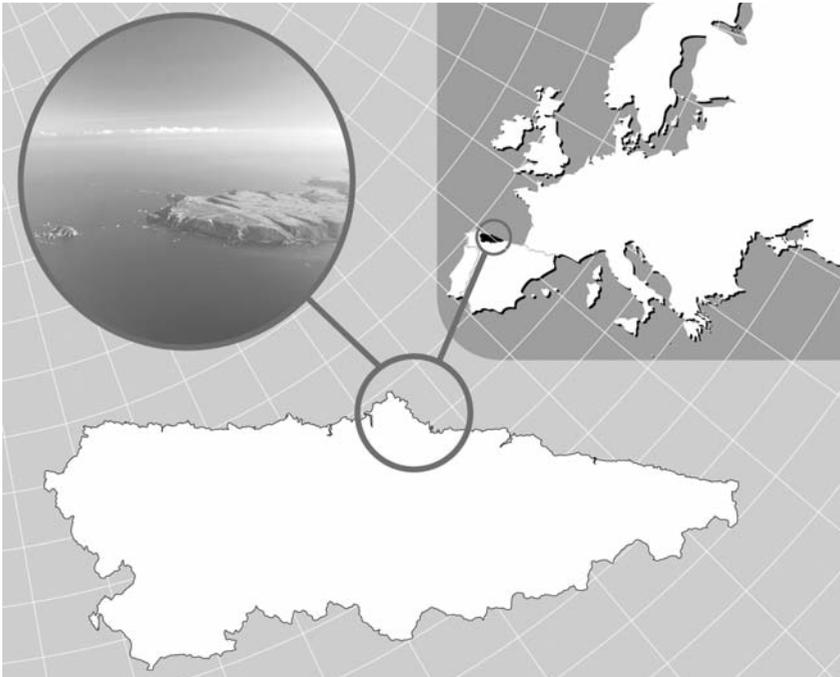


Figura 5.1. Una de las muchas áreas marinas donde se puede implantar un sistema de gestión integrada de zonas costeras (Cabo Peñas-Cañón de Avilés, Asturias, España).

## 5.3. Los principios del desarrollo marino y de la pesca sostenible

### 5.3.1. Principio de integración: gestión integrada de zonas costeras

Como era de prever, la futura política marítima europea contempla como una de sus estrategias fundamentales la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC, o, siguiendo sus siglas inglesas, ICZM), una de las principales y antiguas demandas de muchos estudiosos del medio marino.

La documentación existente sobre el particular es abundante, por citar algunos nombres: Bridge (2001), Parlamento Europeo (2002), Barragán (2003, 2004, 2006), Ministerio de Medio Ambiente (2005), Commission of the European Communities (2006), etc.

Desde la Autoridad Portuaria de Gijón venimos trabajando en gestión integrada del litoral desde hace unos años (Doménech *et al.*, 2004). En la actualidad se colabora activamente en varios proyectos, entre los que destaca IMAPS (*Integrated Management of Risks and Environment in Port Cities*), proyecto europeo INTERREG IIIC, financiado por la Unión Europea, en el que participan los países de Francia, Gran Bretaña, Italia, Rumania, Portugal y España.

En este proyecto se pretende integrar la gestión del riesgo asociado a la gestión costera industrial y a la gestión integrada de zonas costeras, como claves para una adecuada gestión litoral.

Esta última propuesta ha sido presentada a la Unión Europea, en la fase de consultas del Libro Verde para la futura política marítima europea, así como al proyecto MAREA del Buró Político de la Comisión Arco Atlántico, que propone establecer un plan de acción para la región asturiana como ejemplo de desarrollo costero. El proyecto MAREA pretende que Asturias sirva de modelo para toda la Unión Europea de la aplicación de una política marítima y costera integral.

Esta trayectoria, avalada por muchos otros informes, nos permite afirmar con rotundidad que la gestión pesquera más eficaz debe llevarse a cabo dentro de una política integrada, donde se puedan extraer todas las sinergias derivadas de la relación con el resto de sectores con intereses en el litoral y en el medio marino.

Las ventajas principales que aporta la propuesta de desarrollo e implantación de un label de calidad, serían las siguientes:

1. Permite gestionar el desarrollo sostenible de la zona certificada con una herramienta de gestión totalmente validada y admitida, la cual se audita

anualmente por organismos acreditados. Incremento de los beneficios económicos, sociales y ambientales, tanto para la zona certificada en su conjunto, como para las entidades certificadas que participen en dicha gestión.

2. Permite compatibilizar la gestión de todas las zonas certificadas.
3. Permite integrar la gestión litoral “en tierra” con la gestión litoral “en mar” (véase la figura 5.2). Hasta ahora, la mayor parte de los sistemas de gestión costera (planes de ordenación litoral) se referían más bien a las actividades de tierra, como urbanismo, cámpings, senderos litorales, gestión de playas, etc. Con esta integración de segunda generación (o ICZM-II), se incorporarían actividades hasta ahora poco ligadas a la gestión del litoral, como la pesca, el transporte marítimo, la investigación marina o los deportes náuticos. Los cinco macro-sectores que se consideran se pueden ver en la tabla 5.1. La herramienta básica de integración es el GIS, al que se le concede una importancia capital.
4. Permite la creación de un comité director (supra-administrativo), imprescindible para una gestión integrada, que deberá promulgar una política de intenciones, como parte del sistema.
5. Permite organizar la gestión por procesos, en la cual tienen cabida todos los sectores implicados en la gestión del litoral.
6. Permite desarrollar un programa de gestión o plan de acción, que debe incluir objetivos anuales auditables por una entidad certificadora.
7. Se incluyen cuatro procesos de obligado cumplimiento para toda zona o entidad certificada: el proceso de gobernanza, el proceso de gestión del riesgo, el proceso de I+D+i, y el proceso de desarrollo sostenible.

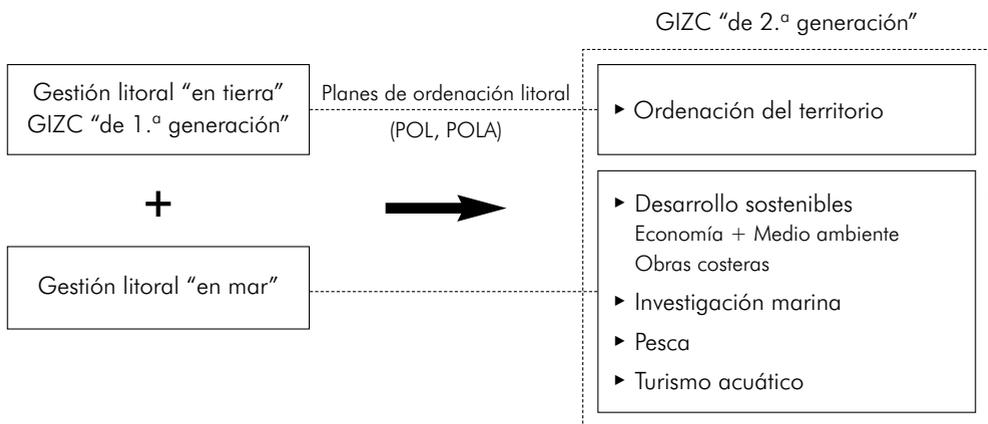


Figura 5.2. Gestión integrada de zonas costeras (ICZM) de segunda generación

Tabla 5.1. **Macro-sectores a integrar en un sistema de gestión integrada de zonas costeras de segunda generación o ICZM-II**

Grandes áreas a integrar	Organismos más representativos	Principales cometidos
1. Desarrollo costero sostenible (desarrollo económico, ambiental y social)	Puertos, costas, marina mercante, transporte marítimo, puertos autonómicos, demarcaciones hidrográficas, empresas, industria, construcción naval, energías <i>off-shore</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de los espacios protegidos (Reglamento de Costas, art. 101)</li> <li>• Separación del tráfico marítimo</li> <li>• <i>Short sea shipping</i> sostenible</li> <li>• Red de faros y centros de interpretación</li> <li>• Programas de educación ambiental</li> <li>• ISO 14001 en puertos y buques de base y regulares</li> <li>• Directiva marco del agua</li> <li>• ZAL* y eco-ZAL</li> <li>• Red de espacios protegidos</li> </ul>
2. Investigación marina	Universidades, IEO, CSIC, Autonomías*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería costera, portuaria y naval</li> <li>• Ecología y productividad</li> <li>• Pesca sostenible</li> <li>• Nuevos recursos</li> <li>• Energías <i>off-shore</i></li> </ul>
3. Pesca sostenible (subsistema tres "pes")	Administración pesquera (Ministerio de Pesca, Consejerías de Pesca)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Protección</i> (espacios protegidos)</li> <li>• <i>Producción</i> pesquera</li> <li>• <i>Propiedad</i> y autogestión (censos y contingentación caladeros)</li> </ul>
4. Ecoturismo litoral	Autonomías, Ayuntamientos, Asociaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan turístico integral "tierra-mar"</li> <li>• Red de sendas costeras</li> <li>• "Ciudades del mar"</li> <li>• Red de museos regionales de la herencia marítima europea</li> <li>• Desarrollo del turismo subacuático</li> </ul>
5. Planes de Ordenación Litoral (POL)	Autonomías, Administraciones locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo POL y GIS.</li> <li>• Integración tierra-mar (integración de 2.ª generación) (POL II)</li> <li>• ISO 14001 jerarquizado en sectores a integrar</li> </ul>

\* ZAL: Zona de Actividad Logística; IEO: Instituto Español de Oceanografía; CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; GIS: Sistema de Información Geográfica.

8. El resto de procesos se seleccionan libremente por la unidad de gestión considerada, si bien se hace hincapié en que se otorgue especial relevancia a los siguientes: 1) desarrollo urbanístico y ordenación del territorio; 2) gestión de la industria costera; 3) gestión de la industria y de los servicios marítimo-portuarios; 4) turismo (urbano, rural, náutico y playas); 5) pesca y pesca sostenible; 6) acuicultura; 7) espacios protegidos terrestres y marinos. Se da mucha importancia a la necesidad de ampliar gradualmente los espacios marinos protegidos, preferentemente según el artículo 101 del Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para el desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

### 5.3.2. Modelo de las tres “pes” de gestión pesquera sostenible

Refiriéndonos ya al aspecto estrictamente pesquero, y en aras a esa necesaria evolución que urge acometer desde la actual pesca extractiva a una moderna y racional pesca productiva, existen tres necesidades clave:

- La necesidad de mantener la conservación de los recursos.
- La necesidad de introducir las técnicas de producción como complemento a la mera extracción.
- La necesidad de profundizar en la propiedad como clave de la gestión pesquera.

Ello da lugar a los tres principios que ya rigen en la agricultura, y que constituyen la base del modelo propuesto, denominado de las tres “pes”: el principio de protección, el principio de producción y el principio de propiedad, los cuales resumimos en la tabla 5.2 para desarrollarlos a continuación.

#### Principio de protección

La aplicación del principio de protección supondría: a) la potenciación de las reservas marinas o pesqueras, zonas especiales de pesca o espacios marinos protegidos; b) la aplicación de un sistema de gestión pesquera sostenible, preferentemente incluido dentro de un sistema de gestión integrada de zonas costeras (ICZM) más amplio; c) una gestión conforme a normas de orden jerárquico superior a la legislación sectorial ordinaria (convenios de colaboración, patronatos de gestión, juntas rectoras interdisciplinarias, etc.).

Tabla 5.2. Sistema de gestión pesquera sostenible de las tres “pes”

Principios o claves de actuación	Principal colectivo implicado	Principales funciones
Protección	Administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenciar los espacios protegidos</li> <li>• Integrar la pesca en los ICZM de 2.ª generación</li> <li>• Crear un órgano rector supra-sectorial</li> <li>• Complementar con la Política Pesquera Común (PPC)</li> </ul>
Producción	Investigadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de maricultura</li> <li>• I+D “por caladeros”</li> <li>• Polígonos de acuicultura</li> </ul>
Propiedad	Pescadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignación de espacios y recursos “por concesiones”</li> <li>• Autogestión</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

A los efectos de este capítulo, denominaremos “reserva marina” a todo espacio marino con determinados niveles de protección, cuyo grado máximo serían los espacios totalmente protegidos, en los cuales, no se permite ningún tipo de actividad extractiva. Como “reserva pesquera” nos referiremos a los espacios marinos protegidos donde se permite una pesca sostenible sometida a determinados reglamentos o planes de explotación.

A este respecto, conviene aclarar que, en España, los espacios protegidos se pueden crear de acuerdo con al menos tres reglamentos diferentes: el ambiental, el pesquero y el de costas, habiendo recaído, hasta ahora, en los dos primeros. La Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, cita en su artículo 10: “Aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y los espacios marítimos sujetos a la jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, que contengan elementos y sistemas naturales de especial interés o valores naturales sobresalientes, podrán ser declarados protegidos de acuerdo con la regulación de esta Ley”.

Como una extensión de la citada Ley, en abril de 2007, el Gobierno aprobó el anteproyecto de Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que también recoge el régimen especial para la protección de los espacios naturales, con la incorporación específica de las áreas marinas protegidas, en línea con las directrices emprendidas por la UE.

Del mismo modo, la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado, cita en su artículo 13: “El Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, mediante Orden Ministerial, podrá declarar zonas de protección pesquera para favorecer la protección y regeneración de los recursos marinos vivos. Dichas zonas, de acuerdo con la finalidad específica derivada de sus especiales características, podrán ser calificadas como: a) reservas marinas; b) zonas de acondicionamiento marino; c) zonas de repoblación marina”.

Por último, el Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para el Desarrollo y Ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, a la que muchos se refieren como la más idónea para la creación de estas figuras de protección, dice en su artículo 101: “La Administración del Estado podrá reservarse la utilización total o parcial de determinadas pertenencias del dominio público marítimo-terrestre exclusivamente para el cumplimiento de fines de su competencia (...) La reserva podrá ser para la realización de estudios e investigaciones, o para obras, instalaciones o servicios”.

Pese a que se reconoce la conveniencia de proteger un mínimo del 12% del litoral y de la superficie del mar territorial para la conservación de la biodiversidad (porcentaje considerado en el Informe Brundtland y en los indicadores de sostenibilidad), todos los espacios marinos del mundo cerrados a la pesca apenas suponen un 0,01% de la superficie oceánica mundial.

Los 20 espacios marinos protegidos de España suman alrededor de 622 000 ha (poco más de la mitad de la región asturiana), por tanto, una pequeñísima parte del litoral y un porcentaje muy escaso (menos del 1%) del mar territorial español. El capital natural protegido de origen marítimo de algunas autonomías, sobre todo las del norte, es todavía menor que en el conjunto de España (véanse la tabla 5.3 y la figura 5.3).

Sin embargo, la Unión Europea se ha marcado el objetivo de alcanzar, para 2010, una protección de al menos un 10% de la plataforma continental marítima, mínimo que estima imprescindible para garantizar el futuro de la pesca. La ONU pide una protección del 30% y algunas organizaciones ecologistas, como Greenpeace, pide que la protección llegue al 40% de los océanos<sup>31</sup>. Algunos grupos de

---

<sup>31</sup> El Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF, propone crear una red mundial de reservas marinas que cubra el 30% de los océanos para el año 2020, con una inversión de unos 14 000 millones de euros anuales, menos de las subvenciones otorgadas a las pesquerías perjudiciales. Ello permitiría salvaguardar la pesca y los servicios ofrecidos por este capital natural, estimado económicamente en unos 7 billones de euros anuales. Dicha red generaría, además, alrededor de un millón de nuevos puestos de trabajo. La creación de una red de estas características, antes de 2012, forma parte de los compromisos alcanzados por los Gobiernos participantes en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de 2002.

Tabla 5.3. Espacios marinos protegidos de España (año 2003)

Nombre	Comunidad Autónoma	Hectáreas	Año creación	Gestor
• Ses Negres	Cataluña	80	1993	Autonomía, NERO
• Islas Medas	Cataluña	21,5	1990	
• Masía Blanca	Cataluña	321,5	1999	Autonomía
• Nord Menorca	Baleares	5 119	1999	Autonomía
• Bahía de Palma	Baleares	2 394	1999	Autonomía
• Freus d'Eivissa i Formentera	Baleares	13 617	1999	Autonomía
• Islas Columbretes	Comunidad Valenciana	4 400	1990	MAPA*
• Cabo de San Antonio	Comunidad Valenciana	10	1993	Autonomía
• Isla de Tabarca	Comunidad Valenciana	1 400	1986	Autonomía, MAPA
• Islas Hormigas (Cabo de Palos)	Murcia	154	1995	Autonomía, MAPA
• Nijar (Cabo de Gata)	Andalucía	4 613	1995	MAPA
• Parque Natural Marítimo Terrestre Cabo de Gata-Nijar	Andalucía	12 200	1987	Autonomía
• Isla de Alborán	Andalucía	426 074	1997	MAPA
• La Restinga	Canarias	750	1996	Autonomía
• Isla de Palma	Canarias	3 719,1	2001	MAPA
• Parque Natural Marino de las Ballenas	Canarias	69 500	2002	
• Isla Graciosa e islotes del norte de Lanzarote	Canarias	70 700	1995	Autonomía, MAPA
• Islas Atlánticas (Parque Nacional)	Galicia	7 138	2002	
• Isla de Mouro (Punta Sonabia)	Cantabria	100	1986	
• San Juan Gaztelutxe	País Vasco	158	1998	Autonomía
<b>Total</b>		<b>622 469,1</b>		

\* MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Fuente: elaboración propia.



Figura 5.3. Red de espacios marinos protegidos de España (círculos grandes) y Autoridades Portuarias (puntos pequeños). Cada Autoridad Portuaria gestiona varios faros, ubicados en lugares costeros emblemáticos, que pueden aprovecharse como centros de interpretación de los espacios protegidos y de los sistemas de gestión integrada de zonas costeras

científicos van incluso más allá y sugieren proteger un 40% o 50% de los mares, si se desea evitar la extinción de algunas especies comerciales.

En el caso de España, conscientes de esta necesidad, el Ministerio de Medio Ambiente ha designado, junto con WWF/Adena, centros de investigación, ONG y Universidades, otros 20 espacios marinos como posibles áreas a declarar con algún

tipo de protección, lo que aumentaría la superficie total protegida hasta el 10% de las aguas. Entre ellas, se encuentran:

- Cañón y Cabo de Creus-Cañón de Palamós, con cañones de hasta 2 000 m de profundidad.
- Delta del Ebro-Columbretes, con interés pesquero, en aves y en cetáceos.
- Canal de Menorca, con fondos muy ricos en coral rojo, langostas y crustáceos.
- Cabo de La Nao-Sierra Gelada, con ricas praderas de posidonia y sebadales.
- Guardamar-Águilas, con grandes cañones submarinos de más de 2 000 m.
- Montañas submarinas y conos volcánicos de Alborán, con abundancia de corales, delfines y microfauna.
- Estrecho, importante paso migratorio.
- Frente de Doñana, con chimeneas de emanaciones gaseosas frías a 2 000 m e invertebrados singulares.
- Banco de Galicia, con gran productividad y diversidad.
- Ría de Arousa, altamente productiva para la cría de moluscos, peces y crustáceos.
- Costa da Morte, con especies pesqueras de gran valor comercial y riqueza ornitológica.
- Cañón de Avilés, hábitat del calamar gigante e importante espacio marino de pelágicos, aves y cetáceos.
- Banco de El Danés-El Cachucho, cerca de 235 000 ha de singular meseta submarina, con gran riqueza faunística (más de 600 especies registradas) y zona de reproducción de especies comerciales.
- Entorno marino del Cabo de Ajo, importante paso de aves marinas y muy rico en especies sumamente vulnerables.
- Cabecera del Cap Bretón, frontera biogeográfica de diversas especies comerciales, como merluzas, gallos y rapas; importante pesca de bonito y abundancia de cetáceos.
- Banco Concepción, lugar de concentración de cetáceos, tiburones, tortugas marinas, aves y túnidos.
- Estrecho de la Bocaina, con excepcional riqueza ecológica y gran diversidad de algas; de interés en cetáceos y tiburones.

- Fuerteventura Sur-Banquete, zona de alimentación de cetáceos y buena representación de flora y fauna de aguas templadas.
- Gran Canaria, con grandes bancos de corales de profundidad e importancia pesquera.
- Corredor Tenerife-Gomera, Parque de las Ballenas, con la mayor población estable de calderón tropical, junto a tiburones y mantas (Gutiérrez, 2006).

Pero, a raíz del lento desarrollo de estas iniciativas, el investigador del Instituto Español de Oceanografía, Francisco Sánchez, declaró, como ejemplo, que “si la protección del Cachucho, una zona de pesca residual, está llevando tanto tiempo, será muy difícil alcanzar el objetivo europeo de proteger el 10% de las aguas, pues en la plataforma continental la pesca es mucho más intensa” (Gijón, abril de 2007).

A pesar de que algunos pescadores todavía se muestran recelosos hacia las reservas marinas o pesqueras, parques naturales o espacios Natura 2000, ya han sido sobradamente demostrados los efectos beneficiosos para la pesca y el pescador: aunque ya se sabía de forma teórica, Callum Roberts, experto en este campo, demostró recientemente que a los cinco años a partir de la creación de una pequeña red de reservas marinas, en la zona del Caribe, las capturas aumentaban entre un 45 y un 90 %; la biomasa de cinco especies comerciales se triplicó en tres años dentro de la reserva y se duplicó en zonas adyacentes (Roberts *et al.*, 2001; Anónimo, 2002b). Muchos otros estudios demuestran los efectos beneficiosos de tales espacios protegidos (Ramos, 1994; González *et al.*, 2001).

A este respecto, resulta especialmente significativo el desarrollo de las reservas marinas en Canarias, donde los beneficios obtenidos hacen que los pescadores de esta zona se encuentren entre los principales defensores de los métodos sostenibles. Obviamente, un adecuado programa de formación o sensibilización hacia tales técnicas debería contar con ellos.

En los últimos años existe una tendencia a generar grandes espacios protegidos, entre los que sobresale la creación en 2006 del Monumento Nacional Marino de las Islas Hawai Noroccidentales, un espacio marino del tamaño de Alemania, el cual ha sido presentado como la mayor área marina protegida del mundo.

Un paso adelante es, ya no la creación de reservas marinas puntuales, sino de redes de espacios protegidos, convenientemente situados, con el fin de aprovechar mucho mejor los efectos de la protección y los efectos de la repoblación a las áreas pesqueras circundantes. El diseño u ordenación de estos espacios constituye toda una nueva disciplina en el ámbito de la biología marina: “La idea es proteger porciones representativas de todos los ecosistemas marinos en todas las regiones biogeográficas, y crear así, oasis azules de sostenibilidad por todos los océanos” (Anónimo, 2007b).

Desde 1991 se han creado numerosos AMES (Área Marina Especialmente Sensible), entre los que destacan: los AMES del Archipiélago Canario, en el Báltico, Galápagos, Gran Barrera de Arrecifes de Australia, Sabana-Camagüey, en Cuba, Isla de Malpelo, en Colombia, el AMES de los Cayos de Florida, el del Mar de Wadden (Dinamarca, Holanda y Alemania) y la Reserva Nacional de Paracas, en Perú. Espoleado por nuevos posibles desastres ecológicos (como el del *Prestige*), se encuentra en fase de negociación el AMES de Europa Occidental, el cual incluye las aguas gallegas y cantábricas.

Además se va intensificando el nivel de protección, pues en el Parque Marino de la Gran Barrera de Arrecifes, el espacio de prohibición pesquera ha pasado del 4,5% al 33%, con varias reservas marinas que cubren unas 70 bioregiones.

Una tendencia aún más avanzada consiste en extender la protección marina al mar abierto. El sector pesquero de Nueva Zelanda, con ingresos de más de 750 millones de euros al año, ha propuesto proteger el 30% de la Zona Económica Exclusiva del país, donde quedaría prohibido el dragado y el uso del arrastre de fondo.

En contra de países reticentes, de países con bandera de conveniencia y de agrupaciones de propietarios de petroleros, la Organización Marítima Internacional (que regula la Zona Económica Exclusiva, más allá de las 12 millas territoriales) aprobará diversas medidas y niveles de protección en una gran superficie de agua, tales como zonas restringidas a la navegación, rutas obligatorias o sistemas de notificación de entrada y salida del AMES.

Junto con otras medidas similares, como los **dispositivos de separación del tráfico marítimo**, podemos intuir hacia dónde evolucionará la protección de las aguas marinas, lo que, sin duda, intensificará el apoyo a la pesca artesanal y sostenible.

Algunos aducen que este tipo de medidas (reservas, restricciones, reducción de esfuerzo pesquero, etc.) tienen una fuerte incidencia social negativa. Nada más erróneo. Sólo es así cuando la medida propuesta es puntual, inconexa y drástica, pero nunca si las medidas se incluyen en una planificación estratégica, ecológica o sostenible, compatible con la gestión existente y a medio o largo plazo. Incluso algunas organizaciones ajenas a la Administración y al sector pesquero o ambiental, como los puertos mercantes, comienzan a considerar más apropiada la promoción de espacios protegidos y su compatibilización con las actividades marítimas e industriales, que su rechazo (ESPO, 2003a; 2003b).

En un somero estudio que publicamos en la prensa regional en octubre de 1999, calculamos que una pesca racional en Asturias, basada en una red de pequeñas reservas marinas, aplicando técnicas de producción y maricultura, y con planes de mejora y recuperación de especies emblemáticas de gran valor comercial (fundamentalmente

bogavante, y otros mariscos, merluza, y besugo,), se podrían duplicar los actuales puestos de trabajo, pasando de 2 000 a casi 4 000, con otros nuevos 6 000 puestos de trabajo indirectos. Por contra, con la tendencia actual, los 2 000 puestos de trabajo existentes seguirán disminuyendo, tal y como ocurre desde los años sesenta (4 672 empleos en 1965 y 5 341 en 1969).

En las reservas pesqueras se dan (o se pueden dar) dos prerrogativas vitales para una eficaz reconversión pesquera: a) una reglamentación específica que permite redactar planes de gestión o planes de explotación pesquera; y b) un órgano de gestión que posibilita la integración de las diversas administraciones y sectores. Tal y como señala Chapela-Pérez (2002), resulta imprescindible que una gestión integrada cuente con tales órganos de gestión de orden supra-sectorial, capaces de aglutinar las diferentes ordenanzas sectoriales y dotarlas de la correspondiente coordinación.

En definitiva, cada vez es más evidente que debe cesar la irracional pesca industrial extractiva y obligarla a evolucionar hacia una pesca productiva racional basada en reservas pesqueras y control ecológico. Y esa evidencia lo es ya para centenares de biólogos y ecólogos repartidos por todo el mundo.

Bill Ballantine es un biólogo retirado que vive cerca de la bahía de la Isla Goat, al norte de Nueva Zelanda. Durante 12 años luchó hasta conseguir que se creara la primera reserva marina del país, en 1977, precisamente en la bahía que aún divisa desde su casa. Pese a la habitual oposición de pescadores y lugareños (siempre sucede), hoy es uno de los principales recursos del lugar, con cerca de 100 000 visitas anuales entre turistas, investigadores, buceadores, colegios o curiosos. Nada diferente a lo que ya sucede desde hace décadas en la Reserva catalana de las Islas Medas, o en la Isla del Hierro en Canarias.

El éxito de la Isla Goat llegó rápidamente, en parte porque la pesca intensiva había agotado los depredadores habituales, la langosta y el pargo, del erizo kina, provocando la proliferación del mismo y la disminución de las algas y de su alimento preferido, el kelp. Los arrecifes aparecían desiertos y casi sin vida. Con la Reserva llegaron los pargos, las langostas, el equilibrio ecológico, y de nuevo la pesca en sus aledaños, lo que provocó un interés creciente por saber qué había pasado y cómo era el lugar dónde había pasado.

Como era de esperar, inmediatamente se promovió otra reserva marina en las islas Poor Knights, a 22 kilómetros de la anterior. Pero aquí, la situación era distinta: presionados por el influyente sector de la pesca deportiva, en 1981 se prohibió la pesca comercial, pero no la deportiva. El resultado fue claro: la protección parcial no servía, y en 1998, tras 17 años de medias tintas, se declaró la protección total.

Con cursos, giras y años de perseverancia, Ballantine ha conseguido que grupos locales promuevan más y más reservas marinas por todo el país. Los estudiantes de Geografía del Instituto de Kamo, en Northland, consiguieron que su puerto fuese declarado reserva marina, aunque fueron necesarios más de 1 000 estudiantes y 14 años de perseverancia y trabajo, en los que unos alumnos pasaban el relevo a los siguientes. En el año 2005, la Reserva Marina de Whangarei Harbour era una realidad.

Los langosteros profesionales de Fiordland, al sudoeste de Nueva Zelanda, renunciaron voluntariamente a una zona de primera calidad en pesca de langosta y promovieron la creación de toda una red de áreas protegidas.

Nueva Zelanda tiene en la actualidad 31 espacios protegidos, con una protección del 8% de sus aguas, y están en curso varios más. El objetivo es llegar a una protección del 10% de las aguas costeras para el año 2010.

Los estudios realizados en la Isla de Goat, donde la pesca está absolutamente prohibida desde hace 30 años, han demostrado la capacidad repobladora de los espacios totalmente protegidos (una de las primeras del mundo), debido a la exportación y difusión de huevos, larvas y alevines (Anónimo, 2007b).

En la Isla de Goat la densidad de langostas es 15 veces superior a la de zonas adyacentes no protegidas y los pescadores se benefician colocando sus nasas en los alrededores del vivero natural. Ellos son ahora los mayores defensores de la Reserva. Nada diferente a lo ocurrido en las Reservas Marinas de El Hierro y en muchas otras.

Por desgracia, todavía existen, incluso en la vieja Europa, muchos pescadores, muchas regiones e incluso muchos administradores pesqueros que no sólo ignoran todo esto, sino que siguen reacios a admitir la necesidad de abandonar una modalidad pesquera que avergonzaría al mismísimo hombre de Cromagnon.

Asombra comprobar día a día que una elevada cifra de administradores aún basan el éxito de una buena gestión pesquera en el número de capturas, cuando dicho “éxito” (ligado a una mayor intensificación, a una mayor tecnología extractiva y a una mayor depredación) no hace más que cavar la tumba (cada vez más profunda) de los administrados.

Debemos aclarar y transmitir con rotundidad que aquellas regiones costeras europeas con menos capturas, con menos flota pesquera, con menos capacidad de extracción y con menos puestos de trabajo, son las que mejor posicionadas se encontrarán para la pesca del siglo XXI. Una escasa dimensión pesquera es un gran recurso de partida para la pesca sostenible y animamos a estas regiones a que planifiquen la **pesca productiva**.

## Principio de producción

Este principio de la pesca sostenible supondría la ejecución de cuatro pasos fundamentales:

1. Conocimiento exacto de la productividad de cada zona de pesca, lo cual exige un cambio radical en la investigación pesquera desde la actual investigación general (basada principalmente en el conjunto de la pesquería –los mal llamados “caladeros regionales” o “caladeros nacionales”–), a una investigación particularizada, basada en el “caladero local”. Cada uno debe considerarse como una unidad de gestión y ser tratado como tal dentro de un sistema de gestión integrada. Es en los caladeros locales tradicionales donde confluyen los elementos ecológicos necesarios para favorecer la “producción” de tal o cual especie comercial. Mientras que en Asturias, por ejemplo, existen alrededor de 120 caladeros costeros de este tipo (bien conocidos por los pescadores locales), ninguno de ellos ha sido estudiado de forma exhaustiva y continuada<sup>32</sup>. Es absurdo pretender manejar adecuadamente uno de estos caladeros cuando no se conoce ni su productividad natural ni su dinámica particular a lo largo del tiempo. Este objetivo conlleva un firme apoyo a la investigación pesquera, con la incorporación de nuevos investigadores en los centros públicos estatales y autonómicos, y con la incorporación de técnicos privados en las diversas cofradías u organizaciones de productores.
2. Recuperación de la producción natural e incremento de la misma por medio de los instrumentos probados de producción pesquera (básicamente arrecifes o biotopos artificiales, repoblación y acuicultura o maricultura).
3. Control ecológico exhaustivo de cada caladero local. Este objetivo es perfectamente alcanzable en el marco de la investigación integrada sugerida, pues, por ejemplo, cada caladero podría llegar a ser considerado (y debería serlo) como una **masa de agua**, en la terminología de la nueva Directiva Marco del Agua 2000/60/CE y en la futura **estrategia marina**, existiendo diferentes sectores (Pesca, Turismo, Puertos, Costas, Demarcaciones Hidrográficas, Autoridades ambientales, etc.) interesados en el conocimiento del estado químico y ecológico de las mismas.
4. Desarrollo telemático, contemplando el diseño, almacenamiento, proceso, GIS y distribución de todos los datos pesqueros. Obvia decir que todo lo anterior resultaría inútil sin un adecuado procesado de los datos, al igual que

---

<sup>32</sup> Esta importantísima disciplina ha sido olvidada en todos los centros de investigación de España y prácticamente del mundo.

obvia decir que en la adquisición de los mismos resulta crucial avanzar en el entendimiento entre los investigadores y los pescadores. En vista de la experiencia acumulada, esto último sólo parece viable en el marco de una gestión integrada y, especialmente, como consecuencia del desarrollo del sentido de propiedad del pescador, como plantearemos más adelante.

### Arrecifes artificiales

España ya posee una dilatada experiencia en la instalación de arrecifes artificiales. Sus inicios se sitúan dos décadas atrás. El número de instalaciones se ha duplicado entre 1996 (unas 60) y 2003 (113) (véase la tabla 5.4).

Esto ha permitido que el nivel de conocimiento y satisfacción de los pescadores haya aumentado desde el 35% en 1999 al 55 % en 2002, según datos de la Secretaría General de Pesca Marítima. Asimismo, frente a un 28% de pescadores que en 1999 pensaban que no había relación entre los arrecifes y el aumento de capturas, esta proporción ascendió a casi un 50 % en 2002.

Tabla 5.4. **Número de arrecifes artificiales en España (año 2003)**

Cataluña	18
Baleares	11
Valencia	38
Murcia	8
Andalucía	25
Canarias	4
Asturias	9
<b>Total</b>	<b>113</b>

Fuente: Secretaría General de Pesca Marítima

Aún así, los programas de seguimiento de arrecifes dejan mucho que desear y las inversiones en los mismos son insignificantes en relación con los avances registrados en otros sectores con intereses en el medio marino, como las infraestructuras portuarias, por ejemplo, con las que vamos a establecer una pequeña comparación.

El principal papel de estas últimas es, evidentemente, el portuario, comercial e industrial, pero presentan también un importante interés pesquero porque el efecto arrecife que producen sus escolleras, incrementa muy considerablemente la producción y las capturas. En un reciente estudio, demostramos que el efecto arrecife del

puerto de Gijón, permite incrementos de 4,6 veces, en peso y de 5 veces, en ingresos, con respecto a la zona este de la bahía (Armas *et al.*, 2002). La futura ampliación del puerto de Gijón supondrá una inversión de cerca de 600 millones de euros. Se construirán 4 km de escolleras, cuyo volumen ascenderá a 1 800 000 m<sup>3</sup>, lo cual traerá consigo la utilización de 2 600 000 m<sup>3</sup> de hormigón para la fabricación de los bloques (de hasta 200 toneladas). Hemos estimado que tales magnitudes permitirán duplicar (y hasta triplicar) la pesca artesanal en la bahía de Gijón. Existen muchas otras iniciativas similares en marcha, como la futura ampliación del Puerto de La Coruña, la cual está presupuestada en unos 630 millones de euros.

Por contra, uno de los mayores arrecifes artificiales, como el situado entre Sitges y Sant Vicenç de Calders, en Cataluña, con más de 1 200 módulos de hormigón, supuso una inversión de apenas 1,2 millones de euros. Resulta pues, que las obras portuarias generan enormes incrementos de producción pesquera y marisquera de forma complementaria (un sustancioso “valor añadido” de estas estructuras). Las inversiones en arrecifes portuarios para protección de buques, no son comparables a las inversiones en arrecifes pesqueros para protección de las especies comerciales, por supuesto, pero nos ofrecen una idea de la importancia que damos a unos y otros sistemas económicos.

Igualmente, se requerirá un esfuerzo mucho mayor al realizado hasta ahora si deseamos que los arrecifes instalados en alta mar cumplan eficazmente con su función productiva.

Por lo pronto, en otro estudio que estamos elaborando en el puerto de Gijón, ha quedado demostrado (en dos años de seguimiento de pescas experimentales) que la pesca en el entorno del mismo es superior (incluso con importantes obras de infraestructura) a la pesca en el lado opuesto de la bahía. Es decir, el efecto arrecife es tan claro como intenso.

Merece la pena destacar los avances notables que se pueden lograr mediante la colaboración sinérgica entre diferentes sectores, sólo posible en el marco de la gestión integrada, como pueden ser la pesca sostenible y la ingeniería portuaria o costera. Por ejemplo, la tecnología de estructuras flotantes para contención de olas (efecto arrecife de superficie) es muy antigua (Thierry, 1986), así como la construcción de arrecifes de contención de arenas (*sandtainers*) en playas naturales o artificiales. No menos interesante es profundizar en la sinergia derivada de los inminentes parques *off-shore* de energía eólica y energía de las olas, para utilizar dichas infraestructuras como arrecifes o biotopos de fondo o de superficie respectivamente. Y, por supuesto, el diseño de parques arrecifales, en una especie de “ordenación del territorio bentónico”, donde la combinación de éstos con la dirección de las corrientes dominantes y las especies objetivo, serían los principales protagonistas.

Pese a que existan regiones, personas u organismos que todavía no han comprendido las ventajas de estas estructuras, sin duda ha llegado el momento de dar un segundo salto cualitativo y cuantitativo en la evolución de esta importante herramienta productiva, así como de abordar programas intra e inter-regionales de recuperación de especies, que incluyan la instalación de macro-arrecifes y biotopos selectivos (imprescindiblemente combinados con el resto de actuaciones descritas).

Si antes nos resultaba sorprendente la desidia por las reservas pesqueras, no menos sorprendente resulta la apatía española y europea por estas estructuras esenciales, sobre todo cuando comprobamos los avances experimentados en otras zonas, de las que citamos dos ejemplos:

- a. La empresa japonesa Kowa Corporation ya fabricaba en 1987 macro-arrecifes artificiales de las formas más variadas (en España, se siguen utilizando apenas dos o tres tipos de formas básicas, con ligeras variantes): el tipo *pirámide*, consiste en cubos huecos que pueden ser superpuestos hasta formar pirámides de varios metros de altura; el tipo *plus*, consistente en planchas verticales con ranuras; el tipo *terrace*, formado por planchas intercaladas que se superponen hasta varios metros de altura; el tipo *box-slab*, a modo de cajones apilables; el *shell block*, una especie de pirámide escalonada con una gran base en meseta; el tipo *oct-ster*, compuesto por planchas con patas superponibles sobre una gran base de hormigón. Es sólo una muestra de las docenas de modelos que hoy se multiplican por los fondos marinos japoneses.
- b. La *Global Coral Reef Alliance* es una organización dedicada a la restauración de los bancos de coral por todo el mundo, instalando una particular modalidad de arrecifes artificiales. La base inicial es una estructura metálica de varillas de hierro, de diversas formas (en forma de iglú, por ejemplo), la cual se monta sobre el fondo marino, una vez se ha electrizado mediante la técnica denominada *biorock* (o *mineral accretion technology*). Esta técnica acelera la formación del arrecife de coral sobre las varillas<sup>33</sup>, el cual, conforme se va mineralizando, va aumentando el efecto arrecife sobre el resto de poblaciones biológicas. Se han instalado arrecifes de este tipo en Bali, Tailandia, Papua Nueva Guinea, México, Panamá, Israel, India, Indonesia, Hawai o Filipinas. Existen planes para rodear islas enteras con estructuras de esta clase. ([http://www.globalcoral.org/how\\_to\\_grow\\_a\\_living\\_reef\\_from\\_i.htm](http://www.globalcoral.org/how_to_grow_a_living_reef_from_i.htm); último acceso, agosto 2006).

---

<sup>33</sup> La electrolisis produce la acumulación de carbonato cálcico e hidróxido de magnesio sobre la superficie de las varillas, lo cual acelera el crecimiento y la reproducción del coral fijado a las mismas.

## Repoblación

Por lo que respecta a la repoblación marina de peces y mariscos, se trata de otra técnica productiva (de cuya eficacia ya nadie duda), que resulta ser la menos utilizada de cuantos métodos de producción posee el pescador para la mejora y mantenimiento de sus caladeros.

La Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima facilita la declaración de zonas de repoblación. Dicha Ley, en su artículo 13, señala: “El Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, mediante Orden Ministerial, podrá declarar zonas de protección pesquera para favorecer la protección y regeneración de los recursos marinos vivos. Dichas zonas, de acuerdo con la finalidad específica derivada de sus especiales características, podrán ser calificadas como: a) reservas marinas; b) zonas de acondicionamiento marino; c) zonas de repoblación marina”. Y en el artículo 16, se insiste: “Con el fin de favorecer la regeneración de especies de interés pesquero, podrán declararse zonas destinadas a la liberación controlada de especies en cualquier fase de su ciclo vital. En estas zonas se establecerán normas especiales para el ejercicio de la pesca, así como de todas aquellas actividades que puedan afectar a la efectividad de esta medida”.

A pesar de ello, la práctica de esta operación en España ha sido escasa, por no decir insignificante. En todas las regiones costeras ha habido alguna actuación de repoblación en mayor o menor medida, pero sin orden de continuidad ni programas establecidos a largo plazo. En Galicia se ha demostrado la viabilidad de la repoblación con rodaballo (Iglesias *et al.*, 1994). En Asturias se han efectuado sueltas de bogavante (Carrasco *et al.*, 1996). En Andalucía y costa suroeste se efectúan sueltas de dorada desde 1993 (Sánchez de Lamadrid *et al.*, 1995), habiéndose marcado y liberado en mar cerca de 23 000 ejemplares, entre dicho año y 1996, y habiéndose obtenido desplazamientos de sólo tres kilómetros e incrementos de hasta un kilogramo de peso en 16 meses. La supervivencia fue más alta en peces a los que previamente se les había desarrollado los instintos de alimentación de presas vivas y de defensa frente a depredadores.

Pero, es evidente que ni a nivel nacional ni regional se apuesta por esta técnica, debido, probablemente, a que realizada de forma aislada puede ser poco eficaz, debiendo ir acompañada de, e integrada en, muchas otras acciones complementarias (acuicultura, biotopos, técnicas de marcado, ecología y productividad del caladero local, registro de datos, planes estratégicos, etc.).

Una vez más, no sabemos si achacar este parco desarrollo a una desidia generalizada por los recursos marinos, a falta de iniciativas, o a la desilusión de un sector agónico que ya no confía en su recuperación. Pero, lo cierto es que existen países donde dicha técnica está muy desarrollada, como en Japón (de nuevo), donde

comenzó hace décadas y donde más del 70% de las capturas de salmón, por ejemplo, proviene de ejemplares criados en plantas de cultivo que han sido posteriormente arrojados al mar.

Este tipo de “pastoreo” marino se realizó posteriormente con otras especies y en 1990 las técnicas de repoblación abarcaban unas 90 especies de peces y mariscos, tales como: el langostino, el cangrejo azul, diversos moluscos, la dorada, el besugo o los peces planos, con un total de más de 10 millones de alevines o juveniles soltados. Según Matsuda (1991), debido a estas repoblaciones, las capturas de capelán ascendieron de 100 toneladas a 1 000 toneladas, y las de pulpo de 510 a 1 787 en los últimos años. Los programas japoneses incluyen la introducción de arrecifes y el acondicionamiento de las áreas de suelta (como puede ser, por ejemplo, eliminando depredadores en el caso de la vieira, lo que ha dado notables resultados) (Stottrup, 1996).

Es envidiable la actividad acuícola japonesa. Una de sus últimas innovaciones ha sido la recuperación de las poblaciones de *Zostera marina* (eelgrass) en bahías y zonas costeras, extendiendo camas bentónicas de fibras (esteras o felpudos) con semillas incrustadas, sobre los fondos marinos. Mientras se desarrollan las plantas y enraízan, las mantas dan cobijo a multitud de invertebrados y facilitan la producción bacteriana en los sedimentos. En las “siembras” de la bahía de Tokio han participado escolares, asociaciones, pescadores, universidades, centros de investigación y empresas. Hasta ahora se ha reproducido la experiencia en ocho zonas y se pretende extenderla al resto del país (Inada, 2007).

En Noruega se repuebla desde hace unas tres décadas con alevines de bacalao de un año de edad. Este país, primero del mundo en establecer un Ministerio de Pesca autónomo, en 1946, y con cierto empeño en la conservación de sus recursos marinos, anunció no hace mucho que se ha conseguido cerrar el ciclo biológico del bacalao, incorporando otra importante especie comercial a las técnicas de acuicultura y de repoblación (Alonso, 2004). En Estados Unidos se repuebla también desde hace décadas con varias especies de peces marinos (peces planos, lubinas, mugiles, etc.).

Volviendo a España, en marzo de 2007, la Consejería de Pesca de Galicia, previa implantación de un chip de seguimiento, soltó 2 300 bogavantes por las costas coruñesas en las cercanías de un área marina protegida. Daba continuidad así, a un plan de repoblación iniciado dos años antes con la suelta de 20 000 ejemplares de rodaballo en la Costa da Morte y en la Ría de Arousa. El Plan de Repoblación de Especies Marinas en el Litoral Gallego pretende continuar con la suelta de otras especies, como el besugo, lo que parece indicar que empiezan a darse pasos en firme para abordar el principio de producción en la gestión de pesquerías. Un principio que debería continuarse con planes de repoblación a gran escala en todas las costas españolas.

Particularmente interesante sería la repoblación masiva con especies comerciales emblemáticas que se han perdido o se están perdiendo, como el besugo (cuya cría ya está lograda) o la merluza (cuya cría se ha conseguido recientemente en Chile).

### Polígonos de acuicultura

En 1989 se alcanzaban por primera vez los 100 millones de toneladas de pescados, en todo el mundo, procedentes de la pesca y la acuicultura, estabilizándose desde entonces con ligeras oscilaciones. Desde 1988 hasta 1996 los productos procedentes de la acuicultura se habían duplicado, lo que demuestra que la balanza se va inclinando a su favor, mientras que la pesca prosigue su declive.

En la tabla 5.5 se muestra la producción acuícola mundial de los diez principales grupos de especies, existiendo fuertes incrementos en otras especies, como los erizos de mar (con un incremento de casi un 5 000% entre el 2002 y el 2004); las perlas y madreperlas (incremento del 884%); las ranas y otros anfibios (400%); los moluscos de agua dulce (226%); los esturiones (102%); los invertebrados acuáticos diversos (83%); el halibut, platijas y otros lenguados (76%); los peces costeros diversos (51%); o los peces demersales diversos (38%).

Tabla 5.5. **Producción mundial de los diez principales grupos de especies procedentes de acuicultura (en toneladas)**

Grupo de especies	2002	2004
Carpas y otros ciprínidos	16 673 155	18 303 847
Ostras	4 332 357	4 603 717
Almejas, berberechos, arcas	3 457 510	4 116 839
Peces de agua dulce diversos	3 763 902	3 739 949
Gambas y camarones	1 495 950	2 476 023
Salmones, truchas, eperlanos	1 791 061	1 978 109
Mejillones	1 700 871	1 860 249
Tilapias y otros cíclidos	1 483 309	1 822 745
Vieiras	1 228 692	1 166 756
Moluscos marinos diversos	1 389 586	1 065 191

Nota: los datos no incluyen las plantas acuáticas.

Fuente: Informe FAO *El estado de la pesca y la acuicultura 2006*.

Anteponemos el control ecológico de los caladeros (como grandes “granjas abiertas” de pescados) a los grandes parques de acuicultura en mar abierto (incluidos los fondos marinos, donde algunos prototipos auguran grandes avances inminentes<sup>34</sup>), y éstos a los parques de acuicultura en tierra, donde cada vez existe menos espacio y donde cada vez colisionan más con otros intereses, sobre todo de tipo ambiental. Pero, no por ello debemos dejar de buscar las mejores tecnologías disponibles para todos los tipos posibles de producción.

Sería amplísima la descripción de los avances alcanzados en maricultura (acuicultura en alta mar<sup>35</sup>) y tecnología de producción acuícola. Tan sólo señalar que la tecnología de jaulas flotantes en mar abierta, por tomar un ejemplo cercano, ha dado lugar a que existan en la actualidad unas 80 instalaciones dedicadas al cultivo de dorada en España (Andalucía, Valencia, Murcia y Canarias); a que la producción haya crecido de forma continua, habiendo pasado de las 8 240 toneladas en el año 2000 a las 12 440 toneladas en 2003<sup>36</sup>; a que, de los 84 millones de alevines de peces marinos producidos en 2003, 64 millones correspondan a esta especie; y a que España sea el primer mercado de Europa en consumo de dorada, con un 25% del total.

La acuicultura sigue, por supuesto, figurando entre los objetivos prioritarios de la Unión Europea y así, por ejemplo, el 24 de septiembre de 2002, Franz Fischler, Comisario de la Comisión Europea de Agricultura, Desarrollo Rural y Pesca, proponía en el Parlamento Europeo fomentar la acuicultura con el fin, entre otros, de crear fuentes de empleo en las zonas costeras para absorber la mano de obra procedente de las pesquerías. El objetivo planteaba la generación de 8 000 a 10 000 empleos directos entre 2003 y 2008.

Pero, ni las solicitudes de acuicultura marina en tierra van a interrumpirse, ni se puede frenar una de las actividades costeras que, bien enfocada, puede contribuir incluso a frenar otros intereses más perjudiciales para el medio ambiente litoral. Por eso, ya en 1996 propusimos una posible fórmula para compaginar el crecimiento acuícola en tierra con la conservación de la costa, de modo que la acuicultura marina intensiva pudiese entrar también en una segunda etapa de desarrollo: la creación de polígonos de acuicultura en zonas costeras (e incluso en zonas interiores),

---

<sup>34</sup> Una de las últimas innovaciones es un tipo de jaula de fondo sostenida por grandes pilares que soportan la red, a modo de paraguas. En la actualidad son utilizadas por la compañía Snapperfarm para la cría de cobias (*Rachycentron canadum*) en aguas profundas de Puerto Rico.

<sup>35</sup> Así, por ejemplo, los Estados Unidos acaban de anunciar (a primeros del año 2007) que se potenciará la acuicultura *off-shore*, más allá de las aguas controladas por los Estados, es decir, a una distancia de la costa superior a las 3 millas náuticas.

<sup>36</sup> Para el año 2007, la Comunidad Canaria pretende llegar a las 12 000 toneladas de producción de dorada y lubina.

al estilo de los tradicionales polígonos industriales (Doménech, 1996b). En las próximas líneas desarrollaremos brevemente esta idea como una posible fórmula para mejorar la acuicultura europea.

Citando de nuevo a Chapela Pérez: “La reserva de espacios para los cultivos marinos sólo será efectiva si se enmarca en una actuación global de planificación integral del litoral”. Como hemos dicho, la demanda de una adecuada gestión litoral integrada ya se escuchan en todos los foros y así, por ejemplo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Brasil, en 1992, en el Capítulo 17 de la Agenda 21, insta a sus signatarios a una “ordenación integrada y al desarrollo sostenible de la zona costera”, al igual que el Código de Conducta de la FAO para una Pesca Responsable, de 1995, vincula la acuicultura al desarrollo integral del litoral.

La Unión Europea ha elaborado un Programa de Demostración sobre la ordenación integrada de zonas costeras, con la pretensión de orientar a las políticas de los Estados miembros, destacando “la escasa disponibilidad de zonas para la acuicultura por la atribución de espacio para otros usos...”. La UE ha elaborado el Reglamento CEE 2792/1999, de 17 de diciembre, de ayudas al sector de la pesca y la acuicultura, cuyo artículo 15.3 h da prioridad a la subvención de aquellos proyectos que se dediquen a la “recogida de datos básicos y elaboración de modelos de gestión medioambiental relativos al sector de la pesca y de la acuicultura, con el fin de preparar planes de gestión integrada de las zonas costeras”. Entre las medidas propuestas por la UE se encuentra la de la adopción de una ordenación global, a largo plazo y de amplio consenso, en la que colaboren todas las administraciones competentes y los sectores privados con intereses en el litoral.

Un posible mecanismo para la creación de zonas dedicadas a la acuicultura sería el traspaso a las Comunidades Autónomas: “La planificación de las zonas marítimas debería tender a situaciones similares a la de la adscripción prevista en la Ley de Costas (artículo 49) respecto de los puertos y vías de transporte, pues por medio de ésta se permite a las Comunidades Autónomas (CC AA) gestionar determinados espacios de dominio público marítimo-terrestre y son ellas las únicas que otorgan concesiones en dichos espacios sin que intervenga la Administración del Estado”.

El artículo 26 de la Ley 23/1984, de 25 de junio, de Cultivos Marinos, ya prevé la declaración de “zonas de interés para cultivos marinos” por las Comunidades Autónomas, acción que han emprendido algunas regiones: “La Administración de Costas informaría sobre la ocupación íntegra de dichas zonas y efectuaría la valoración de las mismas a efectos del pago de canon de ocupación, que sería idéntico para todas las ocupaciones con establecimientos de acuicultura que allí tengan lugar. De este modo serían las CC AA las que gestionasen dichas zonas y quienes otorgasen las concesiones o autorizaciones para la acuicultura”.

Así, desde 1996, venimos promoviendo los polígonos de acuicultura como parte fundamental de la gestión integrada del litoral. Estos polígonos de acuicultura en tierra firme consistirían (a modo de los tradicionales polígonos industriales) en un amplio espacio parcelado con el fin de albergar empresas dedicadas a la producción marina, la cual se puede combinar con el ocio y el medio ambiente (estanques, áreas recreativas, senderos, pesca deportiva, juegos acuáticos, etc.), constituyendo una excelente opción para una gestión integral.

La envergadura de estas infraestructuras (grandes estaciones de bombeo y distribución de agua marina, incluyendo depuración y emisarios), inicialmente puestas en marcha por las administraciones, podría permitir incluso alejarlas del litoral (al contrario que las granjas marinas tradicionales), ayudando así a preservarlo.

Los beneficios que se pueden esperar de estas innovadoras instalaciones serían los siguientes:

- Eliminación de los cuatro tipos de conflictos de uso motivados por el pujante crecimiento de la acuicultura: a) conflictos entre usuarios profesionales y usuarios recreativos; b) conflictos entre profesionales de diferentes actividades; c) conflictos entre poblaciones ribereñas, turismo, hostelería litoral, etc.; y d) conflictos entre ecologistas y usuarios del espacio (Laxe, 2004).
- Potenciación de la acuicultura por incorporación a la gestión litoral integrada. Aprovechamiento de sinergias (acuicultura, pesca, ocio y turismo, medioambiente y espacios naturales, deportes náuticos, etc.).
- Creación de empleo como alternativa al decaimiento de la pesca. Absorción del empleo excedente de la pesca.
- Facilidad y rapidez en la tramitación administrativa (tramitación prácticamente cubierta; atracción rápida de empresas de acuicultura, cetáceas y otras relacionadas).
- Alta competitividad de las empresas asentadas (menos inversión, servicios comunes, planificación productiva o comercial conjunta, etc.).
- Mejora del medio ambiente costero. Como ya hemos dicho, la concentración de empresas de producción acuícola en una misma zona, libera a la costa de una excesiva presión constructiva.
- Incluye la atracción de la empresa transformadora (conservas, etc.) y auxiliar (fabricación de piensos, bienes de equipo, etc.), permitiendo que las comunidades locales se beneficien del valor añadido y de la creación de empleo.
- Permite crear auténticos “parques marinos”, integrando diversas actividades de tipo cultural, didáctico, gastronómico o de entretenimiento, revalorizando y dinamizando las zonas costeras.

El reciente Plan Gallego de Acuicultura, de 2007, y los “parques de acuicultura” que contempla, parece avanzar en este sentido (Anónimo, 2007c).

## **Principio de propiedad**

Vamos a analizar, finalmente, este controvertido apartado (tercera clave de la reconversión pesquera propuesta) desde tres aspectos: la concesión de espacios marinos a los pescadores, la recogida de datos y la autogestión.

### **Gestión pesquera “por concesiones”**

En desarrollo sostenible se ha impuesto el famoso lema de “quien contamina, paga”, lo cual, aplicado a los recursos naturales de cualquier tipo, quiere decir “quien extrae, paga” y, por contrapartida, “quien produce, cobra”. Si el pago más el cobro es igual a cero, la actividad será sostenible.

Resulta obvio para cualquier economista o ecólogo que la pesca de libre acceso ya no es viable. Dicho sistema era eficaz cuando la población mundial era muy inferior a la actual, pero con los actuales niveles demográficos hay que acudir al resto de regímenes de propiedad de los recursos pesqueros: propiedad estatal, propiedad comunal y propiedad privada. Aunque el acceso libre se refiere fundamentalmente a zonas y recursos en la que apenas existe regulación, consideramos la propiedad estatal prácticamente como si fuera de libre acceso pues, en términos generales, las diferentes modalidades de regulación aún permiten el “todo para todos” y el sentido de propiedad es aún muy débil. La propiedad comunal tampoco desarrolla el sentido de propiedad en toda su extensión, por lo que el único sistema que se debería considerar viable en pesca es el sistema de propiedad privada. Jesús M. Salamanca define el régimen de propiedad privada como aquel en el que los pescadores tienen derecho a realizar un uso socialmente aceptable del recurso pesquero y tienen el deber de abstenerse de sobreexplotarlo (Salamanca, 2000).

Un primer paso en la tendencia a la propiedad y conservación de los recursos lo constituye el sistema de gestión pesquera basado en Totales Admisibles de Capturas (TAC) y cuotas. La Política Pesquera Común se ha basado tradicionalmente en el establecimiento de TAC y el reparto de esos totales entre las diferentes flotas que faenan en las distintas pesquerías. Dichas cuotas pretenden controlar la producción total de las pesquerías, evitando que se sobrepasen los niveles de máximo nivel sostenible. Las cuotas pueden ser transferibles o no transferibles, individuales o grupales, anuales o plurianuales. A nivel comunitario, las cuotas se reparten por países, que, a su vez, las reparten entre las diferentes flotas anualmente.

Cuando las cuotas son anuales, los derechos de propiedad se encuentran muy limitados en el tiempo y el incentivo por la conservación del recurso disminuye considerablemente. Además, potencian el grave problema de los descartes, impiden una correcta planificación, pueden impulsar el aumento de la capacidad de las flotas y, en definitiva, no han logrado la conservación de las poblaciones pesqueras. Resulta también obvio para toda persona relacionada con la pesca que el sistema de TAC y cuotas ha resultado ineficaz, pero ha sido un primer paso imprescindible para poder avanzar.

Por eso, se está imponiendo el sistema de Cuotas Individuales Transferibles (sistemas CIT, o ITQ, en inglés), en los que el derecho de propiedad es ilimitado en el tiempo y, además, vendible, lo que produce un valor inesperado y un claro incentivo para la conservación y la gestión sostenible del recurso.

La eficacia de este sistema, en el tortuoso camino hacia la autogestión, ha quedado plasmada en multitud de informes (Salamanca, 2000; Gallastegui, 2000), pero también se han manifestado muchas opiniones en contra: la eficacia no es completa, los descartes no se han eliminado, el coste de la gestión pública aumenta, no es de fácil aplicación a las pesquerías de vida corta o estacionales, facilita la concentración de los derechos de propiedad en las empresas más fuertes (con todos los males sociales derivados), facilita que dichas empresas puedan llegar a manejar los precios a su antojo, se observa una preponderancia de las decisiones económicas sobre las biológicas, y, en definitiva, no garantiza la eficacia y la sostenibilidad.

A pesar de todo, algunos especialistas se decantan por citar a Noruega como referencia europea en gestión pesquera, debido a los logros, a veces cuestionados, alcanzados con su sistema CIT. Implantado en 1996, permite que las cuotas (pueden ser para más de una especie) de una embarcación desguazada pasen a otras embarcaciones del mismo propietario. Con ello se consigue reducir la presión sobre los caladeros, al tiempo que se incrementa la rentabilidad de los restantes barcos. Cuando se agotan las cuotas se interrumpe la actividad. Diversas regulaciones técnicas impiden los descartes y sobrepasar los tamaños mínimos, existiendo también una prioridad máxima para las tareas de vigilancia y control, tanto en mar como en lonjas. Otras referencias dignas de análisis son el sistema neozelandés, con años de rodaje; el islandés, donde la pesca constituye el 40% del mercado exterior; o el sistema de “grupos de pescadores” adoptado en Holanda, que pasa por ser uno de los sistemas más prometedores.

La reforma de la Política Pesquera Común ha abierto la puerta tanto a la descentralización (regionalización, gestión compartida, etc.), como a que los países miembros puedan experimentar con los sistemas CIT y a que, como en la ganadería, sobrevivan únicamente las empresas más eficaces. El problema es que, actualmente, las empresas consideradas más eficaces, lo suelen ser en extracción, no en producción,

ni en sostenibilidad, ni en empleo, contrapartidas que los administradores deberán tener en cuenta.

Aun con todos los problemas existentes (y las dudas de muchos), se divisa de manera nítida el camino a seguir: llegar a la propiedad totalmente privada de los recursos, con acceso mediante autorización o concesión administrativa. Todo lo demás son medias tintas que acabarán desembocando, tarde o temprano, en esta otra medida. El problema sólo radica en cómo y cuándo aplicar la misma.

La legislación española permite cualquier actuación al respecto, pues tanto la transferibilidad de los derechos de pesca, como la contingentación, han configurado el Ordenamiento Marítimo Pesquero español durante más de dos décadas. La Orden del Ministerio de Agricultura y Pesca de 12 de junio de 1981 permitía la transferibilidad individual de los derechos de pesca (accesos históricos limitados a un censo cerrado), mientras que el Real Decreto 681/1980 y la Orden de 15 de octubre de 1981 establecen los criterios generales de contingentación de caladeros o zonas de pesca en los que el acceso se limita a un número de buques determinado, normalmente los habituales de esa pesquería. Las sucesivas leyes han incidido en estas medidas, pues Víctor Manteca (2003), experto en Derecho Marítimo-Pesquero, opina que “la contingentación realizada mediante censos únicamente es efectiva si el censo está cerrado y su creación responde al interés de limitar el esfuerzo pesquero, y no cuando cumple una mera función de información o control sobre situación y reparto de la flota (...) en la medida en que el único acceso de un nuevo empresario al caladero es por medio de la adquisición de los derechos de otro, el derecho de pesca adquiere un valor de mercado (...) hay que admitir que la elaboración y actualización de los censos tiene naturaleza de autorización, aunque no se denomine así”.

De todos es conocida la gestión, mediante concesiones, de ciertos espacios de dominio público en rías, estuarios y, ahora, en zonas de mar abierto para la explotación privada de moluscos, algas o peces. La aplicación del sistema a gran escala ya ha sido ensayado con éxito en otras partes del mundo, como en el Estado de Maine, donde los pescadores de langostas han desarrollado su propio sistema de acceso limitado sin participación del Gobierno, con una autogestión total, en la que cada pescador posee su propio territorio de pesca. En Japón, los pescadores controlan sus propias aguas desde la época feudal y se esfuerzan en la conservación de los recursos y en las técnicas de producción (Doménech, 1996c).

De la lógica tendencia de los pescadores a controlar sus áreas de pesca, dan cuenta las actuales pretensiones de “regionalización” de muchos territorios que han logrado conservar parte de sus recursos y solicitan la expulsión de las embarcaciones foráneas. El “todo para todos” ya no sirve en el mar, pues, incluso en estas regiones, como Asturias, donde el grueso de la flota aún es artesanal, existen múltiples disputas, conflictos y hasta “guerras pesqueras” entre diferentes artes y zonas.

Se aprecia la necesidad de atomizar al máximo la contingentación y la “regionalización” hasta llegar a la “localización”, en la que un grupo de pescadores explota un único caladero local. Los pescadores “al pincho” de Cudillero, en Asturias, han reivindicado, docenas de veces, su derecho a faenar en caladeros tradicionales de merluza (como El Callejón o La Carretera, frente al Cabo Peñas), erradicando otros artes menos selectivos. Estamos absolutamente convencidos de que, con la adecuada colaboración técnica y administrativa, la autogestión sostenible y empresarial de estos pescadores sería una realidad a medio o, incluso, a corto plazo.

La asignación de espacios productivos a un grupo de pescadores con funcionamiento empresarial, será, sin duda, el punto final de la evolución pesquera. La inversión se desplaza del buque (que pasa a ser una herramienta productiva más) al recurso (técnicos propios, adquisición de datos, técnicas de producción, biotopos artificiales, long-lines, arrecifes de atracción, monitorización, control ecológico, etc.), y adquiere un valor de mercado muy importante que se puede comprar y vender, siempre que se cumplan todas las especificaciones previstas en la planificación al efecto. La demostración palpable del aumento de los puestos de trabajo frente a la explotación actual insostenible (y el consiguiente efecto multiplicador), bien merecería la puesta en marcha de la primera experiencia piloto de este tipo en España, la cual sería perfectamente viable en cualquier reserva marina, donde, por otro lado, los pescadores están más familiarizados con las técnicas sostenibles.

Es obvio que una especie comercial puede reproducirse en una zona, crecer en otra y cosecharse en otra distinta. Por eso, tal y como señala el especialista Callum M. Roberts, la eficiencia de una planificación pesquera integrada solamente puede ser contemplada en el ámbito de la conectividad entre unidades productivas, ya sean arrecifes aislados, caladeros locales o reservas pesqueras (Bellwood, 1998). Dentro de una reserva marina o cualquier espacio marino podría haber diferentes sub-unidades productivas gestionadas independientemente, siempre y cuando se traten todas ellas en el marco de la planificación establecida para el conjunto de la reserva o de la unidad productiva de orden superior.

Del mismo modo, varias reservas pesqueras de una misma región podrían tener modelos de gestión particularizados (adaptados a las características de esa zona), pero deberían ser gestionadas ajustándose a la planificación regional, del mismo modo que varias regiones vecinas se ajustarían a una planificación de escala nacional o europea. Por tanto, en ningún caso se debe asimilar regionalización con planificación aislada o independiente del conjunto de la pesquería, sino todo lo contrario.

Es importante recalcar que, a pesar de las reticencias sectoriales o particulares que pueda haber (multitud en el sistema pesquero, debido al nivel de complicación alcanzado), el sistema de asignación de concesiones permite su aplicación inmediata

en espacios protegidos. En consecuencia, la disminución de las zonas de pesca libres (o “no contingentadas” mediante este sistema), sólo llegaría a ser perceptible cuando la rentabilidad y el empleo de las áreas de pesca sostenible fuese evidente y, por tanto, deseable y exportable.

### **El inmenso valor de los datos pesqueros**

En segundo lugar, el pescador pasa a ser el principal interesado en la recogida y tratamiento de datos pesqueros. Esta labor, hasta ahora ardua para el científico, resulta de vital importancia para el pescador, por cuanto el conocimiento ecológico de su espacio de pesca se convierte en su principal fuente de ingresos. Resulta penoso observar cómo se desperdician miles de datos, esenciales para la planificación, que, de haberse registrado con anterioridad, permitirían conocer, de forma exhaustiva, el funcionamiento de cada caladero local.

Por contra, todavía estamos intentando conocer el funcionamiento de la pesquería global en su conjunto: por increíble que parezca a estas alturas, algunos organismos internacionales, como el Consejo General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) o la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT), reconocen la carencia o falta de fiabilidad de los datos de capturas, así como la enorme dificultad para evaluar los actuales stocks comerciales (Anónimo, 1993).

Hace 30 años el autor de este libro comenzó a trabajar en pesca y acuicultura, y ya era sorprendente la carencia de datos imprescindibles en biología pesquera, como por ejemplo la ausencia de información en lo referente a la capacidad productiva de caladeros locales (como, en el caso de Asturias, El Callejón, La Carretera o El Cachucho). Existen algunas de estas zonas que son (o eran) verdaderas fábricas de producción en serie de merluzas, de besugos o de mariscos, con el agravante de que trabajan (o trabajaban) de forma gratuita para nosotros.

Hoy seguimos exactamente igual o peor, pues aunque ha aumentado sustancialmente el número de laboratorios marinos, no nos consta que se conozca el funcionamiento ecológico de los caladeros de pesca locales. Es decir, a pesar de que los ecosistemas marinos trabajan gratis, produciendo proteínas para cada vez más bocas, no nos hemos molestado ni en saber cómo lo hacen. Y, obviamente, si no sabemos cuánto es capaz de producir un caladero, cuál es su punto óptimo de capturas, cómo se desarrolla la dinámica de las especies acompañantes, o cuáles son y cómo funcionan las zonas de apoyo (de reproducción o de juveniles), difícilmente podremos abordar el control ecológico, o segunda etapa de la evolución pesquera. Seguiremos estancados en la caza-recolección.

Y sin embargo, continuamos demandando más y más investigación pesquera, campañas científicas y estudios puntuales e improvisados, cuando posiblemente lo que

hace falta es un programa racional y coherente a largo plazo y con objetivos claros y concretos. Y no es una opinión particular, sino que numerosos informes demuestran este estancamiento y avalan estas declaraciones<sup>37</sup>.

Es hora de cambiar totalmente el enfoque de la investigación pesquera, pues, entre otras cosas, no queda mucho tiempo. Para ello, creemos, bastaría con establecer unos mecanismos adecuados para aprovechar los “simples” datos de pesca que cada pescador obtiene en su faena diaria: la zona de captura exacta, el arte utilizado, el tiempo empleado en la captura, la profundidad, las especies asociadas o la clasificación y contabilización de la pesca por especies y tallas. Datos (equivalentes a un programa de muestreos en continuo) que adquieren un valor incalculable que el pescador sólo será capaz de valorar cuando se vea participando de su propiedad y explotación.

Esta labor requiere, por supuesto, una dedicación añadida, pero es un trastorno insignificante comparado con los beneficios obtenidos: en tiempo (mejor planificación de la “siembra”, “crecimiento” y “cosecha”), en comodidad (compaginación del trabajo en mar con el trabajo en tierra), en seguridad y condiciones de trabajo (la climatología pasa a segundo plano, por ejemplo), o en ingresos (las predicciones y la rentabilidad mejoran notablemente).

Una gestión de los datos así establecida, basada en la cooperación pescador-investigador, permitiría mejorar año a año el conocimiento de cada caladero, descargar a los científicos estatales y autonómicos de labores rutinarias, y establecer modelos predictivos fiables en muy pocos años (Irazola *et al.*, 1996). Abriría paso a dos aspectos cruciales para la evolución del sector pesquero, como son estrechar la brecha entre industria pesquera y científicos a la hora de establecer consensos sobre el estado de las poblaciones, lo que resulta vital para fijar objetivos de gestión; y abordar la biología pesquera desde la óptica privada, de modo que la micro-evaluación de caladeros locales amplíe la actual macro-evaluación de grandes pesquerías. No hay que desdeñar la labor complementaria que los organismos no pesqueros (como las Autoridades Marítimas o Portuarias) podrían aportar en el marco de una investigación marina integrada (sinergias I+D).

Y, por supuesto, empezaría una nueva era de la investigación pesquera, que daría salida laboral a decenas de buenos licenciados especializados que aguardan esa segunda etapa de las ciencias marinas: conceder la importancia que se merece a

---

<sup>37</sup> El mismo Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) acaba de editar un libro (“Las ciencias y tecnologías marinas en España”), coordinado por el investigador Carlos Duarte, que revela las fortalezas y debilidades de la investigación marina. En el mismo se hace una documentada autocrítica que evidencia que el problema no es tanto de efectivos y de medios como de organización (García, 2007).

cada caladero (y no sólo al conjunto de la pesquería, como se hace ahora) y confiar la captura de datos al pescador, lo cual exige todo un cuerpo de personal científico de campo (que embarcaría con los pescadores), que se encargaría de asesorar, controlar y dirigir dichos programas.

La ingente cantidad de datos que cada buque pesquero puede facilitar a diario son inestimables para la confección de bases de datos, Sistemas de Información Geográfica o GIS y otras herramientas vitales, sin las cuales la ciencia de las pesquerías no va a prosperar (Aguilar-Manjarrez *et al.*, 1995).

### Autogestión

Todo lo dicho obliga al pescador, finalmente, a disponer de un amplio conocimiento del sistema en el que, inevitablemente, va a estar inmerso. El principal objetivo de la propiedad de los recursos pesqueros es la autorregulación o autogestión de los mismos, del mismo modo que los gestores de cualquier empresa en tierra toman sus propias decisiones en el marco de determinadas planificaciones sectoriales o generales.

El sistema CIT holandés comenzó a funcionar en 1975, habiendo evolucionado hasta la actualidad en que ya se contempla la transferibilidad de los “días de salida al mar” (no siempre compatible con un sistema de cuotas), dividiéndose la autorregulación del sector. En 1993 se inició una gestión compartida entre los pescadores y el Gobierno, creándose los “grupos de pescadores” capaces de responsabilizarse en la gestión de las cuotas asignadas. Dichos grupos son personas jurídicas independientes o empresas propiamente dichas, y todos los miembros de un grupo deben ser miembros de la misma organización de productores. Se “invita” a los pescadores a participar de esos grupos (es decir, a participar del “deber” de conservar los recursos) por medio de la asignación de “derechos” o beneficios adicionales, como más días de mar, acceso a cuotas, etc. La competencia de estos grupos llega hasta la potestad de imponer sanciones, elaborar planes de pesca u organizar el mercado de cuotas (Alonso, 2003). Es obvio que el camino hacia la autorregulación integral, en ese país, está muy bien establecido.

Cualquier caladero local, debidamente tratado y gestionado, es, como hemos dicho, una fábrica de pescado, una empresa que puede y debe ser tratada como tal por la asociación, cooperativa u organización de productores encargada de su gestión. Entre las normas de planificación general se encontraría, evidentemente, la retirada de los derechos de explotación, en el caso de una gestión negligente o fraudulenta.

La autogestión o el gradual fortalecimiento de la capacidad gestora, dentro de un sistema integrado, ofrece innumerables oportunidades de negocio y de empleo al

nuevo pescador, tales como la participación en la producción (criaderos, polígonos de acuicultura, labores de repoblación o marcado, etc.), la participación en el desarrollo turístico del espacio protegido (pesca turística, transporte a escafandristas, instalaciones didácticas o de ocio, etc.), o la participación en el mantenimiento de infraestructuras (biotopos, arrecifes, long-lines, fondeaderos, etc.).

## 5.4. Discusión y conclusiones

Aunque los sistemas de gestión pesquera basados en cuotas individuales transferibles sean los únicos que permiten mantener cierta esperanza en la recuperación pesquera, ni son la panacea ni son la solución definitiva. No olvidemos que estos modelos ya funcionan desde hace décadas y, ni se han impuesto, ni han conseguido despejar todas las dudas.

Pero sí podemos afirmar que se encuentran en el camino evolutivo hacia la sostenibilidad de las pesquerías. Es lamentable, sin embargo, mantener tan lenta evolución cuando podemos divisar la meta final, que no es otra que la autogestión total integrada (integración de actividades e integración de diferentes espacios productivos).

Aunque dejar clara esa meta ha sido el principal objetivo del presente capítulo, no podemos renunciar, por lejano que sea, al segundo de los objetivos propuestos: establecer los pasos que habría que dar si decidimos tomar un atajo. Estos serían los siguientes:

1. Implantación de un sistema de gestión litoral integrada en cualquiera de los espacios marinos protegidos ya existentes o de nueva creación. Se propone el modelo ICZM-II o Gestión Integrada de segunda generación, que aglutina las actuaciones “en mar” (incluida la pesca) con la habitual gestión litoral “en tierra”.
2. Desarrollo, en dicho espacio, de una experiencia piloto de gestión pesquera sostenible integral, basada en el modelo de las tres “pes”, el cual pone en marcha los tres principios expuestos de protección, de producción y de propiedad. Tanto la gestión espacial de los recursos en reservas marinas, como la inclusión de la Política Pesquera Común (PPC) en la Gestión Integrada de Zonas Costeras (ICZM), han sido reclamadas en diversos foros científicos, como en la VI Reunión del Foro Científico para la Pesca Española en el Mediterráneo, celebrada en Palamós, en junio de 2001.

Esta fase incluiría, igualmente, al menos un polígono de acuicultura, cuya finalidad sería apoyar las técnicas de producción en mar, así como potenciar la acuicultura, absorber empleo procedente del sector pesquero y hacer las

veces de modelo de demostración. Estos parques de acuicultura liberarían la presión de las granjas individuales sobre el litoral.

3. Planificación inicial basada en la contingentación del espacio protegido con fuerte apoyo institucional y de investigación, como paso previo a mayores medidas de propiedad: la concesión de la explotación pesquera a una organización de productores o grupo empresarial con un adecuado planteamiento estrictamente empresarial.
4. Adaptación del modelo y extensión, en su caso, al resto de espacios marinos protegidos o tramos costeros, en coexistencia con la pesca tradicional, en las zonas no protegidas. Potenciación de las reservas marinas y pesqueras. Complementación de la macro-gestión pesquera (Política Pesquera Común, política pesquera nacional), con la micro-gestión de caladeros locales.
5. Adaptación del modelo y extensión, en su caso, al conjunto del litoral, etapa en la que se observaría la mayor eficacia, debido a la sinergia entre las diferentes reservas pesqueras.

La Unión Europea parece apostar definitivamente por la pesca artesanal (no le queda más remedio) y el medio ambiente marino, en detrimento de una pesca industrial cada vez más agonizante. Por eso, la nueva pesca del siglo XXI demanda un lavado de cara, por un lado, es decir, una reestructuración de organismos, programas y estructuras caducas, así como la realización de una experiencia seria, decidida y avanzada, por otro, que deberá basarse en la integración de todas las actividades propias del litoral.

Una experiencia, totalmente práctica y de envergadura (enmarcable en algún programa europeo), que ponga de manifiesto las fortalezas y debilidades de la pesca sostenible y de los límites del principio de propiedad. Hasta muy recientemente, solamente existía una experiencia española que se haya acercado, aunque sea superficialmente, a la propuesta: el Plan Castellón, que, en los años sesenta, demostró que los recursos responden a una gestión sostenible y que las iniciativas de este tipo únicamente pueden tener éxito si se cuenta con la participación del pescador (Irazola *et al.*, 1996).

Pero, ahora las cosas han cambiado, pues (por si a alguien le han parecido estas propuestas demasiado avanzadas) existen al menos dos proyectos europeos, inscritos en el Sexto Programa Marco, que ya han divisado con claridad los nuevos tipos de gestión de los ecosistemas y las pesquerías por la vía de las áreas protegidas:

1. En el proyecto EMPAFISH (*European Marine Protected Areas as tools for Fisheries management and conservation*; [www.um.es/empafish/index.php](http://www.um.es/empafish/index.php)) participan 14 *partners* especializados en ecología, pesca, modelización,

economía, etc., que investigan las actuaciones llevadas a cabo en 20 áreas marinas protegidas del Mediterráneo (Italia, España, Francia, Malta), Azores y Canarias. Para ello, se ha puesto a disposición de todos el conjunto de herramientas y modelos utilizados (protocolos, indicadores, procedimientos, herramientas de eco-modelización, etc.) y, como colofón, se elaborarán guías de actuación para la creación, diseño, localización, gestión y seguimiento de áreas marinas protegidas europeas.

2. En el proyecto PROTEC (*Marine Protected areas as a tool for ecosystem conservation and fisheries management*; [www.mpa-eu.net](http://www.mpa-eu.net)) participan 17 *partners* de Dinamarca, Suecia, Irlanda, Gran Bretaña, Francia, Holanda, Noruega y otros países, centrándose en los ecosistemas del Mar Báltico, el Mar del Norte y el Atlántico nordeste. Persigue también la formulación de políticas de gestión integrada (European Commission, 2006).

Una ayuda para esta necesaria reconversión pesquera podría venir de la mano de los nuevos mercados derivados del cambio climático y de la revolución ambiental que estamos viviendo. Al igual que ya hemos visto con el funcionamiento de los mercados del carbono o de la biodiversidad (los sistemas “todos ganan”), el nuevo mercado de los caladeros sostenibles (o de los espacios marinos protegidos) podría funcionar del siguiente modo:

- a. Cualquier empresa, industria u organización podría comprar acreditaciones en dicho mercado con el fin de compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub>.
- b. El “banco de la pesca” o el organismo acreditado correspondiente se encargaría de cobrar y de expedir esas certificaciones; y a cambio se encargaría de organizar y controlar la gestión sostenible de las reservas pesqueras. Para ello, pagaría una cantidad fija a los pescadores encargados de tal explotación y controlaría que se apliquen los tres principios de la pesca sostenible (las tres “pes”).
- c. El banco se quedaría con una parte de los ingresos y la Administración se libraría de una modalidad de gestión totalmente obsoleta que ha alcanzado unos niveles de complicación insostenibles.

Hay que insistir en que dicha reconversión pesquera, aunque radical en su esencia, resultaría imperceptible en su aplicación, pues todas las reservas marinas, caladeros experimentales o áreas de pesca sostenible permiten planes de explotación particularizados, de forma totalmente compatible con las políticas pesqueras nacionales o comunitaria (Roberts *et al.*, 2000). Aunque sería deseable una ley específica para la gestión integrada del litoral que incluya la gestión pesquera, el sistema propuesto es más una cuestión de valentía y decisión que de cualquier otra cosa, pues podría ser aplicable sin cambiar ni una coma de la actual legislación vigente.

Hemos aportado pues, nuestra visión de cómo debería llevarse a cabo una explotación de los mares racional y coherente, de cómo se debería proceder para preservar tan valioso capital natural y de cómo se podría actuar para revalorizar un recurso que aún se explota de forma irracional. Algunos indicios, como las ideas vertidas en el Libro Verde de la futura Política Marítima Europea, nos permiten cierto optimismo y parecen indicar que nos encontramos en los prolegómenos de la verdadera conquista de los océanos.

En muchos países de Europa, incluida España, se están buscando amplios espacios marinos para crear reservas marinas (con objetivos de un 10% de la plataforma continental, para 2010), lo mismo que para crear parques eólicos *off-shore* (en zonas a unos 5 km de la costa y con profundidades de hasta 20 metros, aunque en Reino Unido ya existe un parque, en fondos de 50 m de profundidad). Aunque siempre existe oposición de los pescadores, ya hay experiencias de incremento de la pesca debido al efecto arrecife de la base de los molinos<sup>38</sup>.

También se están definiendo las futuras “autopistas del mar”, para descongestionar las autopistas terrestres europeas, al igual que “dispositivos del tráfico marítimo” para alejar los buques en tránsito de la costa y evitar posibles desastres como el del *Prestige*. Existen cada vez más zonas de exclusión del arrastre pesquero, así como parques de acuicultura con jaulas flotantes y áreas balizadas para cultivo de algas o *long-lines* de moluscos.

¿Llegó el momento de ordenar también los espacios marítimos, de la misma manera que se han ordenado los espacios terrestres o litorales? Parece que sí, pues esa nueva política marítima europea en ciernes, contempla la gestión integrada de los mares como uno de sus principales pilares.

Es decir, estamos asistiendo al nacimiento de un nuevo orden marítimo internacional y el sector pesquero no debe quedarse fuera del mismo por falta de reacción. Tal reacción no consiste en resistirse a ese nuevo orden, sino en adaptarse al mismo, complementarse con él, integrarse y aprovechar todas las sinergias que pueden

---

<sup>38</sup> Uno de los proyectos más llamativos es el Proyecto Mar de Trafalgar, presentado en 2003, el cual, con una inversión de unos 1 800 millones de euros y 700 empleos, pretende crear una especie de plataforma de hormigón a 18 km de la costa de Cádiz. Combinaría la energía eólica (para unos 750 000 hogares), con la acuicultura (hasta 40 000 toneladas de pescados al año), la “pescultura” y la biodiversidad (efecto arrecife en unas 40 000 t de escolleras, con un potencial de adherencia y de biodiversidad de 200 000 toneladas de biomasa), el medio ambiente (evitaría la emisión de 3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>), el sector marítimo e industrial (ampliación del puerto de Barbate y polígono industrial), la I+D (acuicultura, nuevos piensos, nuevas especies) y el turismo (nuevo atractivo para la zona) (Anónimo, 2003).

extraer si, ante esta nueva oportunidad, son capaces de transformar la caduca pesca extractiva en una pesca productiva<sup>39</sup>, empresarial y moderna.

Sea como sea, la suerte ya está echada, pues como dijo W.D. Russell-Hunter, nada menos que en 1973: “Las dificultades implícitas en el establecimiento de los derechos de propiedad sobre una reserva pesquera, o en el arrendamiento de una parte del fondo del mar, se resolverá mediante la evolución de las leyes”.

---

<sup>39</sup> En 1988, acuñamos el término “pescultura” para referirnos a un nuevo tipo de pesca capaz de combinar las antiquísimas técnicas extractivas con las modernas técnicas de acuicultura. Las auténticas “granjas marinas” serían las capaces de explotar la ecología del mar para un uso propio, racional y sostenible (Doménech, 1988).



# 6

## Desarrollo social global: la huella social

### 6.1. Introducción

Si el aspecto ambiental del desarrollo sostenible ha comenzado, quizás, demasiado tarde, no menos lentas son las iniciativas firmes para el desarrollo social del planeta, la gran asignatura pendiente en la gran aventura de la evolución cultural del ser humano. A pesar de su ilusorio progreso técnico y económico, lo que está en juego es nada menos que su supervivencia como especie, si, finalmente no se consigue integrar lo económico, con lo ambiental y con lo social.

Se describe en este capítulo una fórmula para abordar el desarrollo sostenible global:

- a. Incorporación decidida de la empresa o sector productivo a la cooperación al desarrollo, complementando así el camino ya iniciado por los gobiernos y por las organizaciones no gubernamentales.
- b. Implantación en las organizaciones de un nuevo indicador de sostenibilidad (la huella social) basado en la creación de empleo global y en la aplicación de nuevas concepciones económicas basadas en el principio de equidad y en la recuperación y revalorización de los conceptos de fisiocracia y de globalización. Su aplicación podría dar lugar a una evolución gradual desde el actual sistema capitalista a un nuevo sistema socio-capitalista.

Se ofrecen datos sobre la huella social del mundo, de los diferentes países y de las empresas o corporaciones y se hacen diversas propuestas para abordar este desarrollo sostenible global. Para que las empresas se incorporen a la cooperación al desarrollo, se propone, como conclusión principal, que aprovechen la gran oportunidad que les brindan las nuevas tendencias de **responsabilidad social corporativa**.

## 6.2. Por qué una huella social

### 6.2.1. Los datos de “la vergüenza”

Existen, al menos, tres buenas razones para crear un indicador capaz de medir la responsabilidad que tienen los países desarrollados en la carencia de empleo global digno, es decir, en la “huella” que ha dejado nuestro actual sistema socio-económico:

1. La necesidad de encontrar, definitivamente, una solución real y práctica al acuciante problema de la pobreza y desigualdad extrema.
2. La necesidad de completar y acelerar el desarrollo sostenible, tanto en su vertiente ecológica, como en la social, como en la económica.
3. La necesidad de que el sector productivo del mundo desarrollado, principal generador de riqueza, se implique activamente en el proceso ya iniciado (aunque sea tímidamente) tanto por los Gobiernos del mundo desarrollado, como por el llamado tercer sector (la sociedad civil y las ONGs para el desarrollo) (Rifkin, 1995).

En el año 2000, tenía lugar una más de las numerosas firmas que ya se han estampado en otros tantos convenios o protocolos de todo tipo: 189 países firmaban la Declaración del Milenio, donde se proponía reducir la pobreza a la mitad para el año 2015, con respecto al año 1990 (A/RES/55/2; Resolución aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2000).

Pero, tal y como se muestra en la conocida “tabla de la vergüenza” (véase la tabla 6.1), la pobreza y la diferencia entre países ricos y pobres no sólo se mantiene, sino que aumenta. Unido al imparable aumento de la población mundial y, simultáneamente, a la disminución de recursos y al incremento de la contaminación, estos datos se nos antojan sumamente amenazantes para la estabilidad mundial en el aspecto económico, en el aspecto social y en el aspecto ambiental.

En este sentido, los agoreros pronósticos de Donella Meadows, de 1972, en el citado libro *Los límites del crecimiento*, iniciados ya por Thomas Malthus en 1798, y reconfirmados en los análisis más recientes (Meadows *et al.*, 2002), se ciernen sobre nosotros implacables y certeros, por más que los auto-proclamados “optimistas” se empeñen en mirar hacia otro lado.

Tabla 6.1. Algunas cifras de la economía y el desarrollo mundial

Reparto por países del PIB mundial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20% (países ricos): 86% del PIB</li> <li>• 60%: 13% del PIB</li> <li>• 20% (países pobres): 1% del PIB</li> </ul>
Distribución	Las 500 familias más ricas acumulan más capital que 2 500 millones de personas
	80 países tienen una renta <i>per cápita</i> menor que hace 10 años
	1 000 millones de personas tienen unos ingresos de menos de 1 dólar/día; y 1 500 millones de 1 a 2 dólares/día
Relación entre el gasto militar y el gasto en ayuda humanitaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Países G7: 4/1 (4 veces más en armamento)</li> <li>• Mundo: 10/1</li> <li>• Italia: 11/1</li> <li>• Estados Unidos: 25/1</li> </ul>
Relación entre la renta <i>per cápita</i> de los 5 países más ricos y los 5 más pobres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1960: 30/1</li> <li>• 1990: 60/1</li> <li>• 1995: 74/1</li> </ul>
Relación entre el gasto contra el hambre y el gasto en comida para perros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lucha contra el hambre: 19 000 millones dólares/año</li> <li>• Comida para perros: 17 000 millones dólares/año</li> </ul>
Salud, educación, agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 millones de muertes infantiles/año</li> <li>• 115 millones de niños sin escolarizar</li> <li>• 1 000 millones de personas sin agua segura</li> <li>• 2 600 millones de personas sin saneamiento</li> </ul>
Acceso a la información (reparto por % de países, de usuarios de Internet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20%: 93,3%</li> <li>• 60%: 6,5%</li> <li>• 20%: 0,2%</li> </ul>

Fuente: Informe sobre *Desarrollo Humano 2005*, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Informe *Worldwatch Institute*, 2004; otros informes ONU, OIT, FMI.

## 6.2.2. Hacia un indicador social de índice único

La huella ecológica (Rees & Wackernagel, 1996) ha sido el indicador que ha demostrado con mayor claridad que gran parte de la riqueza de los países ricos proviene de los recursos naturales de los países pobres o Países en Vías de Desarrollo (PVD). En la actualidad, ningún país desarrollado es capaz de mantenerse con sus propios recursos. De ahí la enorme deuda, ambiental, social y económica, que tenemos con nuestros vecinos, por lejos que estén.

Teniendo en cuenta que, tal y como recoge el Informe sobre los “Recursos Mundiales 2004”, no podemos hablar de desarrollo sostenible si tal desarrollo no abarca también el aspecto social (Rosen *et al.*, 2004), las expectativas se centran en crear un indicador de sostenibilidad social análogo a la huella ecológica, es decir, una “huella social” capaz de expresar con un simple número, igualmente claro y comprensible, la situación de una entidad (empresa, organización, región o país) y su parte de responsabilidad en la deuda social global.

Partimos de la base de que el desempleo, como principal problema social, incluye a todos los restantes: un adecuado nivel de ingresos permite paliar el resto de problemas básicos, como comprobaremos más abajo en la metodología, y por eso proponemos que la huella social se refiera al número de empleos globales que una determinada comunidad o entidad podría sostener con sus ingresos.

Al igual que la huella ecológica corporativa debe responder a la pregunta de cuántas hectáreas de terrenos productivos consume mi empresa con su actividad, la huella social corporativa debería responder a la pregunta de cuántos empleos globales consume mi empresa con sus actividades.

De forma ampliada, podríamos decir que la huella social es el **capital social** (trabajo, y su equivalente en conocimientos) que una entidad podría sostener con su **capital físico**, el cual procede, en última instancia, del **capital natural** (tierra, recursos naturales). Esta relación entre los tres tipos de capital, nos será útil para entender la metodología propuesta más abajo.

De este modo, con tres simples números (aunque integradores de muchos otros índices o indicadores de índice único) podría representarse el nivel de sostenibilidad de cualquier entidad:

- El PIB o los ingresos, para indicar nuestra sostenibilidad económica.
- El número de hectáreas productivas que consumimos, para indicar nuestra sostenibilidad ambiental.
- El número de empleos que podríamos mantener, para indicar nuestra sostenibilidad social.

Existen otras opciones a la hora de establecer una metodología de cálculo de un indicador como el propuesto. Por ejemplo, podría utilizarse un amplio rango de sub-indicadores sociales y buscar alguna fórmula para convertirlos a un único número final. Sin embargo, habría que poner especial cuidado en que los indicadores a combinar, necesariamente de distinta naturaleza (como la esperanza de vida o el nivel de alfabetización, por ejemplo), no den lugar a un mero índice sin significado propio, como muchos de los que ya existen, y de los cuales el más conocido quizás sea el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del PNUD, el cual cubre, principalmente, tres dimensiones del bienestar, como son los ingresos, la educación y la salud. Un índice así podría ser tan útil como actualmente lo es el IDH, pero no se parecería en nada al gran hallazgo que ha supuesto la huella ecológica de Rees y Wackernagel.

Veremos más abajo que, con la huella social se pueden calcular mejor las necesidades humanas (en este caso, de empleo) que proponen otros interesantes indicadores, como el *Triple Bottom Line* (McElroy, 2006a, 2006b). Las necesidades humanas que mide este indicador también pueden ser múltiples y variadas, por lo que, como en los otros casos, también se pierden las ventajas del índice único.

### 6.2.3. Hacia una responsabilidad social corporativa realmente "social"

Los indicadores, además de medir, deben ser prácticos y permitir la aplicación de soluciones. Dejar huella significa dejar marca, por eso creemos que, a través de los indicadores de "la familia de la huella" (cuyo mero nombre ya ha sido un acierto por parte de los autores originales del método), tal sentido práctico podría alcanzarse:

- a. Consiguiendo que cualquier tipo de organización se sienta implicado en, y responsable de, dicha huella (¿de cuantas hectáreas globales de ecosistema o de cuántos empleos globales me estoy apropiando con mi actividad?).
- b. Consiguiendo que la implantación de medidas para la reducción de huella, es decir, para avanzar en sostenibilidad, añadan competitividad a la organización (tal y como ya está sucediendo con la huella ecológica).

En efecto, además del interés que la huella social basada en el empleo tendría para las políticas sociales regionales, nacionales o globales, su implantación en la empresa tomaría un valor especial debido a las modernas tendencias de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), impulsadas por organismos internacionales, como la ONU, Unión Europea, OIT, OCDE, WBCSD, CSR Europe, Global Compact, o Banco Mundial.

El “Libro Verde para fomentar un marco europeo para responsabilidad social de las empresas” (Bruselas, 18 de julio de 2001) define como empresa socialmente responsable a aquella que, en el desarrollo de su actividad empresarial y en su relación con terceros, se guía por criterios no exclusivamente económicos sino por otros de naturaleza ética, social y ambiental. Algunos de estos criterios y claves de actuación son:

- a. Ámbitos de actuación: laboral, socio-económico y ambiental.
- b. Voluntariedad.
- c. Aplicabilidad a todo tipo de organización.
- d. Planteamiento estratégico y progresivo que permite la medición y seguimiento de su evolución.
- e. Complementariedad respecto a otras herramientas de gestión empresarial, con el objetivo último de promover la sostenibilidad.
- f. Integración con el resto de estrategias de la empresa.
- g. Cooperación, redes y alianzas.
- h. Diálogo con los grupos de interés.
- i. Transparencia y credibilidad (Blaya, 2005).

Ya son muchas las empresas que se han percatado de la importancia que va a tener la responsabilidad social y han comenzado a tomar posiciones. Si toda empresa existe para ganar dinero (y poder así seguir existiendo), y si toda empresa depende de los recursos naturales como fuente original de todo producto o mercancía, no es menos cierto que toda empresa existe porque la sociedad acepta los productos que le ofrece. La naturaleza provee los recursos o *input* de la empresa y el ciudadano y la sociedad reciben el *output* que elabora.

Sin embargo, son muchas las empresas de todo el mundo, sobre todo las pequeñas y medianas (pymes), que aún no se han dado cuenta de tal importancia, y la mayoría de ellas ni siquiera saben lo que es la responsabilidad social corporativa. El director ejecutivo de la asesoría financiera Bibby Financial Services, David Robertson, que realiza este tipo de estudios, señaló que las *pymes* deben comprender que la demanda de prácticas éticas, por parte de grandes empresas y de los consumidores, acabará obligándoles a adoptar estas políticas, como ha sucedido con las políticas ambientales, y que, tarde o temprano, deberán invertir tiempo y dinero en responsabilidad social corporativa. Y cuanto antes lo inviertan, menos tendrán que gastar y menos riesgos correrán.

Uno de los empresarios que sí ha entendido esto a tiempo es Eduardo Montes, presidente de la multinacional alemana Siemens en España, una de las primeras firmas

en incorporar las políticas sociales en la empresa. Montes lleva años difundiendo los beneficios que puede ofrecer la RSC como factor clave de competitividad y llega a ver beneficios globales, incluso, en las temidas deslocalizaciones derivadas de la globalización y de las crecientes presiones ambientales que existen en los países desarrollados (como el Protocolo de Kioto).

Algunos accionistas creen que trasladando sus empresas a países no afectados por Kioto, por ejemplo, van a conseguir mayor competitividad. Puede ser cierto a corto plazo, pero no será motivado tanto por factores económicos (que podrían llegar a volverse en su contra), como por el beneficio social que conllevaría a los países receptores y la imagen social que adquiriría la marca empresarial.

Eduardo Montes afirma que si España se encuentra ahora entre las 10 potencias económicas del mundo (cuando hace unos 25 ó 30 años se encontraba en un nivel inferior al que ahora tienen los países del Este europeo), es porque, entonces, se produjo una deslocalización de empresas hacia nuestro país (por ejemplo, en el sector automovilístico), y gracias a eso, hemos crecido.

¿No es justo que ahora los países ricos promuevan la misma deslocalización de sectores con menor valor añadido hacia países menos ricos?, se pregunta. Para estos empresarios con visión de futuro, la respuesta es simple, pues, si esos países no crecen, ¿a quién van a vender los países ricos?

El paro derivado de las deslocalizaciones debe paliarse con tecnología, innovación y formación. Ningún padre que haya trabajado en una mina, en una fábrica, en un horno, quiere ese trabajo para su hijo, porque éste ya tiene una preparación académica mucho mayor, sabe idiomas, posee espíritu emprendedor y está preparado para trabajar en cualquier parte. Con innovación e iniciativa se genera valor añadido, nuevos empleos y nuevos mercados. Así piensan estos modernos empresarios.

Aunque estamos ante los primeros pasos de la RSC, las empresas ya atienden más a su dimensión puramente empresarial (mejoras para los empleados, conciliación de la vida laboral con la vida familiar, etc.), y a su dimensión local (mejoras para la ciudad donde opera, es decir su entorno inmediato). Todos nuestros esfuerzos en este capítulo se van a centrar en demostrar que la RSC debe aplicarse sobre todo a escala global. Resulta fundamental para aspirar a esa globalización sostenible de la que hablamos en el primer capítulo.

Creemos, por lo tanto, que la implantación en las organizaciones de una herramienta, como la huella social, constituye una oportunidad única para aspirar (si es que realmente existe voluntad) a un verdadero cambio global. En este capítulo se describe nuestra propuesta metodológica para la aplicación de la huella social basada en el empleo, como indicador integrado de sostenibilidad social.

## 6.3. Definiciones y metodología de cálculo de la huella social

### 6.3.1. El empleo como macro-indicador social integral

A pesar de que la *Global Reporting Initiative* (GRI), recomienda alrededor de 40 indicadores sociales para confeccionar las memorias de sostenibilidad (Anónimo, 2006b), partimos aquí de que, en estos momentos, únicamente el desempleo global constituye el problema social por excelencia, y de que, como base de todos los restantes, constituye por sí mismo un indicador que integra a todos los demás:

- a. Educación. Todas las empresas, instituciones o entidades del mundo desarrollado han incorporado ya la **formación continua** en sus planes estratégicos y planes de empresa. La contratación de cualquier persona implica un plan de formación que, fundamentándose en esta nueva metodología para el desarrollo global, debería mejorarse y ampliarse a una amplia gama de aspectos sociales (no conformarse con el aspecto productivo sino abarcar todos los aspectos de la sostenibilidad global). La mejora del poder adquisitivo implica una mayor atención al aspecto educativo de los hijos de los asalariados, lo cual, aplicado de forma extensa, influiría sustancialmente en uno de los Objetivos del milenio como es la educación primaria universal para el año 2015. Por contra, para dicho año, y según la tendencia actual apuntada en el informe sobre “Desarrollo Humano 2005”, del PNUD, 47 millones de niños seguirán sin escolarizar. La educación es, a su vez, el origen de multitud de otros problemas sociales que provocan guerras, terrorismo, fanatismo, separatismo, etc. El acaparamiento de recursos globales por parte de las sociedades más avanzadas, incluida la educación, sin contemplar su redistribución global, ha sido una grave irresponsabilidad que urge corregir, reparar y compensar en todas sus formas.
- b. Salud. Por el mismo motivo, la percepción de un salario, y la correspondiente mejora educacional, supone una mayor atención a los aspectos de la salud, cuya consecuencia inmediata es un incremento en la esperanza de vida. Según el citado Informe, con las actuales tendencias de desarrollo global, el objetivo de reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años se cumpliría en el año 2045 y no en 2015, es decir, con 30 años de diferencia.
- c. Desarrollo de los países más desfavorecidos. Se sabe ya que, una vez más, el objetivo de reducir la pobreza a la mitad para el año 2015 será un fracaso, pues, con las actuales tendencias, en dicho año se llegará a los 827 millones de personas viviendo en extrema pobreza (380 millones más del objetivo propuesto), y a los 1 700 millones de personas viviendo con menos de 2 dólares

al día. Aún habrá más de 200 millones de personas sin acceso a agua potable y más de 2 000 millones de personas sin saneamiento adecuado. El aumento de los asalariados y de su poder adquisitivo en los países no desarrollados, provoca una mayor demanda de bienes y servicios y un desarrollo gradual del país beneficiario. El desarrollo consiguiente es, por tanto, el primero de los derechos humanos.

- d. Tasa de migración. La estabilidad económica del individuo provoca arraigamiento en el lugar de nacimiento, evitando las migraciones. En contrapartida, nuevas oportunidades en los PVD pueden estimular a los titulados o profesionales de los países desarrollados, provocando un flujo gradual de personas y de los conocimientos necesarios para contribuir al desarrollo. Este hecho podría aliviar el, a menudo excesivo, número de titulados y ayudar, de paso, a la necesaria fusión entre diferentes culturas.
- e. Tejido social. Dicha fusión cultural, junto con el resto de implicaciones descritas en este trabajo, suponen relaciones entre instituciones, empresas y asociaciones para el desarrollo, así como entre empresas y empleados de los países beneficiarios y beneficiados, todas ellas imprescindibles para una correcta planificación del desarrollo global.

### 6.3.2. Distinción entre capital humano y capital social

Existen matices entre capital humano y capital social que conviene aclarar. El concepto de capital humano fue utilizado por Theodore Schultz y popularizado por Stanley Becker, habiéndose referido a aspectos como la salud, la alimentación, la educación, etc. Sin embargo, en la actualidad, el término se aplica exclusivamente a la educación de la persona, la cual, según la literatura económica, se puede adquirir a tres niveles: a través de nuestros padres y entorno familiar; a través de la educación formal; y a través de la experiencia. Los tres tipos tienen por objeto incrementar la productividad económica de los individuos y, por extensión, la producción de las naciones (Destinobles, 2006).

El capital social, por contra, se refiere a las relaciones o conexiones entre los diversos elementos que conforman el tejido social, personas, redes de personas u organizaciones, y las normas de reciprocidad y confianza que derivan de ellas (Putnam, 1993). Como iremos explicando a lo largo de esta exposición, nuestra propuesta es extender el concepto de capital social al número de empleos que posee un determinado colectivo o sociedad. Las relaciones sociales y la cooperación entre instituciones de nada sirven si al final no se consigue el bienestar social general a través del empleo. Y, por otro lado, para aumentar el número de empleos (o capital social), se hace necesaria la cooperación, las sinergias, las alianzas y las relaciones.

Así pues, comprobamos que tanto el capital humano como el capital social se encuentran muy ligados al mundo laboral, pues el capital social de una empresa es el número de empleados que es capaz de sostener, empleados que, a su vez, desarrollan una función empresarial porque poseen algún tipo de conocimiento. Cuando hablamos de capital social nos referimos al número de empleos o empleados, más el conocimiento correspondiente que poseen, o sea, su capital humano. En el contexto social (el contexto de esta obra) ambos tipos de capital se hallan estrechamente relacionados, pudiendo utilizarse prácticamente como sinónimos.

Pero, como dice M. T. Sanz (2006), “el conocimiento no es una simple adición de conocimientos”, sino que implica toda una labor de auto-reflexión y auto-conocimiento que tienda a hacer al individuo autónomo e independiente de los cada vez más sofisticados procesos condicionantes externos.

Mucho más allá de los tres tipos de aprendizaje citados más arriba, existen otros tipos de conocimientos que poco tienen que ver con el mundo laboral actual. Aunque ya están apareciendo conceptos como la inteligencia emocional (Goleman, 1999) y otros de tradición oriental (Nonaka *et al.*, 1998) (que, de hecho, empiezan a aplicarse a la empresa), bajo la perspectiva del conocimiento integral (ya no únicamente desde la perspectiva socio-laboral, también desde la perspectiva del desarrollo personal o individual), el auténtico capital humano va mucho más allá del mero conocimiento laboral, debiendo separarse, en consecuencia, del capital social.

En ese sentido, el desarrollo sostenible necesitaría algo más que lo económico, lo social o lo ecológico para ser realmente sostenible; necesitaría ese ingrediente cultural “extra” (no sólo el conocimiento laboral) que capacita a la persona a auto-desarrollarse y a auto-progresar. Sería un cuarto eslabón, el auto-conocimiento (el cual, a su vez, influye en el resto de sistemas), que supondría la culminación de la sostenibilidad.

El auto-conocimiento es una parte de la inevitable e irrenunciable “cuarta columna” de la sostenibilidad que analizaremos en el siguiente y último capítulo de este libro.

### **6.3.3. Los tres principios de la huella social**

La publicación en 1987 del informe *Nuestro futuro común* (Informe Brundtland) por parte de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, marca un punto de inflexión en la forma de abordar el problema del medio natural hasta nuestros días, y constituye el comienzo de toda una nueva etapa de la evolución social, el desarrollo sostenible, una de cuyas definiciones (Conferencia de Río, de 1992), viene muy a propósito para la metodología que vamos a presentar: “El desarrollo

sostenible supone la coevolución de la sociedad y la naturaleza, de modo que asegure la supervivencia y el desarrollo seguro de la civilización y la biosfera”.

Derivado de este Informe, surge, entre otros, el principio de equidad, por el cual, en lo que respecta al medio ambiente, cada persona tiene derecho, aunque no obligación, a hacer uso de la misma cantidad de espacio ambiental (energía, materias primas, terreno agrícola, bosques, etc.). Múltiples informes internacionales, como la citada “Declaración del Milenio”, avalan la plena vigencia y la urgente necesidad de aplicar este principio de equidad.

Con este punto de partida, fundamentamos la huella social basada en el empleo, en la adopción de tres principios básicos:

- a. El principio neo-fisiocrático.
- b. El principio de equidad.
- c. El principio de neo-globalización.

Por el **principio neo-fisiocrático**, todos los bienes y servicios producidos por el hombre proceden en última instancia de los recursos naturales, por lo que los indicadores de la riqueza generada, como el PIB, no son más que otra forma de expresar el espacio ambiental (se puede profundizar más en el estudio de los antiguos fisiócratas pre-smithsonianos, del siglo XVIII, los auto-denominados “economistas”, en cualquier manual de economía, como el de Tamames, 1992). Las conclusiones del informe *Los límites del crecimiento*, encargado por el Club de Roma, en 1972, fueron totalmente claras: no se puede crecer sin el concurso de la naturaleza (Meadows *et al.*, 1972; 2002). Importantes analistas actuales siguen insistiendo en esa cuestión: “La economía no es más que un subsistema de esa biosfera finita de la que depende su existencia” (Daly, 2005).

Por el **principio de equidad**, todo el mundo tiene derecho a una misma cantidad de los frutos del espacio ambiental, médase éste en hectáreas, en cantidad de recursos naturales o en PIB.

Por el **principio de neo-globalización** (o capital global), el mundo no sólo debe tender a un único modelo económico o comercial homogéneo (como proponen las actuales corrientes globalizadoras), sino también a un modelo social y ambiental en el que todos tengan cabida. Todos tenemos derecho al desarrollo y todos tenemos derecho al bienestar. Esta nueva globalización, o globalización sostenible, debe fijar la atención en el capital físico, pero también en el capital natural (los recursos y el medio ambiente), en el capital social y en el capital humano (las personas).

Una auténtica globalización debería redistribuir todos estos tipos de capital desde las corporaciones y grandes grupos financieros a los trabajadores, de modo que

esos trabajadores pudiesen ir accediendo poco a poco a su parte de la biosfera: los frutos de la parte de espacio ambiental que le corresponde a cada persona (que más abajo definiremos como “renta global sostenible”).

Este último principio, remueve las ideas negativas que muchos albergan sobre la globalización (una palabra muy útil que debe revalorizarse integrando todos los aspectos del desarrollo sostenible), y asegura la justicia, la viabilidad y la eficiencia de un sistema que bien podría denominarse **socio-capitalista**:

- a. Sería **justo** porque, partiendo de una misma renta bruta para todo el mundo, la persona que aporte menos conocimiento a la empresa (o al PIB), debería aportar más capital monetario para que la empresa pueda seguir produciendo; y la persona que aporte más conocimiento o capital humano (iniciativa, aptitudes, esfuerzo personal, etc.), aportaría menos capital monetario, disponiendo, por lo tanto, de una renta neta mayor y de más poder adquisitivo (se mantiene la renta diferencial). Sería justo también porque no habría una limitación obligatoria de la renta, sino que tal limitación sería voluntaria: simplemente, quien deseara acaparar más espacio ambiental (o renta global sostenible) de la que le corresponde, aumentando así su huella social (sin importarle la posible pérdida de prestigio social), podría hacerlo libremente.
- b. Sería **viable** porque garantizaría que siguieran plenamente vigentes la creatividad, la competitividad y la innovación (y, por lo tanto, el crecimiento y la viabilidad del sistema).
- c. Y sería, probablemente, más **eficiente** que los sistemas económicos que le anteceden porque la participación equitativa del trabajador en el capital, y el correspondiente incentivo que ello supone, podría dar lugar a mejores tasas de participación, productividad y creatividad. Es una versión moderna de lo que sostuvo durante toda su vida el gran estudioso del “trabajo”, Frederik Winslow Taylor (1856-1915): “el principal beneficiario del fruto de la productividad debe ser el obrero y no el patrón, lo que permitiría una sociedad en la que obreros y patronos tendrían un interés común en la productividad”.

Los modernos analistas se van dando cuenta de la situación, pues como dice Herman E. Daly (2005), a propósito de la conservación del empleo en una economía sostenible: “Una alternativa práctica puede ser el aumento de la participación en la propiedad de las empresas, de manera que los individuos perciban rentas por su participación en el negocio, en vez de por un trabajo a jornada completa”.

Daly cree que existen suficientes pruebas para demostrar que el nivel de satisfacción personal (impulsor del crecimiento económico), no depende tanto de la renta absoluta (que sólo llega hasta cierto umbral), como de la renta relativa. Por eso

comienza a haber acuerdo unánime en que consumir más (en una sociedad ya satisfecha) no produce mayor bienestar.

El coste político de la sostenibilidad podría entonces no ser tan cuantioso como algunos piensan, siempre y cuando existan nuevas formas de satisfacción. Sostenemos aquí que un mayor nivel de satisfacción vendría motivado por la participación del trabajador en el capital físico de la empresa, el cual lleva asociado una mayor valorización del esfuerzo personal (o del capital humano auto-invertido) y una mejor percepción de su participación en el bienestar común (inversión en capital social).

### 6.3.4. Definiciones

Definimos **economía o sistema socio-capitalista** como aquel sistema que asume y funciona bajo los tres principios esgrimidos más arriba.

Definimos **renta global sostenible** (en adelante, renta global) como una renta hipotética que se calcula dividiendo el PIB mundial entre la población mundial capaz de contribuir al PIB (población en edad de trabajar o población activa). La renta global es el PIB por individuo activo y debe cubrir, además de las necesidades básicas del que la percibe, los medios de producción. Dicha renta debe considerarse, en su aspecto metodológico, como una meta a la que aspirar en el marco, utópico e ideal, de una economía socio-capitalista, en la que todo el mundo tendría derecho a los mismos ingresos. Si tal marco hipotético ideal puede dar lugar a una variante económica real, constituye un debate que los economistas y sociólogos deberán valorar más a fondo.

Recordemos, sin embargo, que la idea de una renta global en absoluto es nueva (como vimos en el Capítulo 1 al hablar de la contra-globalización), ya que deriva de ideas previas, como la renta básica, formulada, en 1986, por Philippe Van Parijs y Robert J. Van der Veen, la cual posee, a su vez, raíces muy anteriores que vienen del siglo XVIII, con Thomas Spence, y siguieron con Joseph Charlier, Bertrand Russell o George D.H. Cole. Según tal idea, partiendo de determinado contexto social, se establecería una renta mínima incondicional a todo individuo por el mero hecho de existir.

La propuesta de Van Parijs y Van der Veen se basaba en la idea de que “la capacidad productiva de una sociedad es el resultado de todo el saber científico y técnico acumulado por las generaciones anteriores, por lo que el fruto de este patrimonio común ha de revertir en el conjunto de los individuos” (Fernández, 2004). Con repercusiones muy actuales, como puede ser el salario social básico, recientemente aprobado en el Principado de Asturias (y con precedentes en Madrid, Barcelona,

Extremadura, País Vasco o Navarra), son múltiples los estudios que rebaten las simplistas críticas de que la renta básica incentiva la pereza y resulta de difícil financiación, entre los cuales conviene citar los de Jordi Arcarons o Daniel Raventós, de la Universidad de Barcelona y miembros de la Red Renta Básica (Arcarons *et al.*, 2005) (<http://www.redrentabasica.org/>).

Definimos **empleo global** como aquel tipo de empleo cuyo salario tiende a la renta global. Aunque en las primeras fases de aplicación de esta metodología, los salarios de los nuevos empleos globales de los países en desarrollo fueran inferiores a la renta global (según sea el nivel adquisitivo del país en cuestión), la tendencia debe ser siempre equiparar el salario con la renta global.

Definimos **huella social bruta** (debe social) como el número de rentas globales que una entidad o colectivo (nación, región, institución, corporación o persona) podría satisfacer con sus ingresos anuales totales.

Definimos **contrahuella social** (haber social) como el número de empleos reales generados. Como veremos posteriormente, en el caso de una empresa, se excluye el empleo indirecto generado, pues forma parte de la contabilidad social de otra empresa o entidad. Si se deseara contemplar el empleo indirecto que genera una empresa, habría que incluir también los ingresos del conjunto de empresas que forman la agrupación, con lo cual el resultado final sería el mismo.

Definimos **huella social neta** como la diferencia entre la huella social bruta y la contrahuella. Cuando hablemos de huella social a secas, sabremos si nos estamos refiriendo a la huella neta o bruta según el contexto.

Definimos **capital social** como el número de empleos reales (directos) que “posee” una empresa, colectivo o entidad (se puede denominar también contra-huella social). En este contexto, como ya explicamos, es prácticamente equivalente al capital humano, ya que el número de empleados con los que cuenta una organización incluye todo el conocimiento que éstos poseen.

Un **inversor en capital social** sería aquel que crea empleo sin ánimo de lucro económico. Dicho empleo puede ser, al menos, de tres tipos: a) empleo tradicional (creación de cooperativas, etc.); b) empleo en el tercer sector (creación de fundaciones, ONG, etc.); c) empleo en los países menos desarrollados (por ejemplo, a través de mecanismos de desarrollo limpio).

Una hipotética regulación de la inversión en capital social debería incluir la posibilidad de crear un nuevo tipo de empresa: la empresa socio-capitalista, la cual estaría sometida al menos a los siguientes requisitos:

- a. Su capital físico pertenecería a la organización o empresa matriz que la crea, asegurando así que los nuevos empleos generados se anotan en el **haber**

**social** del inversor (incremento del capital social o **contra-huella** de la empresa matriz). Esto asegura que se mantiene la tutela por parte de la empresa matriz hacia las tuteladas, y, por tanto, el intercambio de conocimientos y, en ocasiones, de culturas.

- b. La empresa matriz podría recuperar o no el capital invertido, pero, en cualquier caso, renuncia a los dividendos, con lo cual no aumenta su **debe social** (al no contabilizar los ingresos, no aumenta su huella social). Es decir, la empresa matriz invierte sin ánimo de lucro, si bien el objeto de tal inversión (la mejora de la sociedad) puede revertir en una mejor imagen y prestigio, y, por tanto, en una mejor competitividad.
- c. La empresa filial obtiene los dividendos (por lo que, en la práctica, es como si fuera la propietaria del negocio) y tiene entre sus objetivos la misión de crear nuevas empresas filiales.

Un buen inversor será aquel que, además de capital físico, aporta conocimiento o capital humano a la empresa filial, y fomenta la propagación de las empresas filiales, incrementando así su propio capital social: cuanto más se propaguen las empresas filiales más capital social acumulará la empresa matriz original<sup>40</sup>.

El tipo de empresa aquí propuesto, no es nuevo. Muhamad Yunus, el “banquero de los pobres”, reciente premio Nobel de la Paz 2006, y creador del Banco Grameen, lanza una nueva teoría económica basada en el negocio social altruista y en la creación de un nuevo **mercado de valores social**. La empresa social que propugna invertiría en nuevas empresas sociales, con recuperación del capital invertido, pero con renuncia expresa a la obtención de dividendos. El sistema de microcréditos del Banco Grameen supone ayudar a miles de personas, sin recurso financiero alguno, a salir de la miseria a través de pequeños negocios, generalmente relacionados con la agricultura, los recursos primarios y los trabajos artesanos. Tras años de intenso trabajo, el sistema se ha extendido por todo el planeta y ha conseguido sacar de la pobreza a cerca de 17 millones de personas.

Merece la pena citar algunos de sus comentarios realizados al recibir el premio Nobel: “La paz está amenazada por la injusticia del sistema económico, social y político; por la ausencia de democracia, por el deterioro medioambiental y por las violaciones de los Derechos humanos”; “la pobreza existe porque el mundo así lo quiere; quisimos ir a la Luna y así lo hicimos; conseguimos todo aquello que queremos conseguir”.

---

<sup>40</sup> Teniendo en cuenta que el nuevo empleo generado se podría contabilizar tanto en el haber de la empresa filial como de la empresa matriz, en caso de análisis conjunto habría que poner atención en no incurrir en doble contabilidad.

Pero, dejando a un lado, por el momento, este hipotético e ideal nuevo tipo de empresas, vamos a pasar a algo más tangible, algo que ya se puede hacer en cualquier organización actual: vamos a calcular nuestra huella social, es decir, nuestra responsabilidad en todo este asunto. Es el primer paso para poder algún día aspirar a sistemas económicos más responsables.

## 6.4. Calculando nuestra huella social

### 6.4.1. La huella social global

Según los Recursos mundiales, 2002 y 2004, en el que participan la ONU, el Banco Mundial, el Instituto de Recursos Mundiales y la Fundación Biodiversidad, el Producto Interior Bruto total de todo el mundo, en dólares constantes de 1995, ascendió, en el año 2000, a 34,1 billones de dólares, mientras que la población mundial fue de 6 055 millones de personas, de las cuales 3 815 millones se encontraban en edad de trabajar (entre los 15 y los 65 años) (Rosen *et al.*, 2002, 2004). La renta global resulta ser pues de 8 938 dólares/año, es decir, si ahora mismo se repartiera el PIB mundial entre todas las personas en edad de trabajar, a cada una le corresponderían 8 938 dólares por año.

La huella social bruta, o número de rentas globales (o empleos globales) que debe sostener el mundo, es de 3 815 millones, mientras que la contrahuella social, o número de empleos reales existentes, es de unos 2 000 millones, por lo que la huella social neta en todo el mundo es de 1 815 millones de empleos. Es decir, para llegar a una huella social cero, habría que emplear a 1 815 millones de personas.

La huella social media por persona es de 0,91 rentas/cap/año, es decir, para eliminar esa huella, cada persona ocupada debería emplear a 0,91 personas.

Es una huella neta de mínimos, pues de los 2 000 millones de empleos reales considerados, muchos salarios son tan bajos que ni siquiera permiten cubrir las necesidades básicas.

¿Se podría vivir con la actual renta global?: si la comparamos con el actual PIB medio *per cápita* de un europeo (unos 15 000 dólares/año), vemos que este último supera aquella ampliamente. La renta global es menor aún que el PIB medio *per cápita* de un estadounidense o un alemán (unos 32 000 dólares); y todavía menos que el de un japonés (unos 45 000 dólares), lo que da pie a pensar que dicha renta está muy lejos de satisfacer las actuales necesidades de un trabajador occidental. Sin embargo, si la comparamos con los ingresos de los países menos ricos, la cosa cambia: la renta global es mucho mayor que el PIB medio *per cápita* de un sudamericano (4 200 dólares/año),

e infinitamente mayor que el de muchos países, como Sierra Leona, Guinea Bissau o Bután, el cual apenas supera los 200 dólares/año.

Es más, si volvemos a los países ricos y comparamos la renta global con la renta disponible ajustada neta por habitante de algunas regiones de la Unión Europea, vemos que las diferencias disminuyen: según la Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales (SADEI), la renta de los municipios asturianos en 2002 osciló entre los 9 259 dólares/cap/año, de los concejos más ricos, y los 6 282 dólares/cap/año, de los concejos más pobres.

Esto significa que, si por el principio de equidad todo el mundo aceptase de repente una renta igual a la renta global, instantáneamente se terminaría con la pobreza en el mundo, y ello sin disminuir excesivamente el actual nivel de bienestar de la media de los países más desarrollados. Es más, si por el hecho de percibir esa renta global, la actual población mundial desocupada (1 815 millones de personas) se emplease, compensatoriamente, en cualquier actividad productiva, el PIB mundial se incrementaría, también instantáneamente, y, con él, la renta global y el bienestar medio mundial.

Por el contrario, la no aplicación del principio de equidad significa que la población mundial va a seguir aumentando, mientras que la población desocupada seguirá sin muchas alteraciones, con lo cual la renta global continuará disminuyendo y haciendo cada vez más inalcanzable el objetivo del desarrollo global.

Otra interesante reflexión es la que concierne a la relación entre la huella ecológica y la huella social como dos formas de considerar, por dicho principio de equidad, el mismo espacio ambiental. En el año 2001, cada persona del planeta consumía una media de 2,2 hectáreas de terrenos productivos por año (su huella ecológica), si bien la biocapacidad del planeta era únicamente de 1,8 ha (Wackernagel *et al.*, 2005a). Es decir, estábamos consumiendo 0,4 más hectáreas de las que teníamos a nuestra disposición (recordemos que podemos sobrepasar la capacidad productiva del planeta, debido a que estamos usando combustibles fósiles almacenados, los cuales emiten CO<sub>2</sub>, el cual precisa de bosques para su absorción: si no hay masas forestales suficientes, ese exceso de CO<sub>2</sub> se acumula en la atmósfera, base del cambio climático).

Si dividimos el PIB mundial entre el número total de personas, arroja una media de 5 632 dólares/persona/año, y si asumiéramos que ese PIB proviene de los ecosistemas productivos (dejando a un lado minas a cielo abierto, etc.), cada habitante del planeta tendría derecho a las 2,2 ha que actualmente estamos consumiendo, así como a los 5 632 dólares que generan. Extrapolando, toda persona en edad de trabajar tendrá derecho a 8 938 dólares/año (la renta global), o a lo que producen 3,5 ha de terrenos bioproductivos.

## 6.4.2. La huella social nacional

En la tabla 6.2 se muestra la huella social de diferentes países o comunidades, apreciando que la huella social es mayor cuanto más rico es el país en cuestión. Asignando a cada persona activa la renta global, simplemente los ingresos de los Estados Unidos podrían dar empleo a más de 1 000 millones de personas (9 008 507/8 938), mientras que con los ingresos de Guinea Bissau tan sólo se podrían crear unos 30 000 empleos.

Para calcular la huella social neta, hemos utilizado como población ocupada a toda la población activa, ya que existe gran disparidad de datos en cuanto a la población ocupada de los distintos países. Hay que tener en cuenta que la huella social es

Tabla 6.2. **Huella social por países (año 2000)**

	PIB (millones de dólares)	Población total (millones de personas)	Población activa (15-65 años) (millones de personas)	Huella social bruta (millones de empleos globales)	Población ocupada (Contra-huella) (millones de empleos reales) <sup>(1)</sup>	Huella social neta (balance) (millones de empleos que "debe")
Europa	11 139 956	728,4	495,3	1 246,4	495,3	751,1
América N.	9 701 656	309,5	207,4	1 085,4	207,4	878,0
América S.	1 457 476	345,8	221,3	163,1	221,3	-58,2
África sub-sahariana	362 493	640,7	339,6	40,6	339,6	-299,0
Estados Unidos	9 008 507	278,4	183,7	1 007,9	183,7	824,2
Japón	5 687 635	126,7	43,1	636,3	43,1	593,2
Alemania	2 680 002	82,2	55,9	299,8	55,9	243,9
España	702 395	39,6	26,9	78,6	26,9	51,7
Perú	60 774	25,7	15,9	6,8	15,9	-9,1
Moldavia	2 722	4,4	2,9	0,3	2,9	-2,6
Sierra Leona	741	4,9	2,6	0,08	2,6	-2,5
Guyana	716	0,9	0,6	0,08	0,6	-0,5
Bután	428	2,1	1,1	0,05	1,1	-1,1
Islas Salomón	287	0,4	0,2	0,03	0,2	-0,2
Guinea Biss.	251	1,2	0,6	0,03	0,6	-0,6
Mundo	34 109 900	6 055	3 815	3 815	2 000	1 815

<sup>(1)</sup> Dada la disparidad de datos que hemos encontrado sobre población ocupada, consideramos que el 100% de la población activa está ocupada, lo que, en realidad, nunca se cumple; por tanto, la huella social será mayor aún de lo que aquí se muestra.

mucho mayor que la que ofrecemos aquí, ya que la población ocupada siempre es menor que la población activa.

Estados Unidos “debe” un mínimo de 824 millones de empleos (1 008 millones de personas que podría emplear, menos 184 millones de empleados reales); Japón “debe” 593 millones de empleos; Alemania, 244 millones; España, cerca de 52 millones, etc. Por contra, a Sierra Leona, el resto del mundo le debe unos 2,5 millones de empleos; a Perú unos 9 millones de empleos; y a África subsahariana, unos 300 millones de empleos.

### 6.4.3. La huella social *per cápita*

La huella social media por persona asciende a 4,5 empleos/cap/año en el caso de Estados Unidos o Alemania; a 1,5 empleos/cap/año, en el caso del europeo medio; y a 2-2,5 empleos/cap/año, en el caso de los países europeos más avanzados (1,9 empleos/cap/año, en el caso de España). Por el contrario, la huella social de un suramericano es de -0,26 empleos/cap/año, lo cual quiere decir que con sus ingresos brutos ni siquiera llega a cubrir la renta global. La huella social de un guineano es de prácticamente -1, es decir que casi toda la población está en paro o bien el salario medio de la población ocupada es insignificante.

Para calcular la huella social individualizada cualquiera puede dividir sus ingresos brutos anuales (convertidos a dólares) entre la renta global (8 938 dólares). Una persona que ingrese al año 10 millones de dólares, por ejemplo (como sabemos, nuestro actual sistema económico permite eso y mucho más), tendrá una huella social de casi 1 120 empleos/cap/año, es decir, con los ingresos de una persona así podrían vivir, más o menos dignamente, unas 1 120 personas en edad de trabajar, con sus correspondientes familias.

No parece conveniente limitar por ley la libertad individual de acaparar bienes, pero vemos un ejemplo palpable de cómo el simple nombre del indicador y el significado del número que expresa, podría ser capaz de provocar rechazo social espontáneo y, con ello, establecimiento voluntario de límites.

### 6.4.4. La huella social corporativa

Teniendo en cuenta que, a nuestro entender, es en el seno de la empresa donde la aplicación de la huella social puede cobrar mayor interés (por la competitividad que el aspecto social del desarrollo sostenible puede llegar a alcanzar y por las nuevas tendencias a la responsabilidad social corporativa), hemos calculado la huella social de la Autoridad Portuaria de Gijón (véase la tabla 6.3) correspondiente al año 2004.

Tabla 6.3. **Huella social de la Autoridad Portuaria de Gijón (año 2004)**

Importe (euros)	Importe (euros)	Importe (dólares) (1)	Huella social bruta (n.º empleos globales) (2)	Contrahuella social (n.º empleos reales)	Huella social neta (n.º empleos que debe)
Cash flow	23 060 000	17 081 481	1 911	177	1 734
Recursos generados	27 489 468	20 362 569	2 278	177	2 101
Cash flow + salarios	27 716 315	20 530 604	2 297	177	2 120
Importe neto	35 948 895	26 628 811	2 979	177	2 802
Importe bruto	37 599 117	27 851 198	3 116	177	2 939
Ingresos totales	41 626 741	30 834 623	3 450	177	3 273

(1) Valor medio del dólar en diciembre de 2004: 1 dólar = 1,35 euros.

(2) Dividimos el importe en dólares por la renta global (asumimos la del año 2000: 8 938 euros).

Fuente: elaboración propia.

La huella social corporativa debe calcularse dividiendo los ingresos anuales de la empresa u organización considerada (en este caso la APG), por la renta global. Como ingresos anuales podríamos considerar varias modalidades:

- Los recursos procedentes de las operaciones (capacidad para financiar inversiones con recursos propios o *cash flow*) (beneficios del ejercicio, más amortizaciones, más provisiones: 23 060 000 euros).
- El total de recursos generados (*cash flow*, más otras subvenciones de capital, más ingresos por inmovilizado financiero: 27 489 468 euros).
- El *cash flow* más los salarios (23 060 000 + 4 656 315 = 27 716 315 euros).
- El importe neto de la cifra de negocio (venta de servicios portuarios, tarifas y tasas: 35 948 895 euros).
- El importe bruto (importe neto, más otros ingresos de explotación, más ingresos financieros, más ingresos extras, más fondo de compensación interportuario: 37 599 117 euros).
- Los ingresos totales (importe bruto, más otras subvenciones de capital, más ingresos por inmovilizado financiero: 41 626 741 euros) (Anónimo, 2005b).

Una de las formas de calcular el PIB nacional es mediante la *renta de los factores* (capital más trabajo) de las diferentes empresas, o lo que es lo mismo: remuneración de los asalariados, más el excedente neto de explotación (beneficios), más el

consumo de capital fijo (amortizaciones), más los impuestos a la producción y a la importación, menos las subvenciones a la producción. Entre las seis modalidades descritas más arriba, la más próxima al PIB corporativo sería la que se refiere al *cash flow* (beneficios, más amortizaciones, más provisiones), más los salarios, que es la modalidad que inicialmente proponemos para calcular la huella social de cualquier organización.

Por otro lado, a la hora de hablar del empleo real generado, podríamos pensar en utilizar el empleo dependiente de la actividad corporativa, es decir, el empleo indirecto y el inducido, pero ello no es posible porque esos empleos (ese capital social) pertenecen a otras organizaciones. Así, por ejemplo, el Puerto de Gijón en su conjunto (la industria portuaria más la industria dependiente), aporta el 10% del PIB regional, y poseía en el año 2000, 4 612 empleos directos, 12 399 empleos indirectos y 3 540 empleos inducidos (Aza *et al.*, 2003).

Si utilizáramos ese número de empleos en su totalidad, habría que sumar el total de los ingresos de todas las empresas propietarias de los mismos, con lo que el resultado final sería el mismo que si se usan los ingresos de cada empresa por separado con sus respectivos empleos (además, la cadena sería infinita, pues todos los eslabones generan, a su vez, empleo indirecto e inducido). Ni siquiera nos interesa utilizar, en este caso, los empleos directos de la industria portuaria en su conjunto ya que ésta, además de la Autoridad Portuaria, se halla integrada por muchas otras entidades, entre las que se cuentan la Aduana, agentes de Aduanas, consignatarios, estibadores, sociedades, prácticos, amarradores, remolcadores, provisionistas, certificadores, operadores, etc., de todos los cuales habría que conocer su nivel de ingresos.

Para averiguar la huella social de la APG basta con conocer su número de empleados, el cual ascendió, en 2004, a 177. Ese es su capital social o contrahuella, el cual habrá que restar de la huella social bruta para obtener la huella social neta.

En la tabla 6.3 vemos que la huella social bruta en ningún caso desciende de 1 911 empleos, cualquiera que sea la modalidad de ingresos considerada. Si, como hemos estimado en el apartado sobre la huella social global, cada empleo global equivale aproximadamente a lo que producen 3,5 ha de naturaleza, esa huella social de 1 911 empleos equivaldría a una huella ecológica de 6 689 ha, es decir, aproximadamente la huella ecológica bruta que hemos calculado para el año 2004 (6 483 ha).

Sin embargo, si aceptamos como más adecuada la modalidad que hemos llamado “PIB corporativo” (*cash flow* más salarios), la huella social bruta sería de 2 297 empleos y la huella social neta, de 2 120 empleos. Es decir, la APG debería a la sociedad global, 2 120 empleos globales. Esa huella social equivaldría a una huella ecológica de 8 040 ha, es decir unas 1 500 ha más de las que hemos calculado, lo que podría denotar que hemos subestimado el impacto ambiental (hecho ya asumido en

la propia metodología de huella ecológica), y que la huella ecológica de la APG es realmente mayor de la calculada (lo cual resulta indicativo para futuros cálculos).

Como se aprecia en el desglose del destino de los recursos económicos de la APG (véase la tabla 6.4), referido a dos de las modalidades de ingresos descritas anteriormente (el total de recursos generados y los ingresos totales), la mayor parte de la huella social se produce debido a las inversiones en capital fijo, el cual se lleva el 88% del total de recursos, con la primera modalidad, y el 58%, con la segunda (con una huella social bruta de 2 278 empleos globales, el primero, y 3 450, el segundo).

Tabla 6.4. **Asignación de recursos, según el concepto considerado**

	Aplicación de los recursos generados		Destino de los ingresos totales	
	Importe (euros)	%	Importe (euros)	%
Sueldos y salarios	—	—	4 656 315	11,2
Otros gastos de personal	—	—	1 898 872	4,6
Gastos de formación	—	—	47 822	0,1
Reparación y conservación	—	—	1 183 006	2,8
Contratas externas	—	—	640 456	1,5
Consumos y suministros	—	—	1 653 216	4,0
Otros servicios externos	—	—	1 976 344	4,7
Tributos	—	—	317 429	0,8
Otros gastos corrientes	—	—	482 421	1,2
Otros	—	—	330 954	0,8
Gastos financieros	—	—	111 045	0,3
Gastos extraordinarios	—	—	363 393	0,9
Fondo interportuario	—	—	476 000	1,1
Impuesto sociedades	—	—	0	0,0
<b>Total gastos</b>	—	—	<b>14 137 273</b>	<b>34,0</b>
Inmovilizado	24 124 862	87,8	24 124 862	58,0
Fondo compensación aportado	476 000	1,7	476 000	1,1
Provisión riesgos y gastos	105 052	0,4	105 052	0,3
Otros	1 145	0,0	1 145	0,0
Variación capital circulante	2 782 409	10,1	2 782 409	6,7
<b>Total capital</b>	<b>27 489 468</b>	<b>100,0</b>	<b>27 489 468</b>	<b>66,0</b>
<b>Total general</b>	<b>27 489 468</b>	<b>100,0</b>	<b>41 626 741</b>	<b>100,0</b>

Fuente: elaboración propia.

Es decir, la gran huella social (y ecológica) de las empresas productivas de los países ricos se debe, sobre todo, a la inversión continua en más y más bienes. A este respecto, resulta muy ilustrativa la tabla 6.5, la cual nos muestra que, alcanzado cierto nivel de consumo de recursos, por más que éste aumente (por más que se invierta en capital, y en bienes o servicios), no se consigue mejorar el desarrollo y el bienestar.

Tabla 6.5. Relación entre el consumo y el bienestar (datos del año 2001)

Alcanzado un cierto nivel de consumo (entre 3 y 4 ha/cap/año), el bienestar no aumenta, alejándonos cada vez más del desarrollo sostenible		
País	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	N.º de hectáreas de ecosistemas que consume cada persona en un año (huella ecológica)
Estados Unidos	0,94	9,5
Suecia	0,94	7,0
Finlandia	0,93	7,0
Dinamarca	0,93	6,4
Irlanda	0,93	6,2
Francia	0,93	5,8
Reino Unido	0,93	5,4
Bélgica/Luxemburgo	0,94	4,9
Alemania/España	0,92	4,8
Holanda	0,94	4,7
Austria	0,93	4,6
Japón	0,93	4,3
Italia	0,92	3,8
Eslovenia	0,88	3,8
Polonia/Hungría/Eslov.	0,84	3,6
Croacia	0,82	2,9
Líbano	0,75	2,3
Brasil	0,78	2,2
Albania	0,74	1,5
China	0,72	1,5
Cuba	0,81	1,4
Nigeria	0,46	1,2
Marruecos	0,61	0,9
India	0,59	0,8
Etiopía	0,36	0,7

Fuente: Wackernagel et al., 2005a.

Se observa que cuando el consumo (expresado en términos de huella ecológica) se sitúa entre 3 y 4 ha de naturaleza por persona y año, el bienestar apenas aumenta, aunque el consumo se duplique. Parece absurdo, por tanto, continuar consumiendo y agotando recursos, cuando eso no nos proporciona mayor beneficio de tipo material. Si consideramos que el desarrollo sostenible sólo se logra a partir de un Índice de Desarrollo Humano (IDH) superior a 0,8 (o sea, con riqueza económica) y a partir de una huella ecológica inferior a 2 ha/cap/año (o sea, con poco consumo de recursos), se observa que no existe en la actualidad ningún país sostenible. Por tanto, con un sistema absurdamente consumista, como el que tenemos, lo único que conseguimos es exprimir el planeta y, con él, a todos sus habitantes.

La conclusión es clara: si los países ricos se encuentran ya en un nivel máximo de bienestar material, entonces ha llegado el momento de aspirar a otros beneficios de tipo social, cultural, emocional o mental.

## **6.5. Hacia una nueva sociedad... sostenible**

### **6.5.1. Tres sectores para un único desarrollo global**

Hace 35 años, la Asamblea General de la ONU fijó la meta de que los países del norte asignen el 0,7% de su PIB a la asistencia oficial al desarrollo. En 2006 sólo cinco países habían cumplido ese objetivo (Dinamarca, Holanda, Luxemburgo, Noruega y Suecia) y otros seis, junto con la Unión Europea en su conjunto, se proponían alcanzarlo antes de 2015: Bélgica, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña e Irlanda. Unido a la escasa confianza depositada en los Objetivos del Milenio, resulta evidente que el desarrollo social global no ha sido una prioridad.

El gran retraso acumulado se manifiesta a todos los niveles: el institucional, indeciso, desorganizado, e ineficaz; el macro-económico, calificado de “perverso” por los mismos autores del Informe 2005 del PNUD (entre otros, porque los países más pobres son los que pagan los aranceles más altos en los países ricos); el micro-económico o empresarial, que apenas ha abordado la cuestión; y el civil, pues, aunque el número de ONG para el desarrollo crece (Doménech, 1997; Drucker, 1993; Rosen *et al.*, 2004), ni la idea del voluntariado ha calado lo suficientemente hondo en la sociedad, ni su organización ha dado todo lo que puede: falta una organización global sin protagonismos; falta un inventario mundial de recursos y proyectos; falta un plan de aprovechamiento de sinergias, sin duplicación de esfuerzos, etc.

Con estos precedentes no parece muy probable que el cumplimiento de los Objetivos de desarrollo del milenio se alcancen ni siquiera para el año 2045, fecha muy próxima al “fin de la historia” (el año 2050), preconizado en el citado y apocalíptico Informe del Club de Roma, de 1972.

En este capítulo se propone la introducción decidida del sector productivo-empresarial en el proceso de desarrollo global, tanto como acelerador y catalizador del mismo, como integrador de los otros dos sectores (los Gobiernos y el sector civil).

Proponemos actuar en el marco de la **Responsabilidad Social Corporativa**, donde tanto las Administraciones (con medidas de promoción) como la sociedad (demandando empresas y productos responsables) pueden actuar sinérgicamente para acelerar más el proceso. De hecho, un alto porcentaje de consumidores ya estaría dispuesto a efectuar sus compras en empresas que demuestren ser sostenibles y responsables, por lo que, lejos de suponer un coste, la inversión en capital social va a suponer una importante inversión y fuente de competitividad. Como ejemplo de lo dicho, basta decir que el número de ONG por millón de habitantes ha pasado en España de 86 a 134 desde 1990 a 2000, y, en algunos países, como Islandia (el país con más ONG del mundo), de 4 161 a 5 819 (Rosen *et al.*, 2004).

Pero, cualquier propuesta de desarrollo (sea económico, ambiental o social) debe contar con indicadores adecuados capaces de medir el grado de progreso. Aquí hemos propuesto la huella social basada en el empleo como indicador capaz de medir el **capital social** de una entidad (empresa, institución, región o nación), medido en el número de empleos globales que podría satisfacer con los recursos que genera.

### 6.5.2. Capital social y creación de empleo global

La noción de **capital social** apareció en 1916, refiriéndose a ciertas virtudes sociales como la comunicación, el compañerismo, la convivencia, etc. Posteriormente, el concepto ha sido utilizado en diversos aspectos del desarrollo social, como la vida urbana y las buenas relaciones (Jacobs, 1961), la teoría social (Bourdieu, 1983), el aspecto social de la educación (Coleman, 1988), el mantenimiento de la organización y el desarrollo, etc. Finalmente, como ya apuntamos, se ha impuesto en algunos países la utilización del concepto de capital social para referirse a las relaciones o conexiones entre los diversos elementos que conforman el tejido social, personas, redes de personas u organizaciones y las normas de reciprocidad y confianza que derivan de ellas (Putnam, 1993). Los beneficios para la sociedad (incluido el económico) derivados del incremento de este tipo de capital (Evans, 1996; Woolcock, 1998; Woolcock *et al.*, 2000; Van Bastalac, 1999) son numerosos.

No nos proponemos cambiar el concepto de capital social establecido en los últimos años, sino ampliarlo (con el concepto de huella social) y potenciarlo (con la incorporación del sector productivo).

En la metodología propuesta en este capítulo, el capital social equivale a la creación de empleo global sin ánimo de lucro, el cual se puede obtener a través de la creación de cooperativas, fundaciones, ONG, etc. (preferentemente en países en vías de desarrollo), con todas las nuevas posibilidades de **socio-innovación** y **socio-eficiencia**. Cuando las nuevas organizaciones creadas se ciñen a los principios de la huella social aquí esgrimidos, bien pueden ser llamadas, con toda propiedad, empresas socio-capitalistas.

En este sentido, la creación de empresas filiales por parte de empresas matrices, implicaría una red de cooperación en continua propagación que aumentaría el “número de conexiones” a las que se refiere el concepto “clásico” de capital social.

Expresar el capital social que posee una entidad u organización en número de empleos, mejor que en número de conexiones a secas, enriquece el concepto, ya que, con el segundo ni se concreta bien lo que es una relación válida (¿lo es aportar 50 euros anuales a una ONG?, ¿lo es pertenecer a cualquier asociación?, ¿lo es firmar un convenio para cualquier tipo de asunto?), ni todas las relaciones aportan desarrollo social (como en el caso de las relaciones entre clientes, proveedores o empresas participadas, que más bien aportan relaciones económicas clásicas).

En nuestra opinión, toda nueva “conexión” real o válida debería ser realmente social y fácilmente medible a través del número de empleos que aportamos a dicha conexión. Por ejemplo, si una entidad desea establecer una nueva conexión con una ONG o con una Fundación, más allá de una mera carta de intenciones, deberá financiar empleo directo en la misma (salario de cooperantes) o indirecto (en proyectos promovidos por dicha ONG), al igual que promover una empresa filial supone, obligatoriamente, la creación de empleo en la misma. Igualmente, parece lógico pensar que nada tiene que ver una “conexión” en la que hemos aportado o promovido un empleo, que otra en la que hemos promovido 100 empleos.

Por ello, medir el capital social en número de conexiones no tiene tanto sentido como hablar de número de empleos totales creados, si bien, siempre se puede expresar el capital social con ambos parámetros.

Para reducir la huella social se considera muy eficiente la creación de empleo en países en vías de desarrollo, ya que un empleo local (con salarios muy por encima de la renta global) puede equivaler a varios puestos de trabajo en estos países. Se recomienda especialmente la financiación de proyectos de desarrollo que permitan reducir tanto la huella social como la huella ecológica, lo cual puede ser sumamente

eficaz a través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto (artículo 12).

Sirviéndonos de mecanismos de este tipo, se puede invertir, por ejemplo, en conservación y explotación sostenible de bosques, en cultivos energéticos o en reservas pesqueras, aportándonos simultáneamente beneficios ambientales (número de hectáreas productivas en nuestro haber ambiental), beneficios sociales (número de empleos creados entre las comunidades nativas) y beneficios económicos (nuevas ideas y nuevas oportunidades de negocio).

### 6.5.3. La huella social como herramienta para el desarrollo global

La huella social no pretende ser un mero indicador del progreso social, sino que permite también la adopción de medidas correctoras globales inmediatas (caso, por ejemplo, de ser bien acogido y promovido por las ONG para el desarrollo).

La implantación en cualquier empresa o entidad de un adecuado plan de desarrollo social, basado en la huella social, supondría la inversión de un porcentaje anual de sus ingresos en capital social. En el caso de la APG, suponiendo un desembolso anual de partida del 0,7% (cifra emblemática solicitada tradicionalmente por el tercer sector) de lo que hemos llamado PIB corporativo (*cash flow* más salarios), el desembolso anual ascendería a 194 014 euros/año.

Suponiendo que, en condiciones óptimas, esa cantidad permitiese crear unos 15 empleos por año en los PVD, en proyectos de producción primaria (forestal, agropecuaria, pesca, acuicultura) o secundaria básica (agroalimentación, conservas, etc.), harían falta 141 años para eliminar la actual huella social neta (2 120 empleos), y eso suponiendo ingresos constantes, es decir, que la huella social bruta no crece. Parece un plazo excesivo, pero, sin embargo, si duplicamos la aportación del 0,7% al 1,4%, ese plazo quedaría reducido a 70 años, y si se triplica al 2,1% (582 000 euros/año), el objetivo se situaría en 47 años (ese 2,1% no parece tan excesivo si tenemos en cuenta que actualmente la legislación ya obliga a la aportación de un 1% de las inversiones para actividades culturales).

Si, además, consideramos que el efecto propagador de las empresas filiales creadas puede comenzar a dar resultados a partir de unos años de funcionamiento (recorremos que permanecen tuteladas por la empresa matriz), aquella cifra podría reducirse mucho más. Y todavía más si, además, consideramos los apoyos que puedan surgir en forma de ayudas y subvenciones, debido a un decidido apoyo institucional a la responsabilidad social corporativa global, y en forma de ayudas sinérgicas procedentes del tercer sector (como expertos en cooperación al desarrollo).

#### 6.5.4. ¿Necesitamos un nuevo sistema de tipo socio-capitalista?

Por último, teniendo en cuenta las acuciantes necesidades globales de empleo, formación, estabilidad, control de la inmigración, etc., urge una sustitución de valores y de conceptos, con anchas miras, comenzando por la misma idea de capital, el cual debe abarcar no sólo lo económico, sino también lo ecológico y lo social. Es decir, el capital “de siempre” también debe de convertirse a la sostenibilidad.

Bajo este punto de vista y del inevitable incremento gradual de la población, probablemente, sea más eficiente y sostenible una economía socio-capitalista, del tipo expuesto, que una economía estrictamente basada en el dinero, aspecto que deberán analizar y demostrar economistas y sociólogos, y al que ya apuntan algunos indicios (Mehmet *et al.*, 2002).

No hay que descartar, incluso, que fuera más eficaz la convivencia armónica de ambos sistemas (capitalista y socio-capitalista) que una transformación brusca hacia el segundo (al menos durante un largo período de tiempo), habida cuenta de la necesidad de tutela<sup>41</sup> comentada en este capítulo. En el momento ambientalista que actualmente vivimos, animamos a discutir sobre la necesidad de volver a las antiguas concepciones “fisiocráticas”, revalorizadas y ampliadas con los modernos conceptos del desarrollo.

Son tiempos, quizás, de nuevas y fructíferas convulsiones, y de hacer evolucionar a la ciencia económica hacia una auténtica “economía ecológica”, la cual, ante la necesidad de integrar lo social, origine esa obligada “neo-fisiocracia” que los expertos deberían reformular.

### 6.6. Conclusiones. Propuestas para un desarrollo social global

Como no hay mejor conclusión que la exposición de propuestas claras y concretas, adelantamos algunas ideas que, aunque ya se han repetido hasta la saciedad en múltiples foros, son necesarias para complementar la que será nuestra propuesta final, la cual trataremos en el último capítulo:

---

<sup>41</sup> No hay que olvidar que el actual capital (físico) es el que concentra todo el conocimiento, es decir, todo el capital humano y que, por lo tanto, no podría haber una transición eficaz hacia la globalización social sin su tutela y asesoramiento.

1. **Creación de una red global para el desarrollo.** Consistiría en la creación de una red en la que se puedan integrar tanto las agencias y entidades supra-estatales (fundaciones gubernamentales o internacionales), como las sub-estatales (regiones, municipios, corporaciones, asociaciones, etc.), interesadas en los objetivos aquí presentados. Apoyar el desarrollo del Consorcio Mundial para el Desarrollo, propuesto en la meta 8 de la Cumbre del Milenio. Promover el cálculo de la huella social de los países desarrollados, con el fin de conocer el alcance y distribución de las acciones a emprender.
2. **Creación de una base de datos de recursos.** Desarrollo de una base de datos de recursos físicos, humanos y sociales para la cooperación al desarrollo, donde se incluirían todas las agencias o entidades, profesionales para el desarrollo y proyectos de cooperación, con seguimiento *on-line*, vía Internet. Planificación de una especie de formación global, vía TCI (Tecnologías de las Comunicaciones y la Información). Según el Informe de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) sobre el empleo en el mundo, 2001 (*Life at work in the information economy*), tal objetivo es perfectamente posible “si se ponen en marcha las políticas e instituciones adecuadas, permitiendo a los países pobres “saltarse” algunas etapas del desarrollo económico tradicional, mediante la inversión en recursos humanos”.
3. **Planificación del desarrollo global por territorios.** Planificación y desarrollo de proyectos territoriales de cooperación, en países desfavorecidos, a gran escala y a largo plazo. Todo proyecto de desarrollo subvencionado y toda financiación institucional debería estar incluido dentro de una planificación territorial, en la cual participarían equipos de gestión interdisciplinarios permanentes, procedentes de los **tres sectores**. Apoyo permanente al territorio considerado, hasta alcanzar su desarrollo total. En España, por ejemplo, sería conveniente elaborar planes territoriales en países latinoamericanos, con los que nos unen evidentes lazos culturales, y en países africanos que supongan fuente de inmigración (mejor desarrollar, que reprimir). Elaborar y promover un proyecto piloto que sirva como modelo demostrativo de cómo acometer una cooperación y un desarrollo de nueva generación.
4. **Financiación de las empresas que inviertan en capital social.** Supondría la creación de líneas financieras y subvenciones que faciliten la incorporación de la empresa o sector productivo al desarrollo social global sostenible, y concretamente a la cooperación al desarrollo. Como se indicó en el punto anterior, toda ayuda al desarrollo debería canalizarse a través de los tres sectores actuando en conjunto. El sector privado, con amplios recursos económicos y humanos, con iniciativa, y con amplia capacidad emprendedora, debe hacer de nexo de unión entre el sector público (las instituciones, aportando fondos públicos) y el sector civil (el tercer sector o voluntariado,

aportando experiencia en desarrollo). Las tres acciones que más se deberían promover desde el sector privado serían las siguientes:

- **Implantar la huella social basada en el empleo**, como indicador de sostenibilidad y como herramienta básica para la planificación del desarrollo social en base a todos los puntos descritos en este trabajo. Se crea el sitio <http://www.huellasocial.com>, desde donde toda organización que lo desee podrá descargar una hoja Excel para el cálculo de su huella ecológica y su huella social.
- **Incluir la cooperación al desarrollo entre los objetivos de la Responsabilidad Social Corporativa**. Promoción de la inversión de empresas y organizaciones en capital social (creación de empleo global) a través de la Responsabilidad Social Corporativa. A tres niveles:
  - a. En su **dimensión corporativa** (creación de empleo en la propia empresa); en este sentido, las actuales políticas de privatizaciones y subcontrataciones podrían pagarse caras en el futuro, no sólo por la pérdida de capital social (empleos) que supone, sino también por la pérdida de uno de los principales activos que poseen las corporaciones: el conocimiento o saber inherente al capital humano, recurso en el que Peter Drucker (1993), como muchos otros, sitúa la clave de la sociedad post-capitalista.
  - b. En su **dimensión local** (empleo regional o nacional); uno de los principales yacimientos de empleo es la creación o participación en Fundaciones, organizaciones no gubernamentales o empresas de inserción (tercer sector); toda empresa debería poseer o participar en una Fundación con fines sociales, lo cual debería ser promovido desde el Estado.
  - c. En su **dimensión global** (empleo en los países pobres o en PVD); es la que más capital social puede aportar a la organización, ya que, por un lado, los salarios se encuentran en relación con el nivel económico del país considerado; por otro, es la población más necesitada; y, por último, son los países con los que hemos contraído mayor responsabilidad.
- **Fomentar los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) con fines de sostenibilidad integral**. No se puede desaprovechar la gran oportunidad que significan los MDL del Protocolo de Kioto para la promoción de proyectos en países desfavorecidos. Estos proyectos van a resultar inestimables para quienes sepan ver, con la suficiente antelación, los amplios beneficios sociales, ambientales y económicos que supondrán.



# Huella cultural y evolución sostenible

## 7.1. Introducción

Vamos a concluir este libro como lo empezamos, haciendo referencia a los tres grandes azotes que sacuden actualmente los pilares del equilibrio global: el cambio climático (del que ya nadie duda), la pobreza y la ignorancia. Esta última, no solamente pervive en pleno siglo XXI, sino que incluso parece aumentar.

Si bien los dos primeros aspectos, el socio-económico y el ambiental, han sido más ampliamente abordados por la ciencia del desarrollo sostenible, el último, el cultural, ha permanecido relegado o tímidamente incluido entre los aspectos sociales. Sin embargo, hay que separarlo y destacarlo con claridad, pues comprobaremos que es el principal componente de un desarrollo sostenible global: sin conocimiento, sin cordura y sin correcto raciocinio resulta imposible aspirar a cualquier tipo de cambio.

En este capítulo se propondrá: 1) integrar el aspecto cultural con el ambiental, el económico y el social, dentro del concepto de desarrollo sostenible; 2) incorporar la huella cultural, que vamos a desarrollar, entre los macro-indicadores de sostenibilidad ya tratados (la huella ecológica y la huella social); y 3) incluir esa huella cultural en los nuevos sistemas de responsabilidad social corporativa.

Pero, lo cultural no termina ahí. Para que el ser humano prospere y avance es fundamental instaurar nuevos métodos de aprendizaje, pues la falta de conocimiento se manifiesta a dos niveles: a) a nivel técnico o profesional (un conocimiento de cara al exterior), el cual se hace notar más en los países pobres; y b) a nivel emocional o intuitivo (conocimiento de lo interior), el cual se deja notar también, o incluso más, en los países desarrollados.

Si queremos avanzar o progresar, debemos hablar también en términos evolutivos. Por tanto, el primer tipo de conocimiento lo analizaremos desde el punto de vista de la nueva ciencia de la **memética**, mientras que para abordar el segundo deberemos recuperar la antigua disciplina de la **noética**, la cual incorpora, además, conceptos filosóficos y psicológicos.

Veremos que la incorporación del aspecto cultural a los clásicos aspectos del desarrollo sostenible, es el único remedio para poder ir más allá de tal concepto, y convertir el confuso rumbo de la humanidad en una auténtica **evolución sostenible**.

## 7.2. Las huellas del desarrollo

### 7.2.1. Los tres pilares clásicos

Vamos a ir aproximándonos a las conclusiones finales efectuando un breve repaso de los principales aspectos contemplados en este libro. Cuando decimos que vivimos formando parte de un entorno, todos lo identificamos con el aire, con el agua, con la naturaleza, con los ecosistemas (es decir, con la **biosfera**). Con el auge del medio ambiente y con la toma de conciencia del problema de la contaminación, o del Protocolo de Kioto, o de las emisiones de CO<sub>2</sub>, o del cambio climático, ya nadie duda que nos hemos extralimitado en nuestra relación con ese entorno y que hemos dejado una huella o marca que va a resultar muy difícil de eliminar.

Esa huella o impacto acumulado se puede medir, de forma integrada, en términos de superficie de naturaleza productiva que consumimos o en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que emitimos con nuestras actividades cotidianas. Los países que se han desarrollado utilizando un alto porcentaje de recursos de otros territorios, tendrán una huella ecológica superior a los países que se han desarrollado con un alto porcentaje de sus propios recursos. La huella equivale pues a “deuda”, y por eso constituye un excelente indicador para repartir la responsabilidad que cada uno tendría en un hipotético desarrollo global.

Pero, además de la biosfera, o capa de la vida que envuelve a todo el planeta, existe un entorno mucho más próximo a nosotros, que es el entorno social o el de las relaciones sociales. Vivimos en una sociedad (la **antroposfera** o esfera de los seres humanos) mucho más cercana que la anterior, pues es donde tienen lugar nuestras intensas relaciones familiares, sociales, económicas o políticas y que, para la mayoría, es casi el único entorno existente, pues, en un mundo cada vez más tecnológico, una gran cantidad de personas ya han perdido todo contacto con la naturaleza.

Este entorno, esta otra capa de nuestro medio ambiente, también está enfermo, también está contaminado y también presenta una huella, quizás más difícil de borrar que en el caso anterior. Está motivada por unas malas prácticas, económicas principalmente, que es preciso corregir. Sabemos que la huella social de la humanidad se puede medir y contabilizar en número de empleos que una entidad (una persona, una empresa, una región, un país) podría satisfacer (y no satisface) con la riqueza que es capaz de generar.

Así pues, podemos afirmar que una sociedad camina de forma armónica y sostenible cuando todo funciona correctamente en lo económico, en lo ambiental y en lo social.

### 7.2.2. Un cuarto pilar del desarrollo sostenible

Pero eso no es todo. Ninguna sociedad, ningún país, es actualmente sostenible, pero aunque lo fuera en esos tres pilares básicos citados, aún faltaría un cuarto pilar. Podríamos llegar a crecer, de forma óptima y global, en la economía, en lo ecológico y en lo social, y, pese a eso, seguir desarrollándonos de forma insostenible.

Y es que todo aquello no es suficiente para eliminar la ignorancia genética oculta en lo más profundo de las capas cerebrales, y, en tales condiciones, los conflictos continúan aflorando. Si es correcto que nacemos con la mente en blanco (**tabula rasa**), también lo es que nacemos totalmente ignorantes y que, con nuestros actuales sistemas educativos, no conseguimos salir de esa ignorancia congénita, ni siquiera en los países más desarrollados.

A raíz de los últimos acontecimientos mundiales, del nuevo orden derivado de la lucha antiterrorista y de la creciente confrontación inter-cultural, parece ya totalmente constatado que una mayor preparación universitaria o tecnológica no es suficiente para desvanecer los fantasmas del odio, del fanatismo, de la intolerancia, de la arrogancia, de la agresión y del terror. El mundo es un polvorín que desbarata cualquier intento de sostenibilidad cuando el desarrollo se basa únicamente en los tres pilares clásicos.

Pero, todavía queda una posibilidad para el desarrollo integral. Existe un entorno más próximo que la biosfera y la antroposfera, que apenas se esboza en los libros de texto, pero que quizás no tarde en aceptarse como tal: el “medio ambiente mental”, es decir, nuestro conocimiento adquirido y el derivado de éste a través de nuestros propios procesos razonativos. Cuando es sometido a examen, deja al descubierto que existe algo aún más interior: el “acto consciente”. Dicho acto consciente es en realidad nuestro verdadero “yo”. Un “yo” sujeto y a disposición de ese nuevo medio ambiente, ese nuevo entorno formado por toda la cultura acumulada.

Más propiamente, este otro entorno es la esfera del conocimiento o **noosfera**, como ya la definiera Teilhard de Chardin (1958), y tal como ya es conocida entre los sectores que tratan de las nuevas tendencias corporativas de gestión del conocimiento.

Al hablar de dicha esfera, inmediatamente surge ese cuarto factor de sostenibilidad, un factor donde resuena la responsabilidad de los países ricos (sedientos de eso que hoy llamamos conocimiento) frente a los países pobres, cada vez más relegados al olvido, a la indiferencia y a la ignorancia.

Surge inmediatamente la necesidad de esbozar una huella cultural que permita a los países sensatos medir su responsabilidad, para luego intentar reducirla, si es que realmente quieren hablar de sostenibilidad. Tal conocimiento repartido permitiría evitar muchos de los males derivados de la ignorancia y muchos de los males que aún han de venir, y que, en Europa, ya comenzamos a atisbar con las recientes oleadas de inmigración procedentes de los países menos favorecidos. Profundizar en las raíces del problema migratorio podría evitar los brotes de xenofobia y racismo que se multiplican en los países ricos y que no hacen más que reflejar la otra cara de la ignorancia global. Ignorancia que, por supuesto, no sólo viene del racismo sino también de enfermedades endémicas como el ansia ilimitado de poder o de prestigio, las ideas separatistas, ultranacionalistas, o integristas que siempre acaban llevando al traste cualquier intento de desarrollo global.

No hablamos de erradicar de la sociedad las conductas patológicas de ese tipo, ya que, como cualquier otra enfermedad, siempre van a existir, sino de que el grueso de la sociedad sea capaz de detectarlas y neutralizarlas. ¿Afirmamos entonces que, a pesar de haber llegado a la Luna y de haber inventado Internet, apenas hemos avanzado en conocimiento vital? Estamos diciendo más: afirmamos que ese conocimiento tecnológico, esa ansiada sociedad del bienestar, esa llamada Era de la Información, o de la videoconsola o de la videoconferencia, está, en realidad, adormeciendo funciones cognitivas vitales que, más bien, nos están haciendo retroceder. Se pueden citar muchísimos ejemplos (que no mencionaremos para no herir susceptibilidades) en todos los ámbitos de la política, de la economía, de la ciencia, de la religión o de la vida social o familiar.

Particularmente, me ha dejado marcado un programa educativo que se puso en marcha hace más de una década en mi propia comunidad autónoma, que se llamaba “Aprender a vivir”, el cual estaba destinado “a crear ciudadanos con criterio”. ¿Cómo era posible tal programa en una sociedad tan desarrollada como la nuestra? Fue entonces cuando comprobé que, efectivamente, la inmensa mayoría de ciudadanos carecen de criterio propio, con todo lo que conlleva en la capacidad de autogobierno y de auto independencia.

Fue duro descubrir lo que muchos otros ya habían descubierto antes: que estamos condicionados desde el nacimiento, que necesitamos que dirijan nuestras vidas y que nuestros avanzados modelos de aprendizaje tienden más bien a crear máquinas vivientes al servicio de cualquier charlatán avisado o de cualquier frase de moda.

### 7.2.3. La ciencia de la evolución en el debate educativo

La historia de la evolución, hoy tan olvidada en nuestras aulas, es determinante a la hora de hablar de conocimiento y debe incorporarse a los programas educativos: ¿está estancada nuestra evolución?; ¿hacia dónde camina la humanidad?; ¿es preciso dirigir mejor nuestra evolución cultural?; ¿qué ramas de la ciencia o de las letras deben implicarse en una evolución dirigida?; ¿está el profesorado realmente cualificado y libre de prejuicios para implicarse en tal cometido?

Pues bien, hablando de evolución<sup>42</sup>, hay que referirse a los “memes” (como hoy hacen los modernos evolucionistas), para referirse a toda “unidad de información cultural” grabada en nuestras neuronas. Como ocurre con los genes o unidad de información genética almacenada en el ADN, empieza a resultar obligado tocar tales cuestiones en este tipo de trabajos. Y si la cultura de los libros corresponde al mundo de los memes, la cultura que no proviene de los libros, la que proviene de las vivencias, de las reflexiones, de las intuiciones y de las emociones del mundo interior, corresponde a los “noemes”, o “unidad de información consciente”<sup>43</sup>, un aspecto de la ciencia mucho menos estudiado que el anterior, pero en el que debemos depositar nuestra única esperanza (por vital) para aspirar a la sostenibilidad integral.

De todo ello, de la huella cultural, de los memes y de los noemes, vamos a tratar en este capítulo.

---

<sup>42</sup> En 2009 se conmemoran los 150 años desde la publicación del famoso “Origen de las especies”, de Charles Darwin, una obra vital para el conocimiento humano. Quizás el mejor homenaje que se le pueda hacer sea influir mejor en nuestra **evolución cultural** y adaptar los planes educativos del siglo XXI al conocimiento integral y no solo al conocimiento económico.

<sup>43</sup> El conocimiento realmente consciente radica en el “ser”, es decir en la individualidad que integra pensamientos, emociones y sensaciones, o, dicho de otro modo, todas las capacidades y potencias del individuo. Como ya descubrieran hace tiempo los psicólogos, para que exista una intuición es preciso que existan elementos “amontonados” en la mente, causantes de las nuevas emergencias, las cuales, en ningún caso, equivalen a la suma de las partes. La intuición fue demostrada incluso en animales.

### 7.3. Calculando nuestras deudas

Como ya hemos mencionado, para cuantificar la sostenibilidad hay que referirse a la **huella ecológica**, la cual es capaz de medir el consumo de una persona, de una ciudad o de un país, en número de hectáreas de naturaleza. Por este método podemos transformar todo nuestro consumo de electricidad, de combustibles, de materiales, de servicios, de suelo, de alimentos, de recursos forestales, de agua o de suelo, a hectáreas, resultando que los países ricos son, obviamente, los que más consumo presentan: cada ciudadano estadounidense consume en un año el equivalente a 10 ha de superficie, mientras que un pakistaní apenas llega a 1 ha. El consumo medio mundial es de 2,8 ha/persona/año (véase la tabla 1.4 en el Capítulo 1).

Resulta evidente que si un país requiere 6 ó 7 o más ha/persona para satisfacer sus necesidades, mientras que otros requieren únicamente 3 ó 4 ó 5 ha (caso de la media europea), y otros 1 ó 2 ha, o incluso menos, los primeros tendrán más responsabilidad a la hora de intentar un reparto mundial más equitativo. Casi ningún país puede satisfacer sus necesidades con sus propios recursos, luego una huella ecológica alta se consigue a expensas de los recursos de otros y, si desea alcanzar la sostenibilidad, deberá aprender a reducir su consumo y a respetar los recursos de los demás y de los que vendrán.

En el caso de la **huella social** veíamos que sucede exactamente lo mismo: unos países (los más ricos) tienden a acaparar todo el empleo mundial, mientras que otros (los más pobres o con menos capacidad) poseen tasas de paro elevadísimas o empleos muy precarios. Calculamos que, si se repartiera toda la producción mundial (PIB), entre toda la población activa del planeta, a cada ciudadano activo le correspondería una renta anual de 8 938,4 dólares.

Si dividimos el PIB de cada país entre esos 8 938,4 dólares/cap/año, obtenemos el número de personas que podría mantener con sus ingresos, es decir, obtendríamos la huella social bruta del país en cuestión. Si restamos a esta cifra, el número de empleos reales que posee, obtenemos la huella social neta. En la tabla 6.2 del anterior capítulo podemos repasar la responsabilidad que tendrían los distintos países si nos propusiéramos emplear a todos los ciudadanos del mundo: mientras que Estados Unidos genera en la actualidad un total de 184 millones de empleos, con una hipotética economía equitativa, podría generar hasta 1 008 millones de empleos, con lo cual resulta una huella social neta de 824 millones de empleos. Es decir, Estados Unidos “debe” al mundo 824 millones de empleos, al igual que España debe 52 millones o Alemania 244 millones.

En el caso de la **huella cultural** que nos ocupa ahora, ocurre exactamente igual: los países más desarrollados han alcanzado un importante “saber hacer” tecnológico,

lo cual es perfectamente lícito y loable; lo que no es tan lícito es que, en un mundo super-poblado, sigan acaparando todo el conocimiento técnico y científico únicamente porque han logrado sacar ventaja, y, además, que lo hagan a costa de los menos desarrollados.

Por ejemplo, toda la falacia que rodea a la expansión de la agricultura transgénica con el fin, nos cuentan, de reducir el hambre del mundo, no hace más que hundir y humillar más a la inmensidad de ciudadanos del mundo que subsisten de la agricultura. En las conclusiones insistiremos en esta cuestión.

Tampoco parece lícito, entre docenas de otros ejemplos, seguir invirtiendo en intentar llegar a Marte cuando no hemos conquistado la Tierra, como lo demuestra la penuria de millones de personas o el lamentable estado en el que se encuentran las relaciones sociales del planeta. La tabla 7.1 presenta un ejemplo del mal reparto de eso que denominamos “conocimiento”, pues mientras que los países ricos ya fabrican robots para que les sirvan mejor, más de la mitad de la población de muchos países aún no sabe leer o escribir.

En el mundo de la utopía que estamos tratando, parece fundamental sentar bien los pilares por si se quiere algún día pasar del mundo virtual al mundo real. Como hemos dicho en varias ocasiones, el primer paso de la sostenibilidad consiste en contar con indicadores que nos permitan medir nuestra situación y nuestro hipotético progreso en el caso de que alguna entidad (región, país, empresa, etc.) decida tomar dicho camino.

La incorporación de la huella cultural a la hoja de cálculo desarrollada permite integrar en una única herramienta los cuatro aspectos de la sostenibilidad, el económico, el ambiental, el social y el cultural. En el siguiente apartado nos introduciremos en el cálculo de la huella cultural.

## 7.4. Cálculo de la huella cultural

### 7.4.1. Huella cultural del mundo

En consonancia con lo descrito en el apartado anterior, si la huella ecológica es el número de hectáreas que debemos al mundo, y la huella social, el número de empleos que también le debemos, podemos definir huella cultural como el número de becas de estudio que una entidad determinada debe a la sociedad global.

El primer paso consiste en calcular a cuánto dinero equivale una beca, entendiendo por tal, la asignación que se debe aportar a cada persona del mundo para satisfacer sus necesidades formativas en un año.

Tabla 7.1. Tasa de alfabetización de adultos por países

	PIB (millones de dólares)	Población total (millones de personas)	Población activa (15-65 años) (millones de personas)	Tasa de alfabetización Hombres (%)	Tasa de alfabetización Mujeres (%)
Europa	11 139 956	728,4	495,3	99	99
América N.	9 701 656	309,5	207,4	99	99
América C.	1 457 476	345,8	221,3	89	86
Estados Unidos	9 008 507	278,4	183,7	99	99
Japón	5 687 635	126,7	43,1	99	99
Alemania	2 680 002	82,2	55,9	99	99
España	702 395	39,6	26,9	99	97
Lituania	7 597	3,7	—	100	100
Perú	60 774	25,7	15,9	95	86
Honduras	4 563	6,7	—	76	76
Guatemala	17 742	12,0	—	77	63
Haití	2 923	8,4	—	54	50
Yemen	5 496	19,9	—	70	29
Egipto	78 422	70,3	—	68	46
Marruecos	39 324	31,0	—	63	38
India	466 682	1 294,4	—	70	47
Pakistán	71 278	148,7	—	59	30
Nepal	5 560	24,2	—	62	26
Bangladesh	48 906	143,4	—	50	31
Papúa Nueva Guinea	4 756	5,0	—	72	59
Mozambique	3 380	19,0	—	62	31
Mauritania	1 321	2,8	—	52	31
Gambia	483	1,4	—	46	32
Etiopía	7 451	66,0	—	49	34
Sierra Leona	741	4,9	2,6	49	30
Guinea Biss.	251	1,2	0,6	57	26
Benín	2 598	6,6	—	55	26
Mali	3 119	12,0	—	38	17
Burkina	2 842	12,2	—	36	16
Níger	2 197	11,6	—	25	9
Mundo desarrollado	27 116 800	1 321	—	99	99
Mundo en desarrollo	3 495 734	4 889	—	82	68

Fuente: Recursos mundiales 2004 (Rosen et al., 2004).

Rápidamente, evidenciamos una aproximación entre la huella social y la huella cultural, pues una ciudad, un país o una empresa responsable que decida contratar personas (en la corporación o fuera de ella) con el fin de disminuir su huella social, debería además formarlas si quiere disminuir también su huella cultural. En el contexto de la empresa, diremos que una entidad sostenible incrementa simultáneamente su capital social (número de empleos) y su capital humano (conocimiento), como inversión de futuro, y transforma el mero altruismo en competitividad y estrategia empresarial.

Según vemos en la tabla 7.2, la media del gasto público en educación asciende, en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), al 5,5% del PIB, lo cual equivale a una media de 1 168 dólares/persona/año (un 13,07% de la renta media global).

Por lo tanto, en la hipotética sociedad equitativa y sostenible que veíamos en el capítulo anterior, cada habitante del planeta tendría derecho a contar, como mínimo, con esa cantidad anual para su educación (cantidad que es la que en este capítulo llamamos “beca”).

Teniendo en cuenta que la población mundial es de 6 055 millones de personas (año 2000), harían falta 7 072 240 millones de dólares para cubrir dicha necesidad, lo cual asciende a un 20,7% del PIB mundial. Es decir, la quinta parte de la riqueza mundial generada debería destinarse a educación. Con esa cantidad deben cubrirse los 6 055 millones de becas de estudio que se necesitan cada año para aspirar a una enculturación global.

Es decir que, aún suponiendo que el gasto mundial real en educación fuera del 5,5% del PIB (la media de la OCDE) (1 876 045 millones de dólares), la huella cultural del mundo sería, como mínimo, de 5 196 195 millones de dólares, equivalentes a 4 449 millones de becas de estudio. Ese es el número de becas que el mundo desarrollado **debe** al mundo no desarrollado. ¿Cómo se reparte ese **debe** entre los diferentes países?

#### 7.4.2. Huella cultural por países

La huella cultural por países se calcularía restando el número de becas potenciales que un país debería cubrir con sus ingresos anuales (475 millones, en el caso de Alemania, por ejemplo), del número de becas que realmente está cubriendo (107,8 millones, en el caso del país citado) (véase la tabla 7.3).

Recordemos que el gasto real destinado a educación en un determinado país lo dividimos entre 1 168 dólares y al resultado lo llamamos “número de becas” ( $125\,960/1\,168 = 107,8$ ). En el actual sistema educativo global (no equitativo y no

Tabla 7.2. **La educación en la OCDE.**  
**Gasto público en educación como porcentaje del PIB**

	PIB (millones de dólares) (1)	Población total (millones de personas) (1)	% PIB destinado a educación (2)	Gasto total educación (millones de dólares)	Gasto por persona en educación (dólares/cap/año)
Alemania	2 680 002	82,0	4,7	125 960	1 536
Australia	457 255	19,5	4,8	21 948	1 126
Austria	265 716	8,1	5,5	14 614	1 804
Bélgica	316 070	10,3	6,1	19 280	1 872
Canadá	693 149	31,3	5,0	34 657	1 107
Corea	617 513	47,4	4,6	28 406	599
Dinamarca	205 551	5,3	8,3	17 061	3 219
Eslovaquia	22 471	5,4	4,4	989	183
España	702 395	39,9	4,3	30 203	757
Estados Unidos	9 008 507	288,5	5,7	513 485	1 780
Finlandia	165 787	5,2	6,5	10 776	2 072
Francia	1 755 614	59,7	5,9	103 581	1 735
Grecia	138 386	10,6	4,3	5 951	561
Hungría	54 371	9,9	5,9	3 208	324
Irlanda	105 248	3,9	4,4	4 631	1 187
Italia	1 204 868	57,4	4,9	59 039	1 029
Japón	5 687 635	127,5	3,7	210 442	1 651
Países Bajos	492 956	16,0	5,1	25 141	1 571
México	374 141	101,8	5,8	21 700	213
Polonia	163 236	38,5	5,8	9 468	246
Portugal	128 039	10,0	5,9	7 554	755
Reino Unido	1 294 359	59,7	5,4	69 895	1 171
Rep. Checa	54 561	10,3	4,5	2 455	238
Suecia	276 768	8,8	7,5	20 758	2 359
Turquía	204 651	68,6	3,7	7 572	110
OCDE	27 069 249	1 126	5,5	1 488 809	1 168
Mundo	34 109 900	6 055	5,5	1 876 045	310

(1) El PIB y la población mundial corresponden al año 2000.

(2) Conjunto de gasto público en educación primaria, secundaria obligatoria y no obligatoria y universitaria. Los datos porcentajes corresponden al año 2003. Cifras en dólares ajustadas según el poder adquisitivo de cada país.

Fuente: elaboración propia a partir de Doménech, 2006a, "Recursos mundiales 2004" y OCDE (Informe anual del año 2006, *Education at Glance*; OCDE indicators 2006 edition).

Tabla 7.3. Huella cultural por países (en n.º de becas)

	PIB (millones de dólares)	% PIB destinado a educación	Gasto total educación (millones de dólares)	N.º de becas que cubre (millones)	Gasto que debería realizar (20,7% PIB) (millones de dólares)	N.º de becas que debería cubrir (millones de becas)	Huella cultural (millones de becas que debe al mundo)
Alemania	2 680 002	4,7	125 960	107,8	554 760	475,0	367,2
Australia	457 255	4,8	21 948	18,8	94 652	81,0	62,2
Austria	265 716	5,5	14 614	12,5	55 003	47,1	34,6
Bélgica	316 070	6,1	19 280	16,5	65 426	56,0	39,5
Canadá	693 149	5,0	34 657	29,7	143 482	122,8	93,1
Corea	617 513	4,6	28 406	24,3	127 825	109,4	85,1
Dinamarca	205 551	8,3	17 061	14,6	42 549	36,4	21,8
Eslovaquia	22 471	4,4	989	0,8	4 651	4,0	3,2
España	702 395	4,3	30 203	25,9	145 396	124,5	98,6
Estados Unidos	9 008 507	5,7	513 485	439,6	1 864 761	1 596,5	1 156,9
Finlandia	165 787	6,5	10 776	9,2	34 318	29,4	20,2
Francia	1 755 614	5,9	103 581	88,7	363 412	311,1	222,4
Grecia	138 386	4,3	5 951	5,1	28 646	24,5	19,4
Hungría	54 371	5,9	3 208	2,7	11 255	9,6	6,9
Irlanda	105 248	4,4	4 631	4,0	21 786	18,7	14,7
Italia	1 204 868	4,9	59 039	50,5	249 408	213,5	163,0
Japón	5 687 635	3,7	210 442	180,2	1 177 340	1 008,0	827,8
Países Bajos	492 956	5,1	25 141	21,5	102 042	87,4	65,9
México	374 141	5,8	21 700	18,6	77 447	66,3	47,7
Polonia	163 236	5,8	9 468	8,1	33 790	28,9	20,8
Portugal	128 039	5,9	7 554	6,5	26 504	22,7	16,2
Reino Unido	1 294 359	5,4	69 895	59,8	267 932	229,4	169,6
Rep. Checa	54 561	4,5	2 455	2,1	11 294	9,7	7,6
Suecia	276 768	7,5	20 758	17,8	57 291	49,1	31,3
Turquía	204 651	3,7	7 572	6,5	42 363	36,3	29,8
OCDE	27 069 249	5,5	1 488 809	1 274,7	5 603 335	4 797,4	3 522,7
Mundo	34 109 900	5,5	1 876 045	1 606,2	7 060 749	6 055,0	4 448,8

Fuente: elaboración propia a partir de Doménech, 2006a, "Recursos mundiales 2004" y OCDE (Informe anual del año 2006, *Education at Glance*; OCDE indicators 2006 edition).

sostenible), cada escolar o universitario de los países más desarrollados percibe bastante más de esos 1 168 dólares/año de media, por lo que resulta lógico que exista un déficit importante de becas o asignaciones educativas en otras partes del mundo.

Del mismo modo, el 20,7% del PIB de Alemania (2 680 002 millones de dólares) asciende a 554 760 millones de dólares, que es el gasto que tendría que realizar para cubrir las necesidades formativas de la parte del mundo que le corresponde. Esto equivale a formar a unos 475 millones de personas de cualquier parte del mundo (554 760/1 168). La diferencia neta, es decir la diferencia entre las becas que debería cubrir y las que realmente cubre, la huella cultural de Alemania, es de 367,2 millones de becas.

Comprobamos que la responsabilidad por una educación digna de la humanidad es tanto mayor cuanto más desarrollado es el país en cuestión y más PIB obtiene a partir de los recursos naturales del planeta. Tales recursos naturales casi nunca corresponden al propio país, sino que proceden, a menudo, de muchos otros países; de ahí que tengamos una deuda con los países que han participado (no siempre voluntariamente) en nuestro propio desarrollo.

Así, en un hipotético programa de desarrollo global, a los seis países más ricos de la OCDE (Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido e Italia) les correspondería planificar la educación del 65,3% de la población mundial sin estudios (2 907 millones de personas).

Cabe añadir, por último, un desarrollo ulterior para el cálculo de la huella cultural y es el derivado de lo que ya mencionamos más arriba: en los países desarrollados, cada persona recibe más dinero para formación (1 536 dólares/persona, en el caso de Alemania) que el que realmente le correspondería en un reparto global justo y equitativo (1 168 dólares). Por ese motivo, en el caso de Alemania, los cálculos arrojan la cantidad de 107,8 millones de becas, mientras que su población total es de 82 millones de personas, lo que parece una incongruencia. Este planteamiento, sin más ajustes, permitiría que Alemania pudiera alcanzar una huella cultural cero (incrementando el gasto educativo de su propia población, hasta un 20,7% del PIB) sin invertir ni un dólar en la educación de otros países (es decir, a cada ciudadano alemán se le asignaría para educación el equivalente a varias becas).

La tabla 7.3 necesita, por lo tanto, un ajuste, como es el evitar que el número de becas que cubre un determinado país supere el de su población total, o, lo que es igual, evitar que cada ciudadano alemán pueda percibir más de una beca media.

En el caso de Alemania, los 107,8 millones de becas que cubre quedarían reducidos a 82, que es el número de millones de habitantes que tiene. De ese modo, evitamos que un ciudadano pueda percibir (a efectos de cálculo) más de los 1 168 dólares/año que le corresponden en una economía educativa equitativa y justa. En la tabla 7.4 mostramos la huella cultural final, una vez introducido este ajuste.

Con dicho ajuste, los países de la OCDE tendrían la responsabilidad de educar al 88,2% de la población mundial sin estudios, y los seis países más ricos, al 71,2%.

Tabla 7.4. Huella cultural ajustada, por países

	PIB (millones de dólares)	Gasto total educación (millones de dólares)	N.º de becas que cubre (millones)	N.º de becas que cubre (millones) Ajustado a la población	Gasto que debería realizar (20,7% PIB) (millones de dólares)	N.º de becas que debería cubrir (millones de becas)	Huella cultural (millones de becas que debe al mundo)
Alemania	2 680 002	125 960	107,8	82,0	554 760	475,0	393,0
Australia	457 255	21 948	18,8	18,8	94 652	81,0	62,2
Austria	265 716	14 614	12,5	8,1	55 003	47,1	39,0
Bélgica	316 070	19 280	16,5	10,3	65 426	56,0	45,7
Canadá	693 149	34 657	29,7	29,7	143 482	122,8	93,1
Corea	617 513	28 406	24,3	24,3	127 825	109,4	85,1
Dinamarca	205 551	17 061	14,6	5,3	42 549	36,4	31,1
Eslovaquia	22 471	989	0,8	0,8	4 651	4,0	3,2
España	702 395	30 203	25,9	25,9	145 396	124,5	98,6
Estados Unidos	9 008 507	513 485	439,6	288,5	1 864 761	1 596,5	1 308,0
Finlandia	165 787	10 776	9,2	5,2	34 318	29,4	24,2
Francia	1 755 614	103 581	88,7	59,7	363 412	311,1	251,4
Grecia	138 386	5 951	5,1	5,1	28 646	24,5	19,4
Hungría	54 371	3 208	2,7	2,7	11 255	9,6	6,9
Irlanda	105 248	4 631	4,0	3,9	21 786	18,7	14,8
Italia	1 204 868	59 039	50,5	50,5	249 408	213,5	163,0
Japón	5 687 635	210 442	180,2	127,5	1 177 340	1 008,0	880,5
Países Bajos	492 956	25 141	21,5	16,0	102 042	87,4	71,4
México	374 141	21 700	18,6	18,6	77 447	66,3	47,7
Polonia	163 236	9 468	8,1	8,1	33 790	28,9	20,8
Portugal	128 039	7 554	6,5	6,5	26 504	22,7	16,2
Reino Unido	1 294 359	69 895	59,8	59,7	267 932	229,4	169,7
Rep. Checa	54 561	2 455	2,1	2,1	11 294	9,7	7,6
Suecia	276 768	20 758	17,8	8,8	57 291	49,1	40,3
Turquía	204 651	7 572	6,5	6,5	42 363	36,3	29,8
OCDE	27 069 249	1 488 809	1 274,7	874,6	5 603 335	4 797,4	3 922,8
Mundo	34 109 900	1 876 045	1 606,2	1 606,2	7 060 749	6 055,0	4 448,8

\* Si el número de asignaciones o becas de estudio supera el de la población total, significa que cada persona recibe más de la media que corresponde a cada persona del mundo (1 168 dólares). En ese caso, el número total de becas se ajusta a la población total del país (82 millones de habitantes en el caso de Alemania).

Fuente: elaboración propia a partir de Doménech, 2006a, "Recursos mundiales 2004" y OCDE (Informe anual del año 2006, *Education at Glance*; OCDE indicators 2006 edition).

### 7.4.3. Huella cultural corporativa

Una primera consideración para calcular la huella cultural de una empresa u organización podría ser calculando el 20,7% de lo que en el capítulo anterior denominamos PIB corporativo (*cash flow* más salarios), lo que, en el caso de la Autoridad Portuaria de Gijón, ascendería a 4 249 835 dólares (véase la tabla 7.5). A 1 168 dólares/beca, la huella cultural ascendería a 3 638,6 becas.

Sin embargo, no toda la responsabilidad de la educación global debe recaer en las corporaciones, también en los Gobiernos, los cuales, además, recaudan parte de los ingresos de aquellas a través de los impuestos.

Creemos por tanto, que el método más adecuado para calcular la huella cultural de las organizaciones y corporaciones es equiparando ésta a la huella social, la cual, como ya mencionamos, equivale al número de empleos que aquella debe a la sociedad global.

La huella social bruta de la Autoridad Portuaria de Gijón es de 2 297 empleos, por lo que la huella cultural sería igualmente de 2 297 becas. Es decir, la APG no sólo tendría la responsabilidad de emplear a ese número de personas, sino también de formarlas. Si una beca equivale a 1 168 dólares, el importe total anual destinado a educación debería ser de 2 682 896 dólares o 3 621 910 euros, equivalente al 13,07% de su PIB corporativo. Es el porcentaje al que debería tender, de forma gradual, una empresa que desee incorporar el desarrollo cultural del mundo a sus planes de responsabilidad social corporativa.

Se presupone que los empleados reales de los países desarrollados poseen formación continua y que se cubren adecuadamente sus necesidades anuales de formación. Por eso, la huella cultural neta se obtiene restando los empleos reales de la huella cultural bruta (véase la tabla 7.5).

Ese 13,07% del PIB corporativo que habría que emplear en educación parece excesivo para una organización con ánimo de lucro, pero, obviamente, no se trataría de afrontar dicho esfuerzo de repente, sino de forma gradual.

En el capítulo anterior sugerimos que las empresas comiencen aportando, por ejemplo, el 2,1% de sus ingresos para la creación de empleo (el triple del popular 0,7%), lo que, en el caso de la APG, equivaldría a 431 143 dólares/año (48 empleos), de los que 56 064 dólares serían para formación (48 becas de estudio)<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Una renta global equivale a 8 938 dólares, de los que 1 168 dólares corresponden a la beca de formación.

Tabla 7.5. **Huella social y cultural de la Autoridad Portuaria de Gijón, según distintos tipos de ingresos (año 2004)**

Tipo de ingreso considerado	Importe (euros)	Importe (dólares)*	Huella social bruta (n.º empleos totales) y huella cultural bruta (n.º becas totales)	ContraHuella social (n.º empleos reales) y contraHuella cultural (n.º becas reales)	Huella social neta (n.º empleos que debe) y huella cultural neta (n.º becas que debe)
Cash flow	23 060 000	17 081 481	1 911	177	1 734
Recursos generados	27 489 468	20 362 569	2 278	177	2 101
Cash flow + salarios (PIB corporativo)	27 716 315	20 530 604	2 297	177	2 120
Importe neto	35 948 895	26 628 811	2 979	177	2 802
Importe bruto	37 599 117	27 851 198	3 116	177	2 939
Ingresos totales	41 626 741	30 834 623	3 450	177	3 273

\* Valor medio del dólar en diciembre de 2004: 1 dólar = 1,35 euros.

Fuente: elaboración propia.

## 7.5. La ciencia de la memética

### 7.5.1. La cultura integral

Queda pues esbozada lo que es, o debería ser, la huella cultural (que los economistas deberán desarrollar con datos más precisos) y la responsabilidad que tiene el mundo desarrollado en esa carencia de cultura global.

Pero, la cultura relacionada con el mundo laboral o profesional (la necesaria para ganarnos la vida) no lo es todo. Como ya dijimos, podríamos alcanzar un mundo sin paro y seguir siendo totalmente ignorantes en cuanto a los conocimientos necesarios para llevar una vida personal plena o para convivir en armonía con el resto de la sociedad local o global.

Hoy, quizás como siempre, la falta de convivencia se manifiesta desde el núcleo familiar de los mismos países llamados civilizados, hasta la gran familia global. Ideas fanáticas de todo tipo alteran la convivencia mundial. Detrás de todas las convulsiones actuales derivadas del terrorismo universal, del peligro permanente de conflagración mundial, de la falta de entendimiento entre civilizaciones o sociedades, de la

gran desigualdad económica, de la estupidez social crónica de la era del ocio y del hiper-consumo, tan sólo se esconde un factor: la falta de conocimiento integral.

Urge pues, una cultura integral, que no es más que el conocimiento necesario para vivir, para convivir y para sobrevivir. Para vivir necesitamos conocimientos que nos permitan ganarnos la vida, que nos procure alimentación, vestido y refugio, o para satisfacer el resto de necesidades del cuerpo y de la mente. Para convivir, necesitamos conocimientos que nos aporten principios, valores, ética, normas críticas de conducta. Para sobrevivir, sea en el Más Allá (para los creyentes) o sea en el *más acá* (para los que aspiran a una vida feliz basada en la libertad o en la paz interior), necesitamos conocimientos que alimenten, además del cuerpo y la mente, el espíritu.

El conocimiento integral satisface gran parte de las necesidades que ya enumeraran Max-Neef y colaboradores en “su matriz de necesidades y satisfactores” del ser humano; habría que añadir el aliciente, pues, de que la satisfacción basada en el conocimiento interior “nos sale barata” en términos de sostenibilidad, pues es la menos intensiva en consumo de materiales y energía.

Por lo tanto, si hemos de aspirar a una cultura plena, y no sólo técnica o especializada, debemos hacer una distinción capital entre dos tipos de conocimientos totalmente diferentes: los procedentes del acto memético o memesis (el acto de adquirir) y los procedentes del acto noético o noesis (el acto de conocer).

### 7.5.2. Genes y memes

Para introducirnos en la temática vamos a recordar la diferencia que existe entre la herencia genética y la herencia cultural:

- Todos los rasgos que heredamos de nuestros padres, portadores a su vez de una larga historia evolutiva previa, corresponden a lo genético o innato, a todo aquello heredado sobre lo que tenemos poca influencia, siendo los genes la unidad de información fundamental.
- Todo lo que no es genético, es decir, todo lo que heredamos por medios culturales o por transmisión de nuestro entorno familiar o social, corresponde a “lo adquirido” o aquello sobre lo cual tenemos cierta capacidad de influencia y de alteración. La unidad de información adquirida, no genética, son los memes, tal y como la han definido los modernos neo-darwinistas.

Uno de ellos, es el conocido Richard Dawkins, el cual acuñó en 1976 el término “meme” para referirse a cualquier elemento cultural (una palabra, una idea, un pensamiento, una teoría, un gesto, un ademán, una emoción, una forma de expresarse,

una conducta, un refrán, una canción...) que se pueda transmitir de una persona a otra por aprendizaje o imitación: dice en su conocida obra “El gen egoísta”, por la cual se hizo famoso: “El idioma griego nos aporta el vocablo *mimeme*, que me parece satisfactorio, pero demasiado largo; quería encontrar un sonido afín al de *gen*, y confío en que mis amigos clasicistas me perdonen por haber acuñado la palabra *meme*” (Dawkins, 1979).

Las ideas, por lo tanto, como los genes, se autorepican, se transmiten y se difunden hasta quedar definitivamente instaladas en la población. Transmitidas de generación en generación, forman parte de la evolución cultural, y, con sus fases de nacimiento, desarrollo, dispersión, diversificación, degradación y extinción, adoptan las mismas leyes que la evolución biológica.

Desde su origen, la idea del meme, que es un meme en sí mismo (es decir, una nueva idea, un nuevo concepto), se ha propagado por el mundo y, por ejemplo, una búsqueda en Internet nos arroja miles de referencias. Una palabra, transmitida de generación en generación, es un meme simple. Una frase, tal como “eso no se hace”, propia de nuestro aprendizaje infantil y transmitida desde la Prehistoria (para indicarnos que no debemos acercarnos al fuego, subirnos a un árbol o meternos en un río), es un meme formado por varias palabras y, por lo tanto, de jerarquía superior. Lo mismo podemos decir de un eslogan exitoso, o de cualquier mensaje del tipo “hay que lavarse las manos antes de comer”, o de cualquier refrán, los cuales, por cierto, además de ser muy longevos, encierran gran conocimiento.

Un mayor conjunto de frases, como una canción de Los Beatles, una nana para acunar a los bebés, los cuentos populares para niños o la historia que nuestros abuelos nos han relatado docenas de veces son memes más complejos todavía. Y más aún un tema concreto, una lección de texto, un libro o este mismo capítulo.

Y así vamos subiendo de escala (habilidades, profesiones, especialidades...), hasta llegar a las grandes ideas, ideologías, teorías, opiniones, creencias, religiones o sistemas filosóficos, a los cuales algunos autores, estudiosos de la ciencia de la memética, llaman “meme-plexes” (Blackmore, 2000).

Lo cierto es que toda nuestra vida está gobernada por memes y, aunque solemos pensar que somos autónomos y autosuficientes, son muy pocas las personas que generan memes nuevos que realmente interesen a alguien y muchas menos las que producen memes realmente innovadores. Desde el nacimiento, vivimos en un entorno de acondicionamiento continuo y, si no estamos atentos, acabamos totalmente influenciados por los memes circundantes. La decadencia de la sociedad del ocio que citábamos, está muy relacionada con esa pereza mental (falta de atención crítica) que nos lleva a la dependencia del meme.

En definitiva, si el gen es la unidad de la herencia innata y la genética la ciencia que lo estudia, el meme es la unidad de transmisión cultural, siendo la memética la ciencia que está tomando el relevo para el estudio de la evolución cultural. Evidentemente, hay otros campos que estudian el fenómeno de la cultura y su transmisión, como la antropología, la sociología, la psicología, etc., pero, por una causa u otra, ninguno de esos meme-plexes ha conseguido interesar a las masas y calar hondo en la sociedad. No han conseguido instaurar una nueva era cultural, la era de la nueva educación, la era de la **evolución sostenible**.

Es necesario, por lo tanto, intentarlo con nuevas ideas, con nuevos memes que se expandan con fecundidad por la población, sobre todo entre el profesorado y los educadores. ¿Podría lograrlo la nueva ciencia de la memética?

Difícilmente, pues en realidad la memética no es más que una nueva forma de ordenar lo que ya sabían otras ciencias, como la psicología Gestalt: que el ser humano está gobernado por un puñado de ideas o pensamientos que evolucionan rápido en las primeras etapas de la vida (donde aún es posible adquirir ideas propias); se ralentizan conforme avanzamos en edad; y, finalmente, se enquistan. Resulta muy difícil moldear las estructuras mentales de los adultos maduros, que son precisamente los que deben construir los nuevos sistemas educativos destinados a los que vienen detrás.

Pero, la memética se halla en sus comienzos y, aún es posible que los educadores (primero) incorporen a sus esquemas mentales esta acuciante necesidad, seguidos de otros especialistas como psicólogos, filósofos, pedagogos, antropólogos, sociólogos o, evolucionistas. Indudablemente, el primer paso de esta nueva disciplina es aprender a identificar los memes que portamos (a modo de parásitos) y clasificarlos, analizando su cantidad y calidad.

El segundo paso es aprender a buscar la forma de controlar esas estructuras psíquicas almacenadas en nuestra mente, y las derivadas de ellas, con el objeto de hacernos más independientes y autónomos. Únicamente así se avanza desde el pensamiento mecánico heredado al pensamiento crítico y lúcido. Si se consigue tal cosa, estaremos sentando las bases de la nueva educación y del nuevo tipo de aprendizaje que necesitamos para continuar nuestra evolución (recordemos que la evolución, en el hombre, ya no es genética sino cultural, y, por lo tanto, voluntaria).

## 7.6. La ciencia de la noética

Vamos a exponer en cinco pasos la argumentación sobre la necesidad de un nuevo tipo de educación, radicalmente diferente a todos los existentes.

### 7.6.1. Memes y noemes

Afortunadamente, tenemos la solución para controlar al “meme egoísta”<sup>45</sup>: si consideramos al meme como un objeto insertado en nuestra mente, la mayor parte de las veces en contra de nuestra voluntad consciente (un verdadero parásito del que resulta más difícil desprenderse cuanto más tiempo cohabita y se coadapta con otros memes), veremos que existen otros objetos, llamados noemes, que pueden actuar de repelente. El noeme actúa de forma contraria al meme, al aplicar el **acto consciente**.

Desde la época de Parménides y Platón, y con seguridad desde mucho antes, la noesis, componente clave de la fenomenología de Husserl <sup>46</sup>, es una intelección o intuición (especialmente, intuición inteligible), un “ver discerniendo” o un “ver consciente” que se distingue radicalmente del mero razonamiento discursivo o del “ver” habitual inconsciente o mecánico. Los resultados de la noesis, almacenados en el ser individual (que es algo más que un simple cerebro o una simple mente), constituyen el “noema”.

Si un meme es la unidad de información cultural, un noeme es la unidad de información espiritual. Si el meme más pequeño es una palabra simple o incluso una letra (todos los demás memes se forman por unión o simbiosis de memes más simples), el noeme más simple podría ser la comprensión más simple de un objeto en sí mismo, resultado del acto consciente.

En términos de la psicología Gestalt podríamos decir que la noesis equivale al *awarenes*, o estado de percepción consciente, acto de darse cuenta o de tomar consciencia, mientras que el noeme podría aproximarse al *insight* o acto de penetración psicológica (comprensión profunda de la realidad).

---

<sup>45</sup> El principal éxito del zoólogo Richard Dawkins (1979) no consistió en la aportación del vocablo “meme”, sino en la teoría del “gen egoísta”, que se basa en que la evolución actúa sobre el gen y no sobre el individuo en su conjunto (una exaltación extrema de la selección natural).

<sup>46</sup> El método de Husserl distingue entre la actitud “natural” o ingenua con la que el hombre se enfrenta a las cosas sin cuestionarse nada, y la actitud intencional en la que se observan las cosas desde una actitud crítica (es la clásica diferencia *doxa/episteme*; el mundo de la mera opinión acrítica contrapuesto al mundo del conocimiento sólido, apoyado en la “crisis” de la opinión). Husserl elige como campo de observación el “flujo de la conciencia”, es decir las operaciones internas y vivencias de un sujeto (vistas así como objetos internos que escapan de la investigación de otras disciplinas, como la Filosofía analítica, la cual sólo contempla los objetos accesibles a la verificación sensible). En el análisis de ese flujo, Husserl diferencia entre la *noesis*, como operación mental, y *noema*, como contenidos construidos por la noesis, distinción que es heredada por la epistemología de Luhmann.

El acto de percepción consciente o noesis permite observar el meme, pensamiento, o razonamiento, lo que implica separarse del objeto en sí (el pensamiento), disecionarlo y observarlo “desde fuera”. Como dice el neurofisiólogo Jacobo Grinberg-Zilberbaum (1990), la técnica de auto-observación “unifica la información (del cuerpo, de las emociones y de la mente), supone la observación del propio yo en el presente y desarrolla la capacidad de integrar la información sin identificarse con ella”.

Así pues, la noesis equivale a la observación consciente de los memes. Dicha observación conduce a la separación constante entre el observador y lo observado, y al conocimiento progresivo de los objetos que se observan; a la mejora de la atención y la percepción; al discernimiento; y, con el tiempo, a la adquisición de noemes, como objetos procedentes de la clara comprensión de lo observado.

Aprender en estado memético (el método que utilizamos en todas nuestras escuelas) conduce a la memorización y, por lo tanto, al olvido, mientras que aprender en estado noético (práctica en declive desde la época de los antiguos griegos y empleada escasas veces en la vida) conduce a la mejora continua de la atención y a la comprensión de lo recibido. Son dos formas de aprendizaje radicalmente diferentes y sin comparación alguna: enseñar a los niños a mantenerse en estado noético debería ser la primera lección de todo plan educativo.

## 7.6.2. Los cuatro tipos de conocimiento de Platón

Como ya dijimos, la noesis no es ni mucho menos reciente. Siempre se ha conocido y procede de épocas muy antiguas de la humanidad, cuando se necesitaba (por pura seguridad) una mayor observación y percepción del entorno “en tiempo real”. Esta función cerebral ha caído en desuso conforme los nuevos inventos nos hacían, y nos siguen haciendo, la vida más cómoda.

Hoy en día, hablamos de conocimiento, en general, dando por sentado que sólo hay un tipo de conocimiento, al que más o menos, confundimos con un montón de datos almacenados en nuestras neuronas. Pero, esto no siempre fue así: en la antigua Grecia, el conocimiento, que actualmente nos parece indivisible, se separaba en varias categorías, las cuales, además, reflejaban el “estado del ser” o, como hoy diríamos, el nivel evolutivo de una persona: 1) el conocimiento instintivo; 2) el conocimiento racional inferior; 3) el conocimiento racional lúcido; y 4) el conocimiento objetivo. Los dos primeros se corresponderían con lo que aquí denominamos memes y los dos segundos con los noemes.

El conocimiento instintivo (del griego *eikasía*) es el conocimiento que nos otorgan los genes, el cual nos da las expectativas y las capacidades para alimentarnos, protegernos,

defendernos, reproducirnos o sobrevivir; nos aporta facultades como la inteligencia innata, la facilidad para comprender, la habilidad matemática o artística, etc. Aunque básico y necesario, abandonarse en el conocimiento instintivo equivale a instalarse en el más bajo de los conocimientos.

El conocimiento lógico o razonativo (del griego *pistis*) es el tipo de conocimiento que nos distingue de los animales (sean racionales o irracionales), y es con el que normalmente nos desenvolvemos. Proviene del aprendizaje y nos aporta la información necesaria, en forma de memes, para manejarnos en la vida. Con él hemos alcanzado la Luna; con él hemos sofisticado nuestros modos de comunicación; con él discutimos de un sin fin de variopintas ideas y teorías. En las sociedades actuales, con este conocimiento nos parece suficiente y, en consecuencia, con él suele acabar la educación. Pero, la actual situación socio-económica del mundo nos demuestra que este tipo de conocimiento es, a todas luces, insuficiente, pues, como hemos dicho, aún nos encontramos en un estadio muy primitivo de nuestra evolución. Para Platón, el simple razonamiento condicionado, sin esfuerzo, sin discernimiento, sin atención (*doxa*), es opinión y conocimiento superficial, empírico, engañoso e incluso falso.

El conocimiento racional discursivo (del griego *dianoia*) añade ya la verdadera inteligencia y la ciencia auténtica (*episteme*) a lo meramente racional. Se encuentra en la frontera entre el conocimiento superfluo (*pistis*) y el conocimiento último (*nous*). Para Platón, la ciencia matemática es un ejemplo de dianoia, pues emplean un método racional, lógico, discursivo descendente, deductivo: parten de una hipótesis y deducen conclusiones. Pero el conocimiento a tal nivel, se encuentra todavía en la mitad más próxima a *pistis*; es aún cartesiano, pues el conjunto puede ser reducido a la suma de sus partes (reduccionismo). Cuando al acto puro de razonar se le aplican destellos de noesis o actos conscientes, cuando se estudian las reglas del arte de pensar (*dianología*, según la fenomenología de J. H. Lambert), empieza el camino hacia el auténtico conocimiento; se activan funciones cerebrales menos usuales del hemisferio derecho (el gran desconocido), que pueden conducir a la observación constante, a la intuición y a la genialidad.

El cuarto tipo de conocimiento comienza con el conocimiento intuitivo y conduce, en su extremo superior, al conocimiento objetivo (del griego *nous*). Es la auténtica noesis o *gnosis*. Como el anterior, radica en el inexplorado hemisferio derecho del cerebro que la psicología y la neurología desconocen en gran parte. *Nous* era, para los griegos, la “razón superior”, un tipo de conocimiento (totalmente extraño para las pragmáticas sociedades actuales) capaz de capturar (como decía Platón, y más tarde otros filósofos, como Karl Popper) los objetos preexistentes en el **mundo de las ideas** (o del espíritu), las esencias o verdades puras, libres de prejuicios y de influencias.

La dialéctica es la ciencia suprema del noético: emplea un método discursivo ascendente; rebasa y supera las hipótesis, parte de una idea y asciende hasta la idea suprema (la Idea del Bien, según Platón); luego, a la inversa, parte de esa idea y desciende por todas las demás, obteniendo una visión holística del mundo, en la que el conjunto (lo complejo) es más que la suma de sus partes. Los objetos de este campo son las intuiciones, los grandes inventos o las llamadas revelaciones; es también el mundo de los videntes, de los iluminados y de los místicos. Por eso es, evidentemente, un tipo de conocimiento totalmente rechazado en el mundo de hoy.

La moderna psicología tiene más o menos identificados estos cuatro tipos de conocimiento o de estados del ser, aunque sus estudiosos sean poquísimos, aunque hayan perdido su prístina pureza original y aunque no hayan trascendido en los sistemas educativos. El psicólogo Pierre Janet, por ejemplo, coloca en el estado más alto del conocimiento a “ese acto de cierta complejidad que abarcamos en un único estado de consciencia y que forzando el término podría llamarse **presentificación**, el cual consiste en hacer presente un estado del espíritu y un grupo de fenómenos”. Coloca a continuación “las mismas percepciones del primer nivel, pero despojadas de la agudeza del sentimiento de la realidad; son acciones sin adaptación exacta a los hechos nuevos, sin coordinación de todas las tendencias del individuo, percepciones vagas sin certidumbre y sin disfrute del presente”. Dice en tercer lugar que “es preciso colocar en un rango muy inferior, a pesar de la opinión popular, las operaciones mentales que tratan con ideas o imágenes, el razonamiento, la imaginación, la representación inútil del pasado”. Y coloca, finalmente, en el estado más bajo del conocimiento a “las agitaciones motoras, mal adaptadas, inútiles, las reacciones viscerales o vasomotoras que se consideran como elemento esencial de la emoción” (Delay *et al.*, 1991).

Pero, a pesar de la aparente similitud, vemos que el **cuarto conocimiento** de Platón (la cumbre de la noesis) aun queda muy lejos de la psicología más sagaz del mundo moderno (quizás para Janet sería un quinto nivel que no se atreve a plantear), y apenas le concedemos un hueco entre las posibilidades del saber humano. En la moderna sociedad de la información y de la nano-tecnología, hemos perdido referencias por causas cuyo análisis nos llevaría muy lejos.

Pero no importa, estamos tan lejos de ese cuarto conocimiento que podemos perfectamente olvidarnos del mismo y concentrarnos en los primeros estadios de la noesis, es decir, en el tercer tipo de conocimiento, que es la frontera entre la memesis y la noesis: es la aplicación del acto consciente; es la técnica de la **presentificación**, del *awarenes* o darse cuenta. Desde ahí, podremos despertar funciones dormidas, las cuales actuarán de vigías y centinelas de los memes.

### 7.6.3. Crisis y gestión del conocimiento

A pesar del esfuerzo de algunos preclaros autores (Halévy, 2005), apenas existen escritos en la literatura educacional o pedagógica que se refieran a los noemes, como tampoco hemos visto ni un escrito filosófico referido a los noemes que se adentre en el mundo universitario, escolar o del aprendizaje.

La crisis de la educación, o mejor dicho, de la capacidad de aprendizaje en la era de la videoconsola, queda patente ante la frustración de muchos profesores que se preguntan: “¿Se puede conseguir que los estudiantes vayan más allá de ser capaces de superar las preguntas de un examen y trasciendan de la repetición como forma de adquirir conocimientos?; ¿se puede conseguir que no olviden lo aprendido con una velocidad que nos lleva a dudar si alguna vez lo supieron?” (Sanz, 2006).

Son muchos los profesores que ansían para sus alumnos más autonomía, motivación, capacidad de reflexión o de deducción, exploración, creatividad, auto-organización, responsabilidad... Nuestras técnicas de aprendizaje han fracasado y, a pesar de los múltiples y asfixiantes títulos, idiomas, másteres, etc., no hemos conseguido más conocimiento, sino todo lo contrario: hemos atrofiado funciones vitales para la supervivencia de la especie.

Es preciso pues enseñar esos aspectos que hemos citado, como los mecanismos psíquicos de la atención, las técnicas de auto-observación, o de **presentificación**, la práctica del acto consciente, los tipos de percepción, los mecanismos fisiológicos, emocionales y cerebrales, etc. Los mismos profesores precisan de un nuevo tipo de auto-formación continua, como la que propone, por ejemplo, Alan F. Carrasco Dávila (2003), para el “profesor creativo”. Los psicólogos de la Gestalt también tienen un gran papel que jugar en esta asignatura pendiente. Todos nuestros actos deben estar controlados y supervisados por las funciones cerebrales noéticas, pues en otro caso, nuestra evolución permanecerá estancada.

Lo dicho en las líneas precedentes es tan obvio que la noesis hasta se ha colado (con otras denominaciones) en el pragmático mundo empresarial. De hecho, hace ya mucho que se ha impuesto en las empresas el aprendizaje de habilidades no técnicas, como son la capacidad de liderazgo, la capacidad para trabajar en equipo, la cooperación, las actitudes positivas hacia las personas, las diferencias entre actitudes conscientes o inconscientes, etc.

El concepto oriental del *ba*, por ejemplo, ha sido recuperado por Nonaka *et al.* (1998), para introducirlo en las modernas técnicas de creación y gestión del conocimiento. Daniel Goleman, el famoso autor de la “Inteligencia emocional”, definida como “la capacidad para reconocer sentimientos en sí mismos y en otros”, opina que para triunfar en la empresa ya no sólo hace falta el talento o el conocimiento clásico

(los memes), sino también la sensación de que lo que se está haciendo tiene un valor; y para concederle un valor, primero “hay que saber qué es lo que se está haciendo” (Goleman, 2000), lo cual se corresponde plenamente con el acto noético consciente. En base a estos pequeños pasos, Marc Halévy (2005) opina que la humanidad está a las puertas de una auténtica revolución noética, cuyo nuevo capital será el talento, la creatividad, la imaginación, la intuición y la capacidad de transmitir ese conocimiento a través de una nueva educación.

Pero, el problema es que el mundo de la empresa está formado por adultos, no por niños, y cuando nos llega esta nueva forma de adquirir **capital humano** ya no somos capaces de asimilarlo. Recordemos que nuestro cerebro se va fosilizando poco a poco, debido a las ideas, experiencias o convicciones que vamos adquiriendo a lo largo de la vida. Entonces, leemos estos libros o hacemos estos cursos y nos gustan y hasta creemos entenderlos, pero a ciertas alturas (cuando ya estamos trabajando en una organización), nuestra mente, consagrada al reduccionista pensamiento cartesiano, es una coraza en la que rebotan las dagas del conocimiento holístico.

A lo sumo, podemos aprender temporalmente alguna técnica en forma de meme, pero ya carecemos de la flexibilidad neuronal necesaria (que sí tiene un niño) para cambiar nuestros hábitos, nuestros esquemas mentales y nuestras condicionadas ideas; y, por supuesto, carecemos de la voluntad para emprender el esfuerzo extra que requiere el nuevo aprendizaje.

Desgraciadamente, la noosfera de la empresa (el mundo mental formado por el conjunto de los trabajadores) no es el mejor hábitat para estos nuevos inquilinos (los noemes), a los que habría que adaptarse desde la época escolar, como siempre ha sido. La auténtica y moderna gestión del conocimiento aplicada a la empresa será la captación y conservación de talentos con auténtico conocimiento integral, es decir, aquellos que se han instruido en el arte de la noesis.

#### 7.6.4. Los mecanismos de la evolución

La auténtica evolución biológica **progresiva** (la que produce los grandes hitos evolutivos) siempre surge por revolución, como proponen unos pocos evolucionistas, entre los que me cuento, y no por la evolución gradual y al azar de la selección natural, como proponen la mayoría de los actuales neo-darwinistas, como los ya citados Richard Dawkins o Susan Blackmore. La selección natural produce diversificación, variaciones del mismo objeto original, especialización gradual, y no pocas veces dependencia extrema y extinción.

La célula superior con núcleo (la célula **eucariota** de todos los seres superiores, el hito más importante en la evolución biológica) no surgió por evolución gradual,

sino por una auténtica revolución o salto, provocado por la fusión o simbiosis de dos células inferiores o bacterianas (Margulis y Sagan, 2003).

Del mismo modo, el primer ser pluricelular no surgió por evolución gradual, sino por salto o revolución: duplicación de la célula original. Los grandes hitos evolutivos han surgido por poliploidía o multiplicación brusca de su dotación genética anterior, y la historia evolutiva no ha sido otra cosa que una historia de aumento de complejidad (o de información) a través de un escasísimo número de hitos acaecidos en medio de un mar de extinciones y diversidad.

En el estudio crítico del evolucionismo moderno (en el que ya se habla hasta de herencia de genomas adquiridos), se aprecia con claridad meridiana que la evolución de la complejidad proviene de la emergencia de las partes, revelando así el gran error de la teoría sintética de la evolución de los neo-darwinistas y ultra-darwinistas (Doménech, 1999).

Lo mismo ocurre con los memes: en la historia cultural de la humanidad existen variaciones infinitas de un mismo meme, y, por otro lado, grandes saltos o grandes inventos que nada tenían que ver con lo precedente. Cuando uno de estos últimos memes, inéditos y realmente original, entra en escena, suele aparecer por medio de un acto noético (un sueño lúcido, una intuición, una revelación inesperada), y luego se propaga por replicación, como cualquier otro meme. Esa transmisión sigue exactamente las mismas leyes de la selección natural: el meme, como cualquier órgano o especie, primero progresa hasta su máximo desarrollo, después se propaga y se divide, se estabiliza o diversifica en múltiples ramas y finalmente se extingue. Obviamente, algunos memes son más exitosos que otros y perduran más en su medio ambiente (la noosfera).

Como en la evolución genética, primero hay una innovación que, si es una auténtica innovación, nada tiene que ver con la selección natural, y luego, ya entra en juego ésta para, según sus leyes, diversificar dicho meme, adaptarlo al ambiente y propagarlo. Cualquier palabra, costumbre, lenguaje, teoría, creencia o idea queda sometida a las leyes de la competencia, egoísmo, adaptación, especialización o diversificación, separándose en múltiples ramas o variantes en una estructura arborescente donde muchas ramas prosperarán y otras muchas sucumbirán. Los numerosos idiomas y lenguas del mundo no son más que el fruto de dicho proceso evolutivo.

Los neo-darwinistas, y sobre todo los ultra-darwinistas, es decir, los que han equiparado las leyes de la herencia memética a las de la herencia genética, se mantendrán en el error mientras no comprendan que la selección natural es únicamente una parte de la compleja maquinaria que rige los destinos de la evolución biológica. La parte principal de la evolución, la que produce progreso genético o memético, no tiene nada que ver con la selección natural sino que pertenece al mundo de los sistemas complejos y a las leyes de la emergencia.

Los objetos resultantes de la evolución por selección natural equivalen a la suma de las partes, e incluso, como ya dijimos, a la resta de las mismas (véase el caso extremo de los parásitos, con su degeneración de órganos, apéndices y sistemas), mientras que las emergencias progresivas nunca equivalen a la suma de las partes, sino que es mucho más que la suma de éstas (por ejemplo, la aparición del pensamiento reflexivo humano no fue un mero elemento más, añadido al resto de caracteres previos, sino que produjo un ser totalmente nuevo y diferente a todas las especies existentes: fue una de las principales emergencias o hitos acaecidos en la evolución).

Así pues, debemos tener absolutamente claro que la futura evolución cultural del hombre nunca va a llegar por selección natural, ni por evolución mecánica, ni por evolución pasiva. Solo puede llegar por revolución y evolución dirigida (o lamarckiana, en términos evolucionistas). Es preciso crear las condiciones para que se produzca la nueva emergencia que le falta al ser humano para salir de su estancamiento.

Solamente si el ser humano se propone cambiar las tendencias de su evolución, se podrá progresar y aquí se han expuesto algunas ideas para aspirar a tal objetivo a través de adecuados planes educativos.

### 7.6.5. El aprendizaje consciente

La mente, en su estado natural, siempre está pensando, desconociéndose el mecanismo fisiológico de tal comportamiento. Podemos decir que la mente en su estado “relajado” piensa mecánicamente.

Susan Blackmore (2000) mantiene que tal comportamiento es antinatural, pues el hecho de pensar requiere una energía que le sitúa en desventaja biológica sobre el hecho de no pensar. En tal estado, los memes almacenados afloran constantemente sin control, saltando de uno a otro, en esa conocida “chachara mental”. Todos hemos experimentado cómo un mismo meme nos asalta una y otra vez sin tregua (inquietudes o preocupaciones), pudiendo llegar a convertirse en patológico en situaciones límite (obsesiones, fobias, psicopatías).

La falta de control sobre los memes es más que evidente si lo analizamos con detalle, y la psicología avanzaría mucho si asumiera que este funcionamiento pertenece a un estado evolutivo incompleto o deficiente, o bien a una mala adaptación de las funciones reflexivas adquiridas por el original *Homo sapiens*. Salir de ese estado no es cosa de la selección natural sino de la evolución cultural, motivo por el cual hemos sugerido, en anteriores trabajos, que el ser humano se encuentra en franco peligro de retroceso (Doménech, 1999).

Debemos comprender, por lo tanto, qué significa aplicar el “acto consciente”, al que nos hemos venido refiriendo, sin el cual no es posible evolucionar de forma voluntaria y dirigida. Lo explicaremos en forma de práctica:

1. Cerremos los ojos, pongamos la mente en blanco y hagámonos conscientes de nuestro cuerpo (tensiones, movimientos), de nuestra mente (pensamientos, preocupaciones) y de nuestras emociones (frío, calor, miedo, ansiedad, soledad). En ese estado, dispongámonos a analizar la mente y preguntémosnos: ¿en qué estaba pensando antes de tomar el control?, ¿por qué lo hacía?, ¿era necesario pensar eso?, ¿qué interés tenía en ello?, ¿está ese pensamiento o meme intentando tomar el control de nuevo?, ¿noto que volverá a tomar el control en cuanto abandone el timón?
2. Sin perder el control del cuerpo, hagámonos conscientes de nuestra actividad (qué estoy haciendo, por qué lo hago, qué me ha llevado a hacer lo que estoy haciendo, qué objeto tiene hacer esto).
3. Sin perder el control de los dos aspectos anteriores, hagámonos conscientes de nuestro entorno (dónde estoy, qué sitio es este, qué me ha llevado a este lugar, por qué estoy aquí).
4. En ese estado de control, intentar capturar cualquier pensamiento que nos venga a la mente (cualquier estructura psíquica almacenada que pugna por tomar el control de la mente); o la siguiente emoción; o el siguiente movimiento... También podemos provocar la “llegada” de algún meme almacenado en nuestra mente, para así poder analizarlo.

Pues bien, si hemos logrado esto (en un acto similar al de la meditación de los orientales), habremos dado el primer paso para comenzar nuestra evolución individual. Posiblemente habremos conseguido nuestro primer “acto consciente”. Todos los actos anteriores eran actos inconscientes, aunque nuestra educación lógico-formal, racional, mediatizada y condicionada nos haya hecho pensar que eran controlados y conscientes. Si, además, hubiéramos conseguido comprender lo observado en profundidad (en una especie de shock mental), comprobaríamos que tal conocimiento no radica en la memoria (al igual que el instinto de supervivencia no radica en las neuronas, sino en los genes), sino que es un conocimiento, desde ahora permanente, que radica en el conjunto del ser y en sus funciones conscientes: habríamos tenido nuestro primer noeme.

La consciencia habrá conseguido imponerse sobre los memes egoístas, mecánicos y adquiridos. Habremos comprobado que una función de orden superior se ha impuesto sobre las rutinarias funciones del hemisferio cerebral izquierdo. Habremos comprobado que podemos ser capaces de controlar los memes, analizarlos,

juzgarlos, criticarlos, diseccionarlos y manejarlos a nuestro antojo (si nos interesan) o rechazarlos (si no nos interesan). Habremos comprobado también lo difícil que es mantener ese estado, por falta de práctica. Pero, habremos comprobado el inmenso poder del mismo, aunque haya sido por un breve instante. A algunos individuos, ciertos memes (ciertas ideologías, deseos, pensamientos u obsesiones) pueden llevarles incluso a matar a otras personas; con esta simple práctica podrían comprobar cuán inútiles y perjudiciales son dichos memes-parásitos y cuan fácil puede resultar rechazarlos.

El psiquiatra Vallejo-Nájera (1996) dice que “muchas veces es necesario acudir a un experto, un psiquiatra o psicólogo para que nos ayuden a interpretar qué nos sucede (...) otras personas tienen gran dificultad para analizar o interpretar sus sentimientos”. Es decir, fallamos en la primera lección, pues ¿quién no ha pasado por situaciones semejantes alguna que otra vez?; no sabemos qué nos pasa por puro desconocimiento de lo más elemental, que es el funcionamiento de uno mismo.

Pero, hasta la citada Susan Blackmore, neo-darwinista y defensora a ultranza de los memes como gobernantes del cerebro humano, remata su obra, “La máquina de los memes”, con conclusiones que ofrecen la solución del problema: “Un método para hacerlo (conocerse a sí mismo) es concentrarse en el momento presente a todas horas, liberándonos de cualquier pensamiento que pudiera impedirnoslo”. Añade: “Otra técnica consiste en prestar atención a todo, a partes iguales (...) se constata así que la atención siempre está manipulada por el exterior y nunca controlada por uno mismo (...) se observa que la mayoría de nuestros pensamientos no emergen de ningún sitio concreto; se trata de los memes en su empeño por apoderarse de los recursos del cerebro que procesan la información, con el fin de propagarse”.

Esta autora dedica 355 páginas a los memes y apenas una a la noesis, la cual descubre sin nombrarla y sin apenas darse cuenta de que es la solución al acoso de los memes, causantes de nuestra grandeza y de nuestra decadencia: “El hecho de prestar atención a todas las cosas por igual, impide que los memes relacionados con el yo acaparen la atención; el hecho de aprender a estar totalmente presentes en el momento actual hace cesar toda especulación sobre el pasado y el futuro del mítico **yo** (...) El estado es parecido al de despertar de un estado de confusión o de un sueño memético”.

## **7.7. Conclusiones: propuestas para la evolución sostenible**

Vamos a presentar las conclusiones de este capítulo, y de todo el libro, en tres apartados que representan los tres aspectos principales a considerar para llegar a una

auténtica gestión del conocimiento y para progresar más allá del desarrollo sostenible: 1) ¿qué es lo que tendríamos que hacer?; 2) ¿cómo hacerlo?; y 3) ¿quién tiene que hacerlo?

### 7.7.1. Revolución educativa o formación integral

La primera etapa evolutiva fue la evolución genética o biológica, la cual nos ha dejado los instintos, como conocimiento primario. La segunda fue la evolución cultural, la cual nos ha dejado los memes. La tercera debe ser la evolución de la consciencia, la cual debe otorgarnos el pensamiento crítico, autónomo, independiente, creativo, atento y observador; es la única que puede permitirnos explorar el terreno de los noemes.

El paso de los memes a los noemes es absolutamente necesario, pues con los primeros hemos provocado una gran deuda ambiental, o huella ecológica, para con los países más desfavorecidos; también, una enorme deuda en empleo y otros recursos básicos, o huella social; y, cómo no, una gran deuda en conocimiento, o huella cultural. No parece pues que debamos sentirnos orgullosos con este tipo de inteligencia alcanzado, fundamentado en los memes.

Parece claro, pues, que hay que abordar una nueva etapa evolutiva basada en la educación integral. Esta necesaria revolución educativa debe dejar atrás el aspecto meramente económico del desarrollo (que es insostenible), para añadir, y en la misma proporción, los tres aspectos que le faltan: el ambiental, el social y el cultural (incluyendo en este último el conocimiento del ser, en el sentido que hemos explicado). Una eficaz educación integral debería abordar, por igual, las siguientes materias:

- a. **El aspecto económico de la educación:** es obvio que debemos trabajar y ganarnos la vida, así como progresar y avanzar en ciencia y tecnología. Por eso, el desarrollo profesional constituye un pilar fundamental de nuestra educación. Lo que ya no parece tan obvio, a tenor de los resultados obtenidos, es que el 95% de la educación escolar y el 100% de la universitaria se encuentre enfocada únicamente a tal objetivo. ¿Cuáles son los resultados obtenidos?: una sociedad global que ha conseguido grandes logros, por supuesto, como es el llevar a gente de vacaciones a la Luna, pero también grandes fracasos, como es anteponer la conquista planetaria a la propia conquista de la Tierra: como ya hemos repetido varias veces, más de 1 000 millones de personas viven con menos de un dólar al día; las 500 familias más ricas del mundo poseen más dinero que 2 500 millones de personas; la quinta parte de la humanidad está desempleada o subempleada; uno de cada cinco niños del planeta no termina la educación primaria.

- b. El **aspecto ambiental de la educación**: de nada nos ha servido tanto conocimiento profesional, tecnológico, consumista y desarrollista, cuando no hemos ni sabido conservar nuestro planeta, ni los recursos naturales que nos permitieron alcanzar tal conocimiento: hoy en día, nadie sabe si el cambio climático en marcha es reversible o irreversible. Por mucho que hagamos, que es muy poco, es posible que ya no podamos o sepamos recuperar el equilibrio del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. La química nos ha dado grandes satisfacciones, pero también ha sembrado el planeta de productos tóxicos y cancerígenos que conviven con nosotros y que tampoco sabemos cómo eliminar.

Y lo peor de todo es que nunca aprendemos, ya que nuestra ceguera educativa no nos deja vislumbrar que hemos empezado a hacer lo mismo con los genes. Confundidos (por esa falta de criterio) por un sector de la ciencia al servicio del capital, no somos capaces de percibir que el estado de la ciencia actual no nos permite aún manipular los genes. Excusas como paliar el hambre en el mundo con alimentos transgénicos es una falacia de tal calibre que asusta pensar que pueda calar en la sociedad: el hambre se combate de mil otras maneras, que bien conocen los gobernantes, antes que por la manipulación de los genes, que tan sólo persigue esclavizar aún más a los agricultores.

Merece la pena detenernos un poco en el siguiente ejemplo. Los científicos están comenzando a explorar el enigmático mundo de los “pseudogenes”, o genes que otrora tuvieron una determinada función, anulada posteriormente por alguna mutación. Aparecen entre el llamado “ADN basura”, como si fueran fósiles escondidos entre las capas de los genes funcionales, y se sabe, ahora, que pueden volver a la vida con otra mutación inversa a aquella que anuló su función en el pasado. Mientras que sólo el 2% (unos 21 000 genes) de todo nuestro genoma es funcional, el 98% pertenece a esa “basura” entre la que ya se han encontrado 19 000 pseudogenes. Es decir, casi tantos como los genes “oficiales” que dan forma a nuestros ojos, manos, piernas, riñones, hígado o corazón. Y se sabe ya que el número de pseudogenes conocidos superará con creces, y en muy poco tiempo, el número de genes funcionales (Gerstein *et al.*, 2006).

Los pseudogenes, una vez incorporados a la “chatarra” genómica, escapan de las leyes de la selección natural, por lo que los científicos no se explican cómo se mantienen en el genoma con el paso del tiempo, a no ser que todavía mantengan funciones desconocidas e indetectables. A pesar de tal desconocimiento, muchos científicos persisten en ignorar esta “materia oscura” del genoma sin importarles las consecuencias. Todos los genes están conectados, coadaptados e interrelacionados en el sistema conocido más complejo que existe (el cuerpo humano); los pseudogenes no sólo pueden resucitar

sino que podrían estar funcionando ya, como reguladores de los genes funcionales conocidos (activándolos o reprimiéndolos).

Cualquier manipulación genética puede actuar como detonante de cambios genómicos con consecuencias desconocidas (como las nuevas y sofisticadas enfermedades que, de cuando en cuando, aparecen como por arte de magia). Con lo poco que aún sabemos, únicamente los irresponsables y los necios pueden aprobar tales prácticas y ello solamente es posible cuando los ciudadanos somos incapaces de frenarlo. La contaminación genética va a ser decenas de veces más destructiva que la química.

- c. **El aspecto social de la educación:** de nada serviría que llegemos a descubrir la teleportación, por ejemplo (sería maravilloso para viajar en un mundo con tantas prisas y con tantos atascos), o que consigamos librarnos de los conservantes, de los colorantes y de los transgénicos, si no somos capaces de desarrollar normas básicas de convivencia (la primera de las cuales debería ser el reparto del empleo global). Todos proclamaremos que sabemos convivir perfectamente con el vecino, pero eso sólo es cierto cuando las cosas van bien y aquel no nos molesta demasiado. Basta cualquier tipo de inseguridad para que nuestros instintos más básicos afloren por todos los poros de la piel.

El ciudadano norteamericano, por ejemplo, tiene miedo al terrorismo y vota a cualquiera que le diga que le va a defender a capa y espada, al precio que sea. El ciudadano europeo tiene miedo al inmigrante y ya brotan por doquier grupos racistas y xenófobos que no quieren que la riqueza de su país se reparta entre todos: “que trabajen en su país”, o “que no vengan a quitarnos el empleo”, son memes muy fecundos que se transmiten a una velocidad de vértigo entre los ciudadanos de Europa. El ciudadano asiático tiene miedo de los cruzados de poniente y se arma para defenderse ante la siempre inminente invasión. Todos tenemos miedo de todos y para defendernos confiamos en el primer meme al que podamos aferrarnos. El fruto de esta falta de visión holística o global, sólo será más división, más injusticia, más egoísmo, más terrorismo, más violencia, más inseguridad y más miedo. Por cierto, el ciudadano africano tiene tan poco, que no tiene ni miedo.

- d. **El aspecto cultural de la educación:** finalmente, nunca podremos comprender la importancia global de lo económico, lo ambiental y lo social, si no somos capaces de *aprender* a aprender. Debemos aprender a rechazar, a descartar, a enjuiciar o a criticar los miles de memes que circulan, como virus replicantes, por la sociedad global para terminar instalándose en nuestras neuronas. Los tres aspectos anteriores son nimios comparados con “La Cultura”, con mayúscula, que no es otra cosa que aprender a vivir. Sólo la cultura integral nos hace realmente libres, incondicionados e independientes de los

poderes mediáticos que nos rodean. Los memes que amargan nuestras vidas, se combaten con la ciencia de la noesis, que es la única que nos permite hacernos más conscientes de nuestros actos, pensamientos y emociones.

### 7.7.2. Planificando la evolución sostenible

Sabemos que la evolución sostenible global, o su sinónimo, la educación integral, tiene mucho de utopía en una sociedad estancada que ni siquiera sabemos si es recuperable.

Pero, no por ello debemos renunciar a intentar propagar los memes de la utopía e insistir en que tal evolución aún es posible. Por eso, mostramos una tabla que, en otra versión, ya publicamos anteriormente, en la que se describían los pasos que proponíamos para ello (Doménech, 1997). Diez años después, seguimos en el intento y volvemos a reproducirla con algunas modificaciones más acordes a los tiempos (véase la tabla 7.6).

Esta tabla y esta propuesta constituyen, en cierto modo, el resumen de este libro.

Hay que destacar que un paso fundamental en la planificación de la evolución sostenible sería hacer evolucionar el tercer sector, o sector de las ONG, hacia una especie de federación mundial de organizaciones no gubernamentales para el desarrollo. Estas poseen un capital humano y social inestimable del que merece la pena extraer todo su valor (Doménech, 1997). Esta nueva organización del voluntariado pasaría, repetimos una vez más, por la integración, de modo que se evite la importante duplicación de esfuerzos que ocurre con frecuencia: no resulta extraño que varias ONG “se encuentren” en un mismo territorio en desarrollo, ignorando una lo que hace la otra.

Tal integración no tiene por qué estar reñida con la individualidad e identidad de cada asociación, sino que, todo lo contrario, remarcaría ésta en función de su papel especializado dentro del conjunto.

La primera de las acciones concretas (el primer proyecto clave de socio-eficiencia) sería el desarrollo de una gran base de datos global donde quedarían reflejadas todas las acciones de desarrollo emprendidas. En la nueva “Era de la Información” de la que presumimos, tal base de datos de proyectos, de territorios, de personas o de medios, debería estar accesible (incluso en tiempo real), para cualquier ciudadano que desee informarse o participar en la cooperación al desarrollo.

Por lo tanto, una eficaz planificación global del desarrollo debe pasar inevitablemente por la gestión integrada del territorio y los Sistemas de Información Geográfica (GIS), de modo que se aprovechen todas las sinergias y se pueda extraer

Tabla 7.6. Propuesta para un plan global de desarrollo sostenible<sup>(1)</sup>

Etapa	Desarrollo ambiental	Desarrollo socio-económico	Desarrollo cultural
I	Medir el CO <sub>2</sub> (huella ecológica)	Medir el n.º de empleos (huella social)	Medir el n.º de becas (huella cultural)
II	Planificar el cambio climático (estudio de eco-eficiencia) (capital natural)	Planificar el empleo (estudio de socio-eficiencia) (capital social) <sup>(2)</sup>	Planificar la educación (estudio de noo-eficiencia) (capital humano) <sup>(3)</sup>
III	Reducir el CO <sub>2</sub> – proyectos de eco-eficiencia – proyectos MDL <sup>(4)</sup> – proyectos de RSC <sup>(5)</sup>	Reducir el paro – proyectos de socio-eficiencia – proyectos MDL – proyectos de RSC	Reducir la incultura – proyectos de noo-eficiencia – proyectos MDL – proyectos de RSC

<sup>(1)</sup> Herramienta y fases que pueden ser aplicadas a cualquier nivel: una empresa u organización, una ciudad, una región, un país. Y por los tres sectores: el público, el privado y el voluntariado.

<sup>(2)</sup> Socio-eficiencia: estudio realizado por una organización para invertir con eficacia en **capital social**, a través de la creación de empleo. La “empresa socio-capitalista” (Doménech, 2006a) o el “negocio social” de Muhammad Yunus, creador del Banco Grameen y del sistema de microcréditos (Yunus, 1998), son algunos ejemplos. Ambas proponen que las empresas inviertan en nuevas empresas sociales, con recuperación o no del capital invertido, pero con renuncia expresa a la obtención de dividendos. La creación de “empresas de economía social” (cooperativas y alianzas de cooperativas) es otro clásico ejemplo de buena inversión en capital social. El primer proyecto de socio-eficiencia debería ser la organización de la integración de las ONG para el desarrollo, y la ordenación del territorio global a desarrollar en un gran Sistema de Información Geográfica (GIS).

<sup>(3)</sup> Noo-eficiencia: estudio realizado por una organización para invertir con eficacia en **capital humano** a través de la financiación de becas de estudio. El programa Universia, del Banco Santander, o los programas de creación de escuelas en países en vías de desarrollo por parte de muchas ONG o fundaciones, marcan los primeros pasos en tal sentido.

<sup>(4)</sup> MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio): herramienta derivada del Protocolo de Kioto, que permite a los países industrializados, comprometidos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, invertir en proyectos limpios o “verdes” en países en vías de desarrollo. Brinda la fascinante oportunidad de compatibilizar las aspiraciones del capital con la cooperación al desarrollo. Es la primera vez que la inversión en países pobres puede ser un factor de competitividad para las empresas de los países ricos.

<sup>(5)</sup> RSC (Responsabilidad Social Corporativa): concepto que hace referencia al conjunto de compromisos que las organizaciones adoptan voluntariamente para alcanzar una sociedad mejor. Vemos que tanto la RSC como los MDL se pueden abordar en todos los aspectos del desarrollo sostenible. Consideramos que ambas herramientas pueden ser inestimables para el desarrollo global. Repetimos que nunca se ha presentado una oportunidad mejor (propiciada por la actual coyuntura ambiental y social) para incorporar la cooperación al desarrollo, en el mundo de la empresa y del capital.

todo el potencial del espacio, de los medios, de los recursos naturales y de las personas. De este modo, las empresas y los inversores privados podrían invertir, con conocimiento de causa, en aquellos proyectos sociales y de desarrollo que estimen más eficaces.

### 7.7.3. Propuesta final a los educadores

Con este capítulo hemos concluido con las tres huellas o “debes” para un nuevo desarrollo. Tan sólo resta sugerir a todos los educadores responsables (académicos

o no), que se instruyan en la noesis y que la transmitan por la noosfera en la modesta aportación de cada uno.

Quiero hacer hincapié en que no comparto el meme tan socorrido de que “la culpa de todos los males es de los políticos”. Los políticos son un sector de la población, y carecerán de la “educación integral” si la sociedad, de la que salen, carece de educación integral. Sin educación integral, el resultado, insisto, serán sociedades sin “conocimiento”, que acabarán imponiendo su democracia, y sus pretendidos valores, a cañonazos. El mismo Platón, que tanto hemos citado, nos advirtió, hace ya más de dos mil años, de que la democracia no es, ni mucho menos, la panacea de la convivencia social. Es mejor, por supuesto, que otros sistemas, como las dictaduras, pero debemos ser conscientes de que es mejorable y de que “ya toca” hacerla evolucionar.

El mismo filósofo nos dio pistas de hacia dónde se debe caminar: hacia una especie de “aristocracia del saber”, en palabras de la época, en la que tan sólo los sabios, los más capaces, los más preparados, personas de conducta intachable y reconocida (“filósofos”, en sus palabras) tendrían la potestad de gobernar. El pueblo votaría a estos filósofos y los escogidos elegirían de entre ellos al gobernante. El derecho al voto de cada ciudadano quedaría garantizado, pues sólo de ellos dependería la elección de dicha élite social. Si hay médicos, hay arquitectos, albañiles, zapateros o carpinteros, ¿por qué no habría de haber gobernantes, con ciertas cualidades mínimas y con toda una vida dedicada al estudio de tal disciplina?

En la época de Platón apenas había historia escrita; ahora sí: hemos dejado tras nosotros una larga historia de fracasos y sufrimientos, y hemos constatado que nadie en sus cabales y con visión propia contempla como mínimamente aceptable la actual situación mundial, la cual demuestra que, como poco, no hemos acertado. Conformarse con “lo que hay” es un meme que únicamente a unos pocos les interesa mantener a costa de la mayoría.

Hay, por supuesto, caminos intermedios, como la **democracia participativa**, que vimos en el Capítulo 1 (Fernández, 2004), pero son sólo parches necesarios, y lo cierto es que hay mucho camino por delante para que una sociedad próspera pueda llegar a regirse por el conocimiento integral.

Pero no conviene dormirse, pues hay que darse prisa. Ya hemos visto que existen muy pocos caminos para la evolución biológica progresiva, menos aún para la evolución cultural y apenas ninguno para la última etapa que nos falta por recorrer: la **evolución sostenible**.

A

Anexo A

**Hoja de cálculo de la  
huella ecológica de Chile**



Calculation of the Chilean's average Ecological Footprint (1993 data)

population of Chile: 13.822.000 in 1993  
14.622.354 in 1997

LAND AND SEA AREA ACCOUNTING (biotic resources):

CATEGORIES units if not specified	Yield [kg/ha] (global average)	ref.-yield	Production [t]	ref.-prod.	Import [1 000 \$]	Import [t]	ref.-imp.	Export [1 000 \$]	Export [t]	ref.-exp.	Consumption [t]	Footprint component [ha/cap]
<b>FOODS</b>												
• meat. Yield for animal products from pasture (expressed in average units)	74	3:212#98, 3:228#105, 3:215#99, 3:3#11	642 000	3:210#97	516 735	38 640	1:176#0	2 365 860	14 410	1:180#0	666 230	
– bovine, goat, mutton and buffalo meat	33		241 000	3:198#92, 3:202#94, 3:204#95	73 987	35 017	4:30-34#13	5 084	3 497	4:30-34#13, #14	272 520	0,601 pasture
– non-bovine, non-goat, non-mutton, non-buffalo			401 000	calc.		3 623	calc.		10 913	calc.	393 710	(already in cereals)
• dairy			1 650 000			60 900			19 694		1 691 206	0,244 pasture
– milk	502		1 650 000	3:216#99	50 503		4:61#27,28	12 525	16 854	4:61#27,28		
– cheese	50				6 626	2 891	4:77#33	927	269	4:77#33		
– butter	50				5 277	3 199	4:74#32	44	15	4:74#32		
• marine fish	29				consumption from WRI, 1996:310 in [kg/cap]						31 <sup>2</sup>	1,067 sea
• cereals	2 744	3:65#15	2 643 000	3:65#15	154 646	956 821	1:176#04	67 481	196 747	1:180#04-est of subcategories	3 403 074	0,090 arable land
– wheat					84 950	525 600	4:91#39	540	1 300	4:91#39		
– cereal preparations								13 095	38 454	4:111#48		
• animal feed	2 744				46 512	142 864	1:176#081	386 810	762 102	1:180#081	-619 238	-0,016 arable land
• veg & fruit	18 000		5 446 000	3:124#49	56 956	216 061	1:176#05-est 057	1 042 191	1 689 139	1:180#05-est 054,057	3 972 921	0,016 arable land
– veg etc								125 082	183 351	1:180#054		
– fresh fruit					38 265	145 157	1:176#057	734 699	1 210 146	1:180#057		
• roots and tubers	12 607	3:86#25	933 000	3:87#25				194	278	4:112#49	932 722	0,005 arable land
• pulses	852	3:97#31	94 000	3:97#31	2 733	5 497	4:115#50	25 188	47 583	4:115#50	51 914	0,004 arable land
• coffee & tea	566	3:171			28 659	23 238	4:175#78-0711 +0741 <sup>3</sup>	974	218	4:175#78-0711 +0741	23 020	0,003 arable land
• cocoa	454	3:173#79			ref of apparent cocoa consumption. 2:162,169							0,000 arable land
• sugar	4 893	3:153-156#67, 68,69	451 000	3:157#69	5 410	1 853	4:152#68		10	4:152#68	452 843	0,007 arable land
• oil seed (incl. soya)	1 856	3:106,111, 112,114	36 000	3:106-121#40, #41,#43,#46	3 910	5 170	4:213-227#99, #100,#102,#103, #104,#107	1 657	978	4:213-227#100, #102,#104, #107	40 192	0,002 arable land

<sup>1</sup> The average "animal product" productivity is calculated by dividing all animal products grown on pastures by the total pasture area of the world. To add up the various animal products, they are weighed according to their conversion efficiencies. The ratio of kilojoules (or kJ) input to kJ output for beef, goat and sheep is 16; for milk it is 5. (For pork, chicken and eggs, it is between 5 and 6; however, these products are not considered in this line as they are not pasture raised, but grow on feedstock from arable land). The average conversion ratio of average animal product we estimated to be 7,1.

We calculate average productivity by multiplying all beef, mutton and goat products (including hides and 3 times the wool as its conversion efficiency is 3 times lower than beef) by 1/6,7,1 to convert it into average animal product. Milk is multiplied by 5/7,1. Milk, in addition, is divided by 4,78 as one kJ of milk is 4,78 times heavier than one meat kilojoule.

<sup>2</sup> The amount of marine fish consumption is calculated by multiplying the per capita fish consumption by the waste factor (1,6) and subtracting freshwater catch and aquaculture production.

The waste factor between catch and consumption is calculated by dividing total global fish harvest (82 772,1 + 15 930,9 + 14 581,1) · 1 000 tonnes by the total human fish consumption (12,8 kg · 5 544 000 000 people). This gives 1,5964 or approx. 1,6.

<sup>3</sup> Tea is counted half as it has double the productivity of coffee.

CATEGORIES units if not specified	Yield (kg/ha) (global average)	ref.-yield	Production [t]	ref.-prod.	Import (1 000 \$)	Import [t]	ref.-imp.	Export (1 000 \$)	Export [t]	ref.-exp.	Consumption [t]	Footprint component [ha/cap]
TIMBER (in roundwood equivalent, m <sup>3</sup> ):	1,99 <sup>4</sup>		27 680 842			352 916		11 936 000			16 097 758	0,585 forest
• roundwood [m <sup>3</sup> /ha, m <sup>3</sup> factors	waste		32 241 000	5:02	4 000		5:06	5 435 000		5:11	26 810 000	
• fire wood [m <sup>3</sup> , calculated from its weight]	0,53 <sup>5</sup> for RWE (round wood equivalent in m <sup>3</sup> )		9 627 000	5:20	1 000		5:22			5:26	9 628 000	33% of consumption fire wood
• sawnwood [m <sup>3</sup> ]	3,00 for RWE (round wood equivalent in m <sup>3</sup> )		3 113 000	5:109	6 000		5:111#248	820 000		5:117	2 299 000	45% of consumption sawn wood
• wood-based panels [m <sup>3</sup> ]	4,50 for RWE (round wood equivalent in m <sup>3</sup> )		613 000	5:146	19 000		5:148#634	200 000		5:154#634	432 000	13% of consumption panels
• wood pulp [t]	1,98 for RWE (round wood equivalent in m <sup>3</sup> )		1 867 000	5:223	3 000		5:225#251	1 480 000		5:229#251	390 000	4% of consumption mines
• paper and paperboard [t]	1,35 for RWE (round wood equivalent in m <sup>3</sup> )		572 000	5:285	177 000		5:287#641	156 000		5:293#641	593 000	5% of consumption paper
Wood-check					21 469 828 22 249 842						15 317 218	should be same as L27
												should be same as L27 consumption (5:103)

<sup>4</sup> Consulted studies include: FAO, 1995, *State of the World's Forests*; FAO, 1981, *Tropical Forest Assessment Project* (one each for Asia, Africa and the Americas); "allowable cut" figures from the Canadian Council of Forest Ministers (also used for the forest of the Russian Federation). As a result, the maximum sustainable timber production of the 3,44 billion hectares of global forests amounts to roughly 5 billion m<sup>3</sup>, or approximately 1,48 m<sup>3</sup>/ha/yr – probably an overestimate of the true sustainable potential.

<sup>5</sup> The waste factor of 0,5 is based on assumption that productivity for fire wood is twice that for round wood.

CATEGORIES units if not specified	Yield (kg/ha) (global average)	ref.-yield	Production [t]	ref.-prod.	Import (1 000 \$)	Import [t]	ref.-imp.	Export (1 000 \$)	Export [t]	ref.-exp.	Consumption [t]	Footprint component [ha/cap]
OTHER CROPS												
• tobacco	1 548	3:176#82	20 000	3:176#82	3 589	828	4:211#98	13 463	3 109	4:211#98	17 719	0,001 arable land
• cotton	1 000	IIED p64					ref of apparent cotton consumption, 2:247,255				27 977	0,002 arable land
• jute	1 500	gov. of Vietnam					ref of apparent jute consumption, 2:263,267				271	0,000 arable land
• rubber	1 000	gov. of Vietnam					ref of apparent rubber consumption, 2:231,234				10 184	0,001 arable land
• wool	15	Wackernagel et al., 1993:67 <sup>6</sup>					ref of apparent wool consumption, 2:280,287				15 029	0,072 pasture
• hide	74	like bovine meat					ref of apparent hide consumption, 2:227,228				30 533	0,030 pasture

<sup>6</sup> Mathis Wackernagel, Bill Rees, Jonette McIntosh and Bob Woodlall, 1993, *How Big Is Your Ecological Footprint?* Draft Handbook, UBC, Vancouver.

ENERGY BALANCE:		Energy type	[GJ/yr/cap]	[GJ/yr/cap] for 1992	Footprint component in [ha/cap]
glob. aver.	Specific energy/ footprint				
55 <sup>7</sup>	[GJ/ha/yr] coal	coal consumption:	9	calc.	0,1634 fossil energy land for coal
71 <sup>8</sup>	[GJ/ha/yr] liquid fossil fuel	liquid fossil fuel consumption:	18	calc.	6# 14:172
93 <sup>9</sup>	[GJ/ha/yr] fossil gas	fossil gas consumption:	8	calc.	0,2498 fossil energy land for liquid fuel
		total fossil fuel consumption:	34	calc. & WRI 1996:287	0,0829 fossil energy land for fossil gas
71 <sup>10</sup>	[GJ/ha/yr] nuclear energy (thermal)	nuclear energy consumption (thermal):	0	WRI 1996:285	0,0000 fossil energy land for nuclear energy
71	[GJ/ha/yr] assumed to be fossil energy	energy embodied in net imported goods:	3	calc.	0,0410 fossil energy land for embodied energy in net imp. goods
1 000 <sup>11</sup>	[GJ/ha/yr] hydro-electric energy	hydro-electricity consumption:	5	WRI 1996:285	0,0046 built-up area for hydro power
91 <sup>12</sup>	[GJ/ha/yr] wood-fibre based energy	bioenergy (fuelwood) consumption:	6	WRI 1996:287	‡ <sup>13</sup> forest area

7 The factor describes the specific carbon intensity of coal.

8 Earlier we assumed that an average hectare of forest in the world could absorb 1,8 [t] of C per year. However, considering the forest productivity, this seems too high an absorption rate. Here the calculation:  
 Typical timber density: timber volume [m<sup>3</sup>] to timber weight [tonne] = 0.52 (Mortland 1988:39)  
 Oven dry wood [kg] to heat [MJ] = 20 (Bernard 1984:247)  
 Oven dry biomass [kg] to carbon [kg] = 0.45  
 (calculated from Table 2 in Schroeder, 1992:35)  
 With an average timber productivity of 1,5 [m<sup>3</sup>/ha/yr] worldwide, we can roughly estimate the corresponding C uptake if we assume that the trunk represents about a third of the stored C. Hence, the total biomass volume is 3 · 1,5 = 4,5 [m<sup>3</sup>] or 4,5 · 0.52 = 2,3 [t] dry biomass. This corresponds to 4,5 · 0.52 · 0.45 = [t] of carbon being absorbed, or 1,05 [t/ha/yr]. This means rather than 100 [GJ/ha/yr], we should now calculate with 100 / 1,8 · 1,05 = 60 [GJ/ha/yr].

9 The factor describes the carbon intensity of fossil gas as compared to liquid fuel.

10 Nuclear energy (thermal) is assumed to have the same footprint as fossil energy. There are two arguments:  
 a) rough calculations suggest that the lost ecological bio-production due to the Chernobyl accident compared to the total nuclear power produced since the 1970s leads to nuclear per [MJ] footprints larger than those of fossil fuel.  
 b) as nuclear energy is economically not even competitive with fossil fuel, it will most likely be replaced in the short run with fossil energy.  
 Therefore, using the fossil energy conversion as a proxy seems reasonable, and not an exaggeration of the true footprint.

11 This is an international average. For more precise studies, it should be analyzed in more detail.

12 Each hectare of forest can produce 1,99 m<sup>3</sup> of roundwood, or 1 / 0,53 more fire wood (waste factor for fire wood is 0,53). We assume a wood density of 600 kg per m<sup>3</sup>. Also, we assume that the forest can produce double the amount of biomass per unit of time since forests for biofuels are left in a highly productive (= immature) state. The energy content of wood is 20 MJ/kg.

13 This area is already included in the timber and other biotic resources accounting.

ENERGY CONSUMPTION	Fossil energy	Fossil fuel generated electricity	Hydroelectricity
Industry and construction:	176 973 720	16 247 240	37 215 737
• iron and steel industry	24 610 400	856 800	1 962 576
• chemical industry	37 370 200	428 400	981 288
• other industry & const.	114 993 120	14 962 040	34 271 873
Transport:	1 59 018 200	275 400	630 828
• road	118 297 120	104 040	238 313
• rail	1 867 576	171 360	392 515
• air	14 347 000		
• inland & coastal waterways	24 510 000		
Households & other cons.:	79 167 000	6 715 000	15 381 300
• households	22 411 400	3 304 800	7 569 936
• agriculture	872 960	220 320	504 662
• other consumers	55 881 640	3 189 880	7 306 702
	<b>415 158 920</b>	<b>23 237 640</b>	<b>53 227 865</b>

CATEGORIES units if not specified	Energy intensity (GJ/l) embodied energy	Import [1 000 \$]	Import [t]	ref.-imp.	Export [1 000 \$]	Export [t]	ref.-exp.	Embodied energy in net Import [t]
Beverages	10							
- alcoholic beverages					153 432	114 083	1:180#1	-1,14
Crude materials		243 113			131 273	97 607	1:180#112	
- wood shaped				1:176#2	2 244 753		1:180#2	
- pulp & waste paper	5				192 180	439 600	1:180#248	
- mineral	2	27 800	92,6 667 <sup>14</sup>	1:176#27-est	468 894	1 399 147	1:180#251	-7,00
- metal ores	2				65 104	474 409	1:180#27-est 271	0,68
- iron and steel					1 112 798	6 747 555	1:180#28-est 281,287	-10,12
(Fuel & minerals)					953 120	718 234	1:180#287	
(- crude petroleum)								
(- petroleum products refin.)								
Chemicals		1 173 821		1:176#5	359 821		1:180#5	-27,86
- chem. organics	40	176 279	115 670	1:176#51-est 512,513,514,515	71 778	812 087	1:180#51-est 512	
- org-inorg compound		40 478	6 662	1:176#515				
- dyes, staining, colour	20	107 611	19 518	1:176#53-est 531,533				0,39
- pigments, paints		48 798	16 108	1:176#533				
- medicinal, phorm product	20	117 881	3 389	1:176#541				0,07
- plastic materials	50	278 067	246 420	1:176#58-est 582,583				12,32
- rubber manufactures		1 721 491		1:176#6	3 163 876		1:181#6	
- paper, paperboard	35	147 502	29 297	1:176#62-est 628,625	48 565	13 397	1:181#62-est 625	0,56
- textile	35	192 546	205 264	1:177#64-est 641,642	141 451	298 745	1:181#64-est 641	-3,27
- iron and steel	20	406 745	71 189	1:177#65-est 651,652,653	67 860		1:181#65	1,42
- metal manufacture	30	355 783	989 406	1:177#67-est 672,673	51 459	107 779	1:181#67-est 671,672	26,45
- metal products	60	294 316	102 578	1:177#69-est 691,692	39 996		1:181#69	6,15
- power generating		4 567 807		1:177#7	246 989		1:181#7	
- intral combustion	140	256 111	20 104	1:177#71-est 713,716				0,85
- rotating electric plant	100	71 144	6 062	1:177#713				0,86
- machs for spd industries	100	115 093	8 557	1:177#716				6,75
- tractors non-road		722 839	67 547	1:177#72-est of subcategories				
- civil engineering equip		38 824	4 398	1:177#721				
- textile, leather		195 774	23 042	1:177#723				
- paper etc mill machinery		76 099	4 975	1:176#724				
- other machy. for spd Indus		46 787	3 367	1:177#725				
- metalworking machinery	100	242 558	20 290	1:177#728				1,17
- geart industrial	100	881 118	55 229	1:177#73-est 736,737				5,52
- heating, cooling		173 358	13 072	1:177#74-est of subcategories				
- pumps for liquids		66 933	3 750	1:178#742				
- pumps nix, centrifuges		152 200	12 013	1:178#743				
- nonelec machy		97 964	3 955	1:178#745				
- nonelec mach p/s, acc		200 174	10 519	1:178#749				
- telecomm, sound	140	474 291	16 480	1:178#76-est 761,762,763,764				2,31
- electric machinery	100	472 127	33 757	1:178#77-est 771,772,773,774	33 550		1:181#77	3,38
- road vehicles	140	1 269 262	147 243	1:178#78-est 781,782,783,784	132 767	9 636	1:181#78-est 781,784	19,26
- road vehicles		974 773		1:178#8	332 339		1:181#8	
Misc. manufactured goods		200 478	14 259	1:178#84-est 842,846	76 511		1:181#84	0,29
- clothing and accessories	100	156 624	3 412	1:178#87-est 872,874	153 705	38 538	1:181#89-est 892	0,34
- precision instruments		374 359	39 493	1:178#89-est 892	402 610		1:181#89	0,10
- misc manufactr	100	176 030		1:178#9				
Goods not classd by kind				1:179#931	155 926		1:181#931	0,00
- special transactions	5	174 346						

energy embodied in net import per capita: 2,9 [GJ/yr/cap]

SUMMARY									
DEMAND					DEMAND				
FOOTPRINT (per capita)					FOOTPRINT (per capita)				
Category	total [ha/cap]	equivalency factor <sup>15</sup> [-]	equivalent total <sup>16</sup> [ha/cap]	Category	yield factor	national area [ha/cap]	yield adjusted equiv. area [ha/cap]	global area (for 1993) [ha/cap]	yield adjusted area (for 1993) [ha/cap]
fossil energy	0,5	1,1	0,6	CO <sub>2</sub> absorption land		0,0	0,0	0,00	0,00
built-up area	0,0	2,8	0,1	built-up area	1,5 <sup>17</sup>	0,0 <sup>18</sup>	0,1	0,06	0,17
arable land	0,1	2,8	0,3	arable land	1,5 <sup>19</sup>	0,3	1,3	0,26	0,74
pasture	0,9	0,5	0,5	pasture	0,7 <sup>20</sup>	1,0	0,4	0,61	0,33
forest	0,6	1,1	0,7	forest	0,5 <sup>21</sup>	1,2	0,7	0,92	1,05
sea	1,1	0,2	0,2	sea	1,0 <sup>22</sup>	5,4	1,2	0,56	0,12
TOTAL used	3,3		2,4	TOTAL existing		7,9	3,6	2,4	2,4
				TOTAL available (minus 12% for biodiversity)			3,2		2,1

<sup>15</sup> This column shows the primary biomass equivalence factors. The ratio between them represents their relative capacity to produce biomass. In addition, they are scaled by a factor that keeps the per capita global capacity constant. A factor 3,2 means that this land category is 3,2 times more productive than world average (bio-productive) land.

<sup>16</sup> Adjusted for their difference in bioproductivity. See note on the left.

<sup>17</sup> The yield factor for built-up land, is the same as that for arable land, as most settlements are ubicated on land with prime agricultural potential.

<sup>18</sup> We assume 0,015 hectares per person built-up area. This is a Latinamerican average.

<sup>19</sup> The yield factor for arable land is calculated by dividing the local per hecter cereals yield by the global per hecter cereals yield.

<sup>20</sup> The yield factor for pasture is calculated by summing up total animal production on pastures (converted into "average animal products") and divide it by local pasture area. Then this is compared to the average productivity worldwide. UN statistics only give numbers for permanent pasture. In countries where much of the pasture is not permanent, the real pasture surface is estimated by adding to the permanent pasture those areas from arable land not used for growing crops.

<sup>21</sup> The yield factor for forests is taken from the FAO, 1995, *State of the World's Forests*, where available (mainly European countries). For other countries it is estimated from other FAO data and IPCC data (1997).

<sup>22</sup> The yield factor for the sea is 1. This is based on the assumption that all sea space in the Economic Exclusive Zones is equally productive.

OTHER INDICATORS  
(average land with world average productivity in [ha/capita])  
2,2 footprint on the land  
2,2 available land-based capacity within the country  
  
0,8 Chile's national ecological remainder  
132% Chile's capacity as percentage of its footprint  
  
-0,4 Chile's global deficit (for 1993)  
118% Chile's per capita footprint compared to the global per capita bio-capacity (for 1993)

TABLE 1: Consumption - land-use matrix for the average Chilean in hectares

	Fossil energy	built-up area	arable land	pasture	forest	sea	Total
Food	0,05		0,31	0,46	0,11 <sup>23</sup>	0,23	1,16
• vegetarian	?		0,31				0,31
• animal products	?			0,46		0,23	0,69
Housing and furniture	0,04 <sup>24</sup>	0,05			0,49 <sup>25</sup>		0,59
Transport	0,27 <sup>26</sup>	0,02			0,03		0,32
• road	0,20 <sup>27</sup>						0,20
• rail	0,00						0,00
• air	0,02						0,02
• coastal and waterways	0,04						0,04
Goods	0,25	0,01	0,02	0,06	0,03	0,00	0,37
• paper production	0,02				0,03		0,06
• clothes (non-synthetic)	0,00		0,01	0,06			0,07
• tobacco				0,00			0,00
• others	0,23		0,00				0,23
<b>Total</b>	<b>0,61</b>	<b>0,09</b>	<b>0,33</b>	<b>0,51</b>	<b>0,67</b>	<b>0,23</b>	<b>2,44</b>

OTHER INDICATORS (in ha/capita with world average productivity):

- 2,22 footprint on the land
- 2,46 existing land within country
- 3,21 available capacity within country
- 0,08 national ecological remainder

<sup>23</sup> Assumption that half of the firewood (32% of total wood consumption) is used for cooking.

<sup>24</sup> As we do not know the fuel composition, we take the liquid fossil fuel energy-to land ratio of 71 GJ/ha/yr.

<sup>25</sup> Assumption that half of the firewood (48% of total wood consumption) is used for heating.

<sup>26</sup> As we do not know the fuel composition, we take the liquid fossil fuel energy-to land ratio of 71 GJ/ha/yr.

The factor 1,45 indicates that the total energy cost of transportation for producing the car and bus fleet and paving the roads is 45 percent above the energy spent on fuels. The figure of 45 percent is taken from Canadian estimates.

<sup>27</sup> As we do not know the fuel composition, we take the liquid fossil fuel energy-to land ratio of 71 GJ/ha/yr.

The factor 1,45 indicates that the total energy cost of transportation for producing the car and bus fleet and paving the roads is 45 percent above the energy spent on fuels. The figure of 45 percent is taken from Canadian estimates.

**TABLE 2: Consumption - land-use matrix for the average citizen of Santiago de Chile in hectares**

Population of the Santiago Metropolitan Area: 4 756 663 in 1992

	Fossil energy	built-up area	arable land	pasture	forest	sea	Total
Food <sup>28</sup>	0,25 <sup>29</sup>		0,35 <sup>30</sup>	0,47		0,24	1,30
• vegetarian	?		0,32				0,32
• animal products	?			0,47		0,243	0,71
• water <sup>31</sup>			0,03 <sup>32</sup>				
Housing and furniture	0,24 <sup>33</sup>	0,05			0,11 <sup>34</sup>		0,39
Transport <sup>35</sup>	0,35	0,01 <sup>36</sup>			0,03		0,39
• road	0,26						0,26
• rail	0,00						0,00
• air	0,03						0,03
• coastal and waterways	0,05						0,05
Goods <sup>37</sup>	0,30	0,02	0,02	0,07	0,08		0,50
• paper production	0,25 <sup>38</sup>				0,08 <sup>39</sup>		0,33
• clothes (non-synthetic)	0,00		0,02	0,07			0,08
• tobacco			0,00				0,00
• others	0,06		0,00				0,06
<b>Total</b>	<b>1,14</b>	<b>0,08</b>	<b>0,37</b>	<b>0,54</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>2,59</b>

OTHER INDICATORS (in ha/capita with world average productivity)

- 2,35 footprint on the land
- 0,17 existing land within the watershed
- 0,15 available capacity within watershed
- -2,20 national ecological deficit on the land

<sup>28</sup> For all food we assume that consumption is proportional to the purchasing power. Purchasing power in Santiago is 30 percent higher than in average Chile (41,5 % which is Santiago's share of the GNP, divided by 32% which is Santiago's population share). As food prices in the country side are about 85 percent of the prices in Santiago de Chile, the food consumption is in addition multiplied by 85 percent.

<sup>29</sup> We include a yearly amount of cooking energy corresponding to the one used by the average Chilean in fuel wood for preparing their food (assumed to be half of the fire wood used). The footprint for fire wood energy is converted into the equivalent footprint for liquid fossil fuel.

<sup>30</sup> The factor of 0,85 refers to the increased cost of food in Santiago de Chile as compared to the national average.

<sup>31</sup> All municipal water use is subsumed in this category.

<sup>32</sup> The World Resources Institute (1996) reports that 130 000 hectares of agricultural land have become unusable for food production due to waste water contamination (danger of colera). This is therefore assumed to be the footprint of the waste water. Footprint for water collection and distribution is not yet included.

<sup>33</sup> Assumed to be the same as for the average Chilean as a large part of the increased housing costs in the city may be due to higher land prices. Cement and brick buildings have about the same embodied energy as wooden constructions of the same standard.

We include a yearly amount of heating energy corresponding to the one used by the average Chilean in fuel wood for heating their houses. The footprint for fire wood energy is converted into the equivalent footprint for liquid fossil fuel.

<sup>34</sup> Assumption that only panels are used (for furniture) as houses in Santiago de Chile are built out of bricks and concrete and only 1 m<sup>3</sup> wood (to last for a household of four for 40 years).

<sup>35</sup> Santiago's national transport share is assumed to be 45 percent (percentage of motorized vehicles).

<sup>36</sup> Assumption that occupied road outside of Santiago for bringing goods to the city is equal in size to the road space within Santiago. (Multiplication with factor 2).

<sup>37</sup> As Santiago's share of the national GNP is 41,5 percent (while its population share is only 35,6 percent), this factor is used to estimate the consumption of goods.

<sup>38</sup> In Santiago 140 gr of paper are thrown out daily in the municipal waste. This may represent 50 percent of the local paper consumption. In Chile 118 g of paper are used per person and day.

<sup>39</sup> Paper consumption is calculated from local waste which is 0,14 kg/day or 0,14 · 365 kg/year. As a large part of the paper never enters the waste stream (used in ovens as many houses use firewood, stored as books, etc.) we assume that the paper in the waste corresponds only to half the consumption and multiply hence with the factor 2. To calculate the corresponding forest use, this local paper consumption is compared to the national one.

**TABLE 3: Distribution of the ecological footprints of Santiago de Chile's citizens**

	lowest 10%	lowest 20%	second quintile	third quintile	fourth quintile	highest 20%	highest 10%
consumption compared to national average [-]	0,14	0,175	0,33	0,545	0,905	3,05	4,61
ecological footprint [ha/cap]	0,4	0,5	0,9	1,4	2,3	7,9	11,9



# B

## Anexo B

# Calcula tu huella ecológica

### Calcula y reduce tu huella ecológica

El siguiente test permite conocer su huella ecológica, es decir, qué superficie de tierras necesita para vivir, teniendo en cuenta su actual nivel de vida. Sea sincero y escoja una única opción de cada pregunta, sume los puntos que va obteniendo y comprobará si sus hábitos son ambientalmente sostenibles o no.

---

#### Alimentación

---

1. ¿Consumes alimentos frescos producidos en tu región?
  - Sí, siempre que puedo ..... 2
  - No me importa comprar productos envasados y que hayan sido producidos en regiones lejanas ..... 10
2. ¿Consumes habitualmente productos derivados de animales (huevos, carne, leche, etc.)?
  - Nunca, soy vegetariano ..... 50
  - Algunas veces a la semana consumo carne.  bien, soy vegetariano ovo-lácteo (consumo huevos y leche) ..... 130
  - Sí ..... 150

---

#### Transporte

---

3. ¿Qué transporte utiliza para ir al trabajo o al centro educativo?
    - Voy siempre a pie o en bicicleta ..... 3
    - Utilizo transporte público (bus, metro o tren) ..... 5
    - Voy en coche ..... 70
-

4. Cuando va de vacaciones...	
• Suelo hacer al menos un viaje largo por año (fuera de España) en avión . . .	85
• Tomo el avión sólo de vez en cuando . . . . .	20
• Nunca tomo el avión . . . . .	10
<b>Electricidad</b>	
5. ¿En su casa hay algún sistema de producción de energía renovable?	
• No, la energía que usamos es de la red . . . . .	45
• Sí, la electricidad es de origen renovable . . . . .	5
6. ¿Utiliza bombillas de bajo consumo?	
• No . . . . .	15
• Sí . . . . .	5
7. ¿Tiene aparatos eléctricos funcionando inútilmente?	
• Sí, a veces tengo la luz o la televisión encendida, aunque no haya nadie . . .	15
• No, nunca . . . . .	5
<b>Calefacción</b>	
8. ¿Está su casa bien aislada del frío?	
• No, suele entrar frío aunque la ventana esté cerrada . . . . .	45
• Sí, los cristales son dobles y siempre tenemos las ventanas cerradas . . . .	15
9. ¿Usa la calefacción más de lo necesario?	
• Sí, a veces hace bastante calor. Prefiero mantener la casa caliente y abrigarme menos . . . . .	10
• No, prefiero abrigarme más y ahorrar calefacción siempre que pueda . . .	5
<b>Residuos</b>	
10. ¿Toma alguna medida para reducir o reutilizar los residuos?	
• No . . . . .	30
• Sí, muchas veces guardo el papel para utilizarlo por la otra cara, o bien, reutilizo utensilios de cristal, etc. . . . .	10

---

11. ¿Utiliza los contenedores de recogida selectiva?

- No ..... 70
- Sí, pero sólo algunas veces ..... 65
- Sí, separo el plástico, el metal, el papel y el cristal ..... 55
- Sí, y además separo la fracción orgánica para hacer *compost* ..... 50

---

**Agua**

---

12. ¿Se ducha o se baña?

- Me baño cada día ..... 15
- Me baño una o dos veces a la semana ..... 15
- Me ducho cada día ..... 5

---

Puntuación final .....

---

Fuente: Gobierno Foral de Navarra (Anónimo, 2002c).

<b>Resultados</b>	
Menos de 200	Vive de forma sostenible. Si todo el mundo consumiera como usted, podríamos vivir dentro de la capacidad de carga del planeta.
De 200 a 400	Si todo el mundo consumiera como usted, necesitaríamos dos planetas como el nuestro para vivir. Aún así, su huella ecológica es parecida a la de la Comunidad autónoma de Navarra e inferior a la media europea.
Más de 400	Si todo el mundo consumiera como usted, necesitaríamos tres planetas como el nuestro para mantener a toda la población. Su huella ecológica es superior a la media europea.



C

Anexo C

**Hoja de cálculo de la  
huella ecológica corporativa**



# Cálculo de la huella ecológica corporativa<sup>1</sup>

Empresa: **Empresa de ejemplo**

Sugerencias<sup>2</sup>: [jdomenech@puertogijon.es](mailto:jdomenech@puertogijon.es)

Introducir sólo las casillas sombreadas

Año: **2004** – Introducción de datos: **junio 2005**

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>8</sup>						HUELLA TOTAL	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup>
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>9</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]	mar [ha · fe]		
<b>1. ENERGÍA</b>																
<b>1.1. Electricidad<sup>12</sup></b>																
• Térmica (carbón)	[kWh]	3 699 246,0	13236 751,7	143 069,6	150,0120	44 390,95		1655	17919,0						919,0	
• Térmica (combustibles líquidos)	[kWh]	0,0	0,0	180,0	0,0120	0,00		1971	0,0						0,0	
• Térmica de gas (ciclo combinado) <sup>20</sup>	[kWh]	172 184,0	11 019,8	2134,4	0,0120	2 066,21		2293	25,3						25,3	
• Nuclear	[kWh]	410 977,0	26 302,5		0,0036	1 479,52		2371	23,7						23,7	
• Hidráulica <sup>24</sup>	[kWh]	247 855,0	15 862,7	0,0	280,0036	892,28		2615 000			270,032				0,0	
• Mini-hidráulica <sup>28</sup>	[kWh]	0,0	0,0	0,0	0,0036	0,00		29200		0,000					0,0	
• Eólica	[kWh]	0,0	0,0	0,0	0,0036	0,00		3060 000			310,000				0,0	
• Fotovoltaica	[kWh]	0,0	0,0	0,0	0,0036	0,00		321 500			330,000				0,0	
• Solar térmica	[kWh]	0,0	0,0	0,0	0,0036	0,00		340 000			350,000				0,0	
Subtotal 1.1		4 530 262,0	289 936,8	3 104,0		48 828,96			968,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	968,1	0,0
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )									5 040,3						5 040,3	
<b>1.2. Combustibles</b>																
• Carbón	[euros]		0,0	360,0	14,5	0,00		55	0,0						0,0	
• Leña	[euros]		0,0	0,0	5	0,00	372,25	3845	39						0,0	
• Biomasa de madera	[euros]		0,0	0,0	5	0,00	404,51	4190			0,0				0,0	
• Biomasa (no madera)	[euros]		0,0	420,0	433	0,00	445,49								0,0	
• Gas ciudad	[m <sup>3</sup> ]	6 955,0	4510 742,0	465,8	470,0373	259,13		93	3,2						3,2	
• Gasolina 95	[l]	16 791,0	4812 849,2	4913,4	5043,75	587,69		71	9,4						9,4	
• Gasoil A	[l]	16 312,0	11 695,7	13,0	43,75	570,92		71	9,2						9,2	
• Gasoil B <sup>51</sup>	[l]	23 254,0	8 118,0	18,6	43,75	813,89		71	13,1						13,1	
• Gasoil C <sup>52</sup>	[l]	45 850,7	17 984,7	36,7	43,75	1 604,77		71	25,7						25,7	
• Fuel oil	[l]	0,0	530,0	0,0	43,75	0,00		71	0,0						0,0	
• Biodiésel 100% <sup>54</sup>	[l]	0,0	550,0	0,0	5618,54	0,00	571,48	71	0,0	58					0,0	
• Taxi	[euros]		0,0	590,0	43,75	0,00		71	0,0						0,0	
• Tren	[euros]		0,0	600,0	43,75	0,00		71	0,0						0,0	
• Avión	[euros]		104 603,9	6198,8	43,75	4 321,39		71	69,3						69,3	
Subtotal 1.2			165 993,5	186,3		8 157,79			129,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	129,9	0,0
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )									676,1						676,1	

(continúa)

# Cálculo de la huella ecológica corporativa <sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias <sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

364

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual				Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>9</sup>						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup> [ha · fe · fr] <sup>11</sup>	
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>8</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]			mar [ha · fe]
1.3. Materiales <sup>62</sup>	(sin IVA)															
• Materias primas (mineral en general) <sup>63</sup>	[euros]		0,0	0,0	1,5	0,00		6471	0,0							0,0
• Cemento <sup>65</sup>	[euros]		0,0	660,0	673,3	0,00		71	0,0							0,0
• Manufacturas del cemento, yeso, piedra y similares <sup>68</sup>	[euros]		0,0	0,0	5	0,00		71	0,0							0,0
• Derivados del vidrio, porcelana y cerámicos (ladrillos...) <sup>69</sup>	[euros]		0,0	0,0	20	0,00		71	0,0							0,0
• Productos derivados del plástico <sup>70</sup>	[euros]		0,0	0,0	7143,75	0,00		71	0,0							0,0
• Material textil sintético semi-elaborado <sup>72</sup>	[euros]		0,0	0,0	7343,75	0,00		71	0,0							0,0
• Vestuario y textil sintético confeccionado <sup>74</sup>	[euros]		34 063,9	3,7	50	186,65		71	3,0							3,0
• Abonos <sup>75</sup>	[euros]		0,0	0,0	50	0,00		71	0,0							0,0
• Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc. <sup>76</sup>	[euros]		0,0	0,0	43,75	0,00		71	0,0							0,0
• Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas, etc. <sup>77</sup>	[euros]		0,0	0,0	7835	0,00		71	0,0							0,0
• Productos básicos del hierro y acero y otros metales <sup>79</sup>	[euros]		0,0	0,0	30	0,00		71	0,0							0,0
• Aluminio y derivados básicos <sup>80</sup>	[euros]		0,0	0,0	8190	0,00		71	0,0							0,0
• Manufacturas del aluminio <sup>82</sup>	[euros]		0,0	0,0	300	0,00		71	0,0							0,0
• Manufacturas del hierro, acero y otros. Mobiliario metálico <sup>83</sup>	[euros]		25 134,7	7,9	84100	785,35		71	12,6							12,6
• Miscelanea de productos manufacturados <sup>85</sup>	[euros]		367 999,8	45,4	100	4 541,12		71	72,8							72,8
• Maquinaria industrial y grandes equipamientos <sup>86</sup>	[euros]		2 556 948,6	377,7	100	37 766,13		71	605,7							605,7
• Aparatos eléctricos, telecom., sonido, máquinas oficina <sup>87</sup>	[euros]		320 495,8	8825,8	140	3 609,74		71	57,9							57,9
• Vehículos automóviles terrestres y tractores (y sus partes) <sup>89</sup>	[euros]		16 971,2	3,0	140	414,84		71	6,7							6,7
• Vehículos y material para vías férreas <sup>90</sup>	[euros]		25 649,5	2,6	140	363,40		71	5,8							5,8
• Barcos y demás artefactos flotantes <sup>91</sup>	[euros]		25 771,7	4,8	140	669,29		71	10,7							10,7
• Joyería, oro, piedras preciosas <sup>92</sup>	[euros]		0,0	0,0	150	0,00		71	0,0							0,0
• Productos farmacéuticos <sup>93</sup>	[euros]		0,0	0,0	94200	0,00		71	0,0							0,0
• Productos fotográficos y cinematográficos <sup>95</sup>	[euros]		0,0	0,0	600	0,00		71	0,0							0,0
Subtotal 1.3			3 373 035,2	470,8		48 336,53			775,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		775,2
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )									4 036,2			0,0				4 036,2

(continúa)

## Cálculo de la huella ecológica corporativa <sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias <sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual				Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>9</sup>						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup> [ha · fe · fr] <sup>11</sup>	
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>8</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]			mar [ha · fe]
<b>1.4. Materiales de construcción (matriz de obras)<sup>96</sup></b>																
• Energía	[euros]		910 396,4	<sup>97</sup> 1 015,8	43,75	44 440,55		71	712,7						712,7	
• Cemento <sup>98</sup>	[euros]		1 337 526,1	<sup>99</sup> 14 861,4	<sup>100</sup> 3,3	49 042,62		71	786,5						786,5	
• Productos siderúrgicos <sup>101</sup>	[euros]		1 003 790,2	1 656,5	30	49 693,64		71	797,0						797,0	
• Ligantes bituminosos <sup>102</sup>	[euros]		177 300,7	804,3	43,75	35 186,88		71	564,3						564,3	
• Material cerámico y refractario <sup>103</sup>	[euros]		96 094,8	290,1	20	5 801,05		71	93,0						93,0	
• Madera <sup>104</sup>	[euros]		65 702,7	135,9	5	679,69	<sup>105</sup> 1,19	71	10,9		129,6				140,5	
• Cobre <sup>106</sup>	[euros]		136 537,0	68,2	30	2 045,60		71	32,8						32,8	
Subtotal 1.4			3 727 348,0	18 832,1		186 890,04			2 997,3	0,0	0,0	129,6	0,0	0,0	3 127,0	0,0
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )									15 605,7			675,0			16 280,7	
<b>1.5. Servicios<sup>107</sup></b>																
• Servicios externos de oficina, asesorías, etc. <sup>108</sup>	[euros]		1 299 100,6	<sup>109</sup> 29,0	43,75	1 268,30		71	20,3						20,3	
• Servicios de hospedería, hoteles	[euros]		52 302,0	0,9	43,75	38,30		71	0,6						0,6	
• Teléfonos (total fijos y móviles)	[euros]		95 819,4	<sup>110</sup> 8,6	43,75	374,19		71	6,0						6,0	
• Servicios médicos	[euros]		14 707,4	<sup>111</sup> 1,0	43,75	43,08		71	0,7						0,7	
• Servicios culturales, sociales, ocio, cooperación, deportes	[euros]		267 783,2	<sup>112</sup> 23,9	43,75	1 045,74	1,19	71	16,8						16,8	
• Formación en el exterior de la empresa	[euros]		96 227,3	<sup>113</sup> 2,1	43,75	93,95		71	1,5						1,5	
• Servicios de mantenim., vigilancia, limpieza, etc. <sup>114</sup>	[euros]		1 008 771,6	<sup>115</sup> 135,1	43,75	5 909,12		71	94,8						94,8	
• Correo, paquetería, transporte	[euros]		65 219,6	<sup>116</sup> 14,6	43,75	636,73		71	10,2						10,2	
Subtotal 1.5			2 899 931,1	215,1		9 409,40			150,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,9	0,0
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )									785,7			0,0			785,7	

(continúa)

Cálculo de la huella ecológica corporativa<sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias<sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual				Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>9</sup>						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup> [ha · fe · fr] <sup>11</sup>
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>8</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]		
1.6. Desechos [t] <sup>117</sup>	(% recicl.) <sup>118</sup>														
• Residuos sólidos <sup>119</sup>															
– Papel y cartón [t]	50	120,00	4,0	<sup>120</sup> 30	120,00	<sup>121</sup> 1,01	71	<sup>122</sup> 1,4			2,7			4,1	
– Aluminio [t]	0	0,00	0,0	90	0,00		71	0,0						0,0	
– Metales magnéticos y chatarra [t]	0	2 850,00	95,0	30	2 850,00		71	45,7						45,7	
– Vidrio [t]	0	0,00	0,0	20	0,00		71	0,0						0,0	
– Plástico, oleosos, restos hidrocarburos [t]	0	153,13	3,5	43,75	153,13		71	2,5						2,5	
– Orgánicos (alimentos)	0	0,00	0,0	<sup>123</sup> 20	0,00		71	0,0						0,0	
– Residuos sólidos urbanos (R.S.U.) [t]	0	9 600,00	320,0	<sup>124</sup> 30	9 600,00		71	154,0						154,0	
– Escombros [t]	0	825,00	550,0	1,5	825,00		71	13,2						13,2	
– Residuos peligrosos <sup>125</sup> [t]														0,0	
• Vertidos en efluentes <sup>126</sup>															
– DQO <sup>127</sup> [t DQO/año]														0,0	
– DBO5 <sup>128</sup> [t DBO/año]														0,0	
– SST <sup>129</sup> [t SST/año]														0,0	
– GA <sup>130</sup> [t GA/año]														0,0	
– Metales pesados prioritarios [kg MP/año]														0,0	
– N total (NTK+NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> ) [mg/l N]														0,0	
– Fósforo total [mg/l P]														0,0	
– Hidrocarburos totales <sup>131</sup>														0,0	
– Detergentes														0,0	
– Fenoles														0,0	
– Compuestos orgánicos clorados														0,0	
• Emisiones <sup>132</sup>															
– Emisiones GEI <sup>133</sup> [t CO <sub>2</sub> -eq]														0,0	
– Emisiones DCO [t CFC11-eq]														0,0	
– Emisiones acidificantes [t SO <sub>x</sub> ]														0,0	
– Emisiones nitrificantes [t NO <sub>x</sub> ]														0,0	
– Emisiones COV-COP [t]														0,0	
– Emisiones PM10 [t]														0,0	
Subtotal 1.6			972,5		13 548,13			216,8	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	219,5	0,0
Subtotal (t CO <sub>2</sub> )								1 128,8			14,1			1 142,9	
SUBTOTAL 1			<sup>134</sup> 10 456 244,5	<sup>135</sup> 22 808,2		315 170,84		5 238,2	0,0	0,0	132,3	0,0	0,0	5 370,5	0,0
SUBTOTAL (t CO <sub>2</sub> )								27 272,9			689,1			21 961,9	

(continúa)

## Cálculo de la huella ecológica corporativa<sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias<sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>9</sup>						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup> [ha · fe · fr] <sup>11</sup>	
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>8</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]	mar [ha · fe]			
<b>2. USO DEL SUELO</b>																	
• Sobre tierra firme																	
– Zonas de cultivos	[ha]	0,1							136,0							0,0	0,3
– Zonas de pastos o jardines	[ha]	7,7								1370,0						0,0	4,1
– Zonas de arbolado	[ha]	3,3														0,0	11,3
– Construido, asfaltado, erosionado, etc.	[ha]	4,7														13,2	0,0
– Acuicultura	[ha]	0,0											13,2			0,0	140,0
• Sobre agua		0,0															
– Rellenos utilizados para cultivos	[ha]	0,0							0,0							0,0	141,0
– Rellenos utilizados para pastos o jardines	[ha]	0,0								0,0						0,0	0,0
– Rellenos utilizados para bosque o arbolado	[ha]	0,0										0,0				0,0	0,0
– Rellenos para construcción, pistas, etc.	[ha]	262,2														56,9	0,0
– Usos acuáticos (sin acuicultura)	[ha]	4 278,8														1420,0	1 169,3
– Acuicultura en mar	[ha]	0,0														1430,0	1440,0
<b>SUBTOTAL 2</b>		<b>4 550,7</b>							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>70,2</b>	<b>0,0</b>		<b>70,2</b>	<b>1 185,1</b>
<b>SUBTOTAL (t CO<sub>2</sub>)</b>									<b>0,0</b>							<b>0</b>	<b>58,8</b>

(continúa)

Cálculo de la huella ecológica corporativa<sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias<sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas <sup>9</sup>						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA <sup>10</sup> [ha · fe · fr] <sup>11</sup>
		en unidades de consumo [ud./año] <sup>3</sup>	en euros <sup>4</sup> sin IVA [euros/año]	en toneladas <sup>5</sup> [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año] <sup>6</sup>	natural <sup>7</sup> [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe] <sup>8</sup>	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]	mar [ha · fe]		
<b>3. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS</b>																
• Manufacturas del esparto, cestería <sup>145</sup>	[euros]		0,0	0,0	146,6	0,00	147,50	71	0,0	0,0					0,0	
• Material textil natural (primera elaboración) <sup>148</sup>	[euros]		0,0	0,0	5	0,00	1,25	71	0,0	0,0	149,0				0,0	
• Vestuario y textil confeccionado de algodón <sup>150</sup>	[euros]		9 732,6	3,0	151,0	29,70	152,00	71	0,5	8,4					8,9	
• Vestuario y textil confeccionado de lana <sup>153</sup>	[euros]		4 866,3	0,9	154,0	8,91	155,02	71	0,1		32,1				32,3	
• Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería <sup>156</sup>	[euros]		0,0	0,0	157,20	0,00	158,033	71	0,0		0,0				0,0	
• Comidas de empresa <sup>159</sup>	[euros]		217 994,3													
– Servicio de restaurante <sup>160</sup>	[euros]		108 997,2	161,97	43,75	425,65		71	6,8						6,8	
– Alimentos	[euros]		108 997,2													
– Carnes <sup>162</sup>	[euros]		16327 249,3													
– Pollo, aves	[euros]		6 812,3	4,4	80	352,61	164	71	5,7	165,5,9					21,5	
– Cerdo, embutidos	[euros]		6 812,3	4,4	80	352,61	166	71	5,7	167,27,2					32,9	
– Bovino, ovino, caprino (grano)	[euros]		6 812,3	4,4	80	352,61	168,033	71	5,7	169,72,5	170,50,6				128,8	
– Bovino, ovino, caprino (pastos)	[euros]		6 812,3	4,4	80	352,61	0,033	71	5,7		171,72,3				77,9	
– Pescados y mariscos <sup>172</sup>	[euros]		27 249,3	13,7	100	1 371,18	173,029	71	22,0					174,164,7	186,7	
– Cereales, harinas, pastas, arroz, pan <sup>175</sup>	[euros]		13 079,7	61,4	176,15	920,47	177,2264	71	14,8	76,5					91,2	
– Bebidas (zumos, vino, champán) <sup>178</sup>	[euros]		10 899,7	3,7	179,7	26,15	180,22,500	71	0,4	0,5					0,9	
– Legumbres, raíces y tubérculos <sup>181</sup>	[euros]		8 719,8	12,7	182,0	126,84	183,6,730	71	2,0	5,3					7,4	
– Azúcares, dulces, turroneos <sup>184</sup>	[euros]		6 539,8	4,6	185,15	69,08	186,4,893	71	1,1	2,7					3,8	
– Aceites y grasas <sup>187</sup>	[euros]		5 449,9	3,9	40	154,67	188,1,485	71	2,5	7,3					9,8	
– Lácteos <sup>189</sup>	[euros]		5 449,9	5,1	190,37	187,67	191,0,276	71	3,0		9,9				13,0	
– Cafés y té <sup>192</sup>	[euros]		4 359,9	2,4	75	178,11	193,0,566	71	2,9	11,8					14,7	
<b>SUBTOTAL 3</b>			<b>232 593,1</b>	<b>138,6</b>		<b>4 908,86</b>				<b>78,7</b>	<b>228,1</b>	<b>164,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>164,7</b>	<b>636,4</b>
<b>SUBTOTAL (t CO<sub>2</sub>)</b>										<b>409,9</b>			<b>0,0</b>		<b>409,9</b>	

(continuación)

# Cálculo de la huella ecológica corporativa <sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo

Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005

Sugerencias<sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

CATEGORÍAS	[Unidades]	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA TOTAL [ha · fe]	CONTRA-HUELLA [ha · fe · fr]	
		en unidades de consumo [ud./año]	en euros sin IVA [euros/año]	en toneladas [t/año]	intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año]	natural [t/ha/año]	energética [GJ/ha/año]	energía fósil [ha · fe]	tierra cultivable [ha · fe]	pastos [ha · fe]	bosque [ha · fe]	terreno construido [ha · fe]	mar [ha · fe]			
<b>4. RECURSOS FORESTALES</b>																	
• Productos básicos de madera <sup>194</sup>	[euros]		0,0	0,0	<sup>195</sup> 5	0,00	<sup>196</sup> 1,19	71	0,0			0,0				0,0	
• Mobiliario de madera y otras manufacturas <sup>197</sup>	[euros]		14 669,0	4,5	<sup>198</sup> 10	44,68	1,19	71	0,7			4,3				5,0	
• Papel, cartón y sus manufacturas <sup>199</sup>	[euros]		91 286,1	117,2	<sup>200</sup> 30	3 515,79	<sup>201</sup> 1,01	71	56,4			132,1				188,5	
• Productos editoriales, prensa e industria gráfica <sup>202</sup>	[euros]		69 580,2	28,1	<sup>203</sup> 35	985,08	1,01	71	15,8			31,7				47,5	
• Manufactura del caucho <sup>204</sup>	[euros]		0,0	0,0	<sup>205</sup> 35	0,00	<sup>206</sup> 1,00	71	0,0			0,0				0,0	
• Consumo de agua	[m <sup>3</sup> ]	217 196,0	<sup>207</sup> 86 878,4	217 196,0			<sup>208</sup> 1 500					164,9				164,9	
SUBTOTAL 4			262 413,7	<sup>209</sup> 149,8		4 545,56			72,9	0,0	0,0	333,0	0,0	0,0		405,9	0,0
SUBTOTAL (t CO <sub>2</sub> )									379,6			1 733,6				2 113,2	
<b>TOTALES</b>			10 951 251,3	<sup>210</sup> 23096,7		324 625,3			5 389,8	228,1	165,0	465,3	164,7			6483,0	1 185,1
• Total (t CO <sub>2</sub> )									28 062,3			2 422,7		0,0		30 485,0	58,8
• Huella ecológica neta (ha)																5 298,0	
• Huella ecológica neta (t CO <sub>2</sub> )																30 426,3	

Matriz de resultados, índices y ratios	
<b>Huella mundial</b>	
Espacio ambiental bruto en ha (ha/cap/año)	<sup>211</sup> 2,2
Espacio ambiental bruto en PIB (dólares/cap/año)	<sup>212</sup> 8 938,4
<b>Huella ecológica corporativa</b>	
Huella ecológica neta en hectáreas	5 298,0
Huella ecológica neta en t CO <sub>2</sub> emitidas	30 426,3
Huella ecológica neta en n.º personas	<sup>213</sup> 2 408,2
<b>Indicadores de ecoeficiencia</b>	
PIB corporativo <sup>214</sup> (euros)	27 716 315,0
PIB corporativo (dólares)	<sup>215</sup> 20 530 603,7
Cantidad de producto (toneladas mercancía movida)	20 060 466,0
Ratio PIB corporativo / huella neta (euros/ha)	5 231,5
Ratio toneladas mercancía / huella neta (t/ha)	3 786,4
Huella neta por tonelada de mercancía (m <sup>2</sup> /t)	2,64
<b>Huella social</b>	
Huella social bruta (n.º de rentas)	<sup>216</sup> 2 296,9
<b>Huella cultural</b>	
Huella cultural bruta (n.º de "becas")	<sup>217</sup> 2 296,9

Huella ecológica bruta (ha/año): 6 483,0  
 Huella ecológica neta (ha/año): 5 298,0  
 Emisiones netas (t CO<sub>2</sub>/año): 30 426,3

(continúa)

Cálculo de la huella ecológica corporativa<sup>1</sup>

Introducir sólo las casillas sombreadas

Empresa: Empresa de ejemplo  
Año: 2004 – Introducción de datos: junio 2005Sugerencias<sup>2</sup>: jdomenech@puertogijon.es

(continuación)

Matriz de obras (materiales de construcción) <sup>218</sup>										
Tipos de obras	Importe obra (euros sin IVA)	Importe sin Bº industr. ni gastos <sup>219</sup>	euros mano de obra (H)	euros energía (E)	euros cemento (C)	euros siderurgicos (S)	euros ligantes bituminosos (L)	euros cerámicos (Cr)	euros madera (M)	euros cobre (Cu)
Carreteras con pavimento de hormigón, canales y túneles gran sección <sup>220</sup>	71 015	57.522	221)23 009	17 595	3 384	12.181	1 353			
Pistas y caminos de hormigón <sup>222</sup>	0	0	0	0	0	0				
Firme, pistas y pavimentación base bituminosa <sup>223</sup>	710 139	575 212	196 249	128 577		74 439	175 947			
Zanjas, túneles peq.sección, pozos o gal.; obras fábrica <sup>224</sup>	327 997	265 677	106 271	50 010	56 261	43 759			9 377	
Mov. Tierras, rellenos, muelles, dragados (fondo blando y duro), escolleras sin armar <sup>225</sup>	361 276	292 633	106 725	185 908						
Grandes canales; presas de tierra y escollera <sup>226</sup>	43 684	35 384	11 240	8 742	4 995	10 407				
Obras gran volumen hormigón; diques, puentes <sup>227</sup>	3 689 331	2 988 358	984 400	386 729	1 125 029	492 200				
Obras metálicas; hormigón muy armado; ferrocarriles; torres metálicas <sup>228</sup>	464 802	376 490	128 449	39 864	35 434	172 742				
Edificios de fábrica u hormigón <sup>229</sup>	620 035	502 228	206 800	53 177	59 086	76 811		70 903	35 451	
Edificios estructura metálica o mixta con metal <sup>230</sup>	330 451	267 665	107 066	28 341	25 192	62 980		25 192	18 894	
Líneas eléctricas hasta 45 k; subestaciones o inst. aéreas <sup>231</sup>	103 913	84 169	27 726		4 951	21 785			1 980	27 726
Instalac. eléctricas subterráneas baja tensión <sup>232</sup>	202 826	164 289	46 387		23 194	17 395				77 312
Instalaciones de iluminación (pistas, balizas, etc.) <sup>233</sup>	100 162	81 132	19 090	11 454		19 090				31 498
Obras de jardinería y plantaciones <sup>234</sup>	0	0	0	0				0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>7 025 631</b>	<b>5 690 761</b>	<b>1 963 413</b>	<b>910 396</b>	<b>1 337 526</b>	<b>1 003 790</b>	<b>177 301</b>	<b>96 095</b>	<b>65 703</b>	<b>136 537</b>

	Factor equival. <sup>235</sup>	Factor rendimto. <sup>236</sup>
Energía fósil	1,138688	
Tierra cultivable	2,821875	1,00 <sup>237</sup>
Pastos	0,541097	1,00 <sup>238</sup>
Bosques	1,138688	3,00 <sup>239</sup>
Terreno construido	2,821875	1,00
Mar	0,217192	1,26 <sup>240</sup>

**Notas:**

- 1 Objetivo principal:
  - Balance de carbono cero!
  - Balance de hectáreas cero!
 (Texto detallado en la *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*).
- 2 Observaciones, sugerencias, propuestas de mejora, nuevos índices de conversión.
- 3 Las unidades de consumo pueden ser Kwh, litros, metros cúbicos, etc.
- 4 Para mejorar la conversión a euros, modificar las tarifas de electricidad, combustibles y agua al mes de diciembre del año a calcular.
- 5 ¿Cómo reducir huella?
  - Reducir la intensidad de los materiales: menos materiales por PIB (desmaterialización)
  - Eficiencia de los materiales: menos cantidad de materias primas por tonelada de producto obtenida.
  - Aumentar la intensidad del servicio (añadir maquinaria en vez de venderla; reparar siempre, nunca "usar y tirar").
 La disociación o desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de materiales está contemplada en la COM 2003/572 final, "Hacia una estrategia lemdática para el uso sostenible de los recursos naturales": estabilizar o disminuir el consumo de recursos (materia o energía) mientras que la economía sigue creciendo (disociación absoluta).
- 6 1 caloría = 4.1840 Julios  
1 vatio/hora = 3.600 Julios  
1 Mwh = 3,6 GJ.
- 7 La huella de los productos naturales se puede reducir tanto por la reducción de la eficiencia del espacio (ha/h), como por el incremento de la productividad (t/ha). Esto mejora de la productividad se consigue, en cuanto a recursos naturales, por medio de la agricultura, silvicultura o acuicultura ecológica y la pesca sostenible, y, en cuanto a los recursos fabricados o transformados, reduciendo las necesidades de fábricas, factorías, polígonos industriales, etc.
- 8 Cada material o elemento puede repartir su huella entre varios tipos de superficies. Por ejemplo, la huella del consumo de alimentos ("comidas de empresa") irá a: 1) hectáreas de tierra cultivable, ya que se consumen vegetales; 2) hectáreas de pastos, ya que se consume carne; 3) hectáreas de mar, ya que se consume pescado; 4) energía fósil, ya que se gasta energía en las labores agrícolas y agroalimentarias, y 3) terreno construido, ya que las compañías transformadoras de alimentos ocupan un espacio físico (este último aún no está incorporado a la metodología).
- 9 ha = hectáreas  
fe = factor de equivalencia.
- 10 Para eliminar la huella que no se puede reducir mediante ahorro de energía, materiales o suelo, o mediante la reducción de desechos, hay que incrementar el "haber ambiental" o "contra-huella":
  - Generación y venta de energía verde.
  - Generación y venta de biocombustibles.
  - Venta de materiales de desecho, reutilizables o reciclables.
  - Incremento de los espacios verdes de la empresa.
  - Incremento de la productividad de los espacios propios.
  - Invertir en espacios naturales o en sumideros de CO<sub>2</sub> ("capital natura").
  - Invertir en Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto.
- 11 ha = hectáreas  
fe = factor de equivalencia  
fr = factor de rendimiento.
- 12 Consultar con la compañía eléctrica suministradora los porcentajes de los fuentes de energía (térmica, hidráulica, eólica, etc.).
- 13 Precio del kwh, sin IVA, a finales de 2004: 0,064 euros/kWh (modificar periódicamente).
- 14 La producción de 1 kwh supone el consumo de 0,613 kg de antracita o hulla, o 1,48 de antracita. En las centrales térmicas se utilizan tres veces más de los primeros que de los segundos. La media es de 0,8298 kg de carbón/kwh (fuente: base de datos del Institut für Verefahners und Kalleitechnick).
- 15 Expresado, en este caso, en GJ/Kwh.  
1 Kwh equivale a 3,6 MJ o 0,0036 GJ [3,6 GJ/MWh].  
Cuando la electricidad es generada a partir de combustibles fósiles (eficiencia del 30%), la huella por unidad energética final consumida es unos 3 veces más grande que cuando se usan los combustibles fósiles directamente (fuente: Neres, 2003: La huella ecológica de Donostia-San Sebastián; Ayuntamiento de San Sebastián; tomado a su vez de Relea et al., 1998: *Aproximación de la huella ecológica de Barcelona*).
- 16 El factor describe la intensidad específica en carbono del carbón o huella del carbón.  
Cálculo según Wackernagel (hoja de cálculo de la huella ecológica de Italia: <http://www.iciei.org/CI/EI/ef-it-it.xls>; último acceso: marzo 2005).  
Inicialmente, Wackernagel y su equipo supusieron un factor de absorción de 1,8 C/ha/año. Luego, utilizaron mejores estimaciones del *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* para la productividad forestal, la absorción de carbono y los factores utilizando un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de solo 40 años, estimaron una media de absorción de carbono de 1,421 C/ha/año. El carbón tiene un factor de emisión de carbono de 26 t C/TJ, por lo que el ratio energía-tierra para este combustible sólido es de 55 GJ/ha/año (1,421/0,026 = 54,6).
- 17 El consumo dividido por la productividad nos da el número de hectáreas. En todos los casos, se multiplican esas hectáreas por el factor de equivalencia correspondiente al tipo de suelo productivo (véase tabla de equivalencias y explicación).
- 18 La producción de 1 kwh supone el consumo de 0,275 kg de fuel (fuente: base de datos del Institut für Verefahners und Kalleitechnick).

<sup>19</sup> Ratio energía-superficie para los combustibles líquidos fósiles, según Wackernagel (hoja de cálculo de la huella ecológica de Italia). Inicialmente, Wackernagel y su equipo supusieron un factor de absorción de 1,8 t C/ha/año. Luego, utilizaron mejores estimaciones del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para la productividad forestal, la absorción de carbono y los factores de emisión de carbono.

Utilizando un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de solo 40 años, estimaron una media de absorción de carbono de 1,42 t C/ha/año. Los combustibles líquidos tienen un factor de emisión de carbono de 20 t C/TJ, por lo que el ratio energía-tierra es de 71 GJ/ha/año (1,42 / 0,020 = 71).

En la hoja de cálculo de la huella de Chile (<http://www.ciel.org/CIEI/SANTIAGO.XLS>, último acceso: marzo 2005) ofrecen otro método de cálculo, con estimación propia de la absorción de CO<sub>2</sub> de los bosques:

- 1) Un ha de bosque produce 1,99 m<sup>3</sup> de madera (en ralla). Asumiendo que el tronco contiene solo una tercera parte de todo el carbono almacenado (1,99 / 3 = 5,97 m<sup>3</sup>/ha).
- 2) Densidad de la madera: 0,6 t/m<sup>3</sup> (5,97 / 0,6 = 3,58 t/ha biomasa seca).
- 3) 1 t de biomasa seca equivale a 0,45 t de carbono (3,58 / 0,45 = 1,61 C/ha/año) (liberación anual: 1,61 C o 5,87 t CO<sub>2</sub>/a).
- 4) 1 t de biomasa seca (o 0,45 t C) contiene 20 GJ de calor (1,6 / 20 / 0,45 = 71,1 GJ/ha/año).
- 5) Con otras estimaciones (la razón de 25 GJ/t de contenido energético), Wackernagel utilizó tasas más altas de producción de biomasa o absorción de carbono (1,8 t C/ha/año (1,8 / 25 / 0,45)), o más bajas (1,05 t C/ha/año), equivalente a 60 GJ/ha/año (1,05 / 25 / 0,45).

<sup>20</sup> La tecnología de ciclo combinado permite que, con la misma cantidad de combustible, la instalación genere hasta un 50% más de electricidad de la que se generaría con un sistema de energía convencional de ciclo único. Ciclo combinado: la electricidad se produce en dos ciclos: en el primero, los gases de la combustión mueven las turbinas que producen electricidad; en el segundo ciclo, se aprovecha el calor (que antes se perdía), utilizándose para calentar agua cuyos vapores mueven otras turbinas adicionales.

<sup>21</sup> La producción de 1 kWh supone el consumo de 0,241 m<sup>3</sup> de gas (fuente: base de datos del Institut für Vseofabrns und Koltetechnik).

Densidad del metano 0,828 kg/m<sup>3</sup>.

<sup>22</sup> Ratio energía-superficie del gas fósil, según Wackernagel (hoja de Italia).

(Nereo, 2001, utiliza un ratio de 96).

Lecturas: el factor describe la intensidad en carbono del gas fósil en comparación con el combustible fósil.

La huella del gas fósil es de 93 GJ/ha/año.

Un bosque medio en crecimiento puede absorber 93 GJ/ha/año.

Inicialmente, Wackernagel y su equipo supusieron un factor de absorción de 1,8 t C/ha/año. Luego, utilizaron mejores estimaciones del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para la productividad forestal, la absorción de carbono y los factores de emisión de carbono.

Utilizando un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de solo 40 años, estimaron una media de absorción de carbono de 1,42 t C/ha/año. El gas fósil tiene un factor de emisión de carbono de 15,3 t C/TJ, por lo que el ratio energía-tierra para este combustible es de 93 GJ/ha/año (1,42/0,0153 = 92,8).

<sup>23</sup> Se asume que la energía nuclear tiene la misma huella que la energía fósil. Wackernagel (en la huella de Italia), expone los siguientes argumentos:

"a) rough calculations suggest that the lost ecological bio-production caused by the Chernobyl accident compared to the total nuclear power produced since the 1970s leads to nuclear per [MJ] footprints larger than those of fossil fuel.

b) as nuclear energy is not even economically competitive with fossil fuel, it will most likely be replaced in the short run with fossil energy.

Therefore, using the fossil energy conversion as a proxy seems reasonable, and not an exaggeration of the true footprint."

<sup>24</sup> Asumimos que la energía hidráulica se genera en el curso alto del río, por lo que la huella correspondiente va a "pastos".

<sup>25</sup> Según Wackernagel et al. (hoja de cálculo de la "huella familiar", Wackernagel, M., Dholakia, R., Deumling, D., y Richardson, D. 2000. Redefining Progress. Assess your Household's Ecological Footprint 2.0. March, 2000. <http://greatchange.org/ng-footprint-of-household-evolution.xls>, último acceso: julio 2005).

<sup>26</sup> Ratio tomado de la hoja de cálculo de la huella familiar de Wackernagel y de Our ecological footprint (1996), basado en la pluviosidad media de las regiones húmedas (véase comentario en "consumo de agua"), Wackernagel también trabaja con una productividad de 1 000 GJ/ha/año, como valor medio entre la hidroelectricidad producida en los cursos altos y bajos de los ríos.

<sup>27</sup> Wackernagel, primero imputa la huella de la energía hidráulica a "terreno construido" (huella de Chile) y más tarde, en la huella familiar, a pastos (curso alto de los ríos) o tierra cultivable (curso bajo). Equivale al terreno ocupado por las presas y las líneas eléctricas (hoja de Chile).

<sup>28</sup> Asumimos que la energía mini-hidráulica se genera en el curso bajo de los ríos, por lo que su huella va a "tierra cultivable".

<sup>29</sup> Ratio tomado de la hoja de cálculo de la huella familiar de Wackernagel.

<sup>30</sup> Wackernagel, en Our ecological footprint (1996), cita una productividad de 12 500 GJ/ha/año, si bien, debido a la mejora tecnológica, esta ha aumentado considerablemente (aerogeneradores de alrededor de 2 MW).

Algunos parques (como por ejemplo los off-shore y los que se están preparando para puertos) presentan rendimientos aún mejores. Por ejemplo, el proyecto de parque eólico del Puerto de Bilbao (BOPV n.º 240, de 17 de diciembre de 2004) ocupa, para una potencia de 10 MW (5 torres de 2 MW cada una), una superficie de 7 350 m<sup>2</sup> (aerogeneradores + transporte energía + otros). Al régimen de vientos medio de una zona templada, como el norte de España (2 000 a 3 000 horas y vientos de 3,5 a 12 m/s) se estima una producción por hectárea: 31 816 MWh/año. Los datos pueden ser aún mejores en los parques off-shore (en crecimiento auge por todo el mundo) pues somos de la opinión de que estos no tienen por qué interferir con la pesca, sino, todo lo contrario, pueden beneficiarla (mejorando la "huella del mar": "efecto arrecife" de las bases de hormigón y "efecto reserva" de los espacios entre las torres).

En el momento actual, creemos oportuno establecer una media entre los datos de Wackernagel, para parques más antiguos, y estas nuevas tendencias (12 500 + 114 538 / 2 = 63 519 (±60 000), datos que habrá que revisar periódicamente.

<sup>31</sup> Se asume, por el momento, que los parques eólicos suelen ocupar suelo de pastos en colinas semi-altas. Cuando se incrementen los parques eólicos off-shore se asignará la huella a "hectáreas de mar".

<sup>32</sup> Wackernagel ofrece una productividad de 1 000 GJ/ha/año (Our ecological footprint, 1996).

Teniendo en cuenta que la tecnología va mejorando la eficiencia de las placas, asumimos aquí una productividad algo mayor:

- 9 m<sup>2</sup> de superficie de panel por kW pico;
- 1 100 kWh/m<sup>2</sup> de insolación (clima templado, no extremo, como el del norte de España);
- producción: 398 kWh/año por cada kW pico;
- producción por hectárea: 442 222 kWh/año (1 592 GJ/ha/año o ± 1 500 GJ/ha/año).

No obstante, Wackernagel y colaboradores en la última versión de la huella familiar, estiman una producción aún mayor, de 3 000 kWh por cada 24 m<sup>2</sup> de paneles.

- 33 Se asume, por el momento, que las instalaciones fotovoltaicas ocupan suelos de baja altitud, imputándose su huella a tierra cultivable. Se considera que la tendencia es utilizar los sobrecubiertas (gaztetas, naves, parkings, tejados, etc.), huella ya asignada a "terreno construido" u otros, por lo que tan sólo se considera un 10% de su huella.
- 34 Productividad por encima de 40.000 GJ/ha/año, según Wackernagel (1996).
- 35 Se imputa igualmente al terreno cultivable. Para centrales de torre con heliostatos, se habla de hasta 20 ha por central de 10 Mw de potencia (aunque muchos veces son terrenos improductivos), pero, como en el caso anterior, consideramos que la tendencia es utilizar la azotea o cubierta de edificios para uso en calefacción y agua caliente. Esa huella ya se asigna a "terreno construido" por lo que sólo consideramos un 10%.
- 36 Conversión de euros a toneladas según comentarios de la categoría 1.3.  
1.000 euros de carbón equivalen a 2.0690 t. (Capítulo arancelario 44.)
- 37 Productividad media mundial: cada hectárea de bosque puede producir 1,99 m<sup>3</sup>/año de madera (en rollo). El factor de desecho de la madera para leña es de 0,53, lo cual quiere decir que por 1 kg de leña se necesita 0,53 kg de madera en rollo (Wackernagel, huella familiar). El bosque produce 1,99 m<sup>3</sup> de madera en rollo o 170,53 más de leña (huella de Chile).  
Se asume una densidad media de la madera de 600 kg/m<sup>3</sup> (0,6 t/m<sup>3</sup>).  
(1,99 - 0,6) / 0,53 = 2,25 (es decir, el bosque produce casi el doble de leña que de madera en rollo por hectárea).
- 38 Productividad de la madera de leña en gigajulios: cada hectárea de bosque puede producir 1,99 m<sup>3</sup>/año de madera en rollo, o 170,53 más de leña (el factor de desecho de la leña es 0,53). Se asume una densidad media de 600 kg/m<sup>3</sup>. El contenido energético de la madera es de 20 MJ/kg (Wackernagel, hoja de Chile).
- 39 En el caso de la leña se considera que no hay huella asociada al consumo de energía, sino solo huella forestal.
- 40 Normalmente, la leña se obtiene de bosques produciendo madera para transformación. Cuando el bosque se mantiene en estado de alta productividad (estado inmaduro o juvenil, de alto crecimiento), con destino a la obtención de biomasa o cultivos energéticos, se asume que la producción es el doble por unidad de tiempo.
- 41 Normalmente, la leña se obtiene de bosques produciendo madera para transformación. Cuando el bosque se mantiene en estado de alta productividad (estado inmaduro o juvenil, de alto crecimiento), con destino a la obtención de biomasa o cultivos energéticos, se asume que la producción es el doble por unidad de tiempo:  
1,99 - 0,6 - 1 / 0,53 - 20 = 90,1 GJ/ha/año (productividad aplicable a la "huella energética" de la madera cuando se usa para biocombustibles (Wackernagel, huella de Chile).
- 42 Asumimos que los desechos de cereales (cáscara, colza, etc.) comprimidos y pelletizados pesan similar a la biomasa de madera (virutas, serrín, podas, etc.)
- 43 La biomasa se obtiene principalmente de los desechos del cultivo de cereales (colza, soja, etc.). La intensidad energética (1,5 GJ/t) se incorpora al grano, por lo que la de los desechos debería ser prácticamente cero. Consideramos, no obstante, una intensidad energética residual de 3 GJ/t.
- 44 Productividad de la biomasa según Wackernagel (huella familiar). Argumento: "Straw is calculated at the rate the removed biomass can be replaced (to make sure there is no nutrient loss on the field the straw is grown). As a first approximation, we use cereals biomass productivity as a proxy of bioproductivity potential. On world average land, this productivity is approximately the double of the cereal harvest. Hence, the productivity is 2 - 2744 kg per ha and year".
- 45 Precio del gas a finales de 2004, sin IVA: 1,5445 euros/m<sup>3</sup> (modificar periódicamente).
- 46 Densidad del metano 0,828 kg/m<sup>3</sup>.
- 47 [0,0373 GJ/m<sup>3</sup>]  
Wackernagel (huella familiar) = 1 m<sup>3</sup> de gas natural contiene la energía de 8,905 Mcal y 1 Mcal corresponde a 4,184 MJ (37,26 MJ o 0,0373 GJ).
- 48 Precio de la gasolina de 95 (la más habitual), sin IVA: 0,765241 euros/l (modificar periódicamente).
- 49 Se multiplica por 0,8 para pasar litros a kilogramos y se divide entre 1.000 para pasar a toneladas.
- 50 [4 GJ/l]
- 51 Huella de la gasolina para producir 1 l de combustible fósil o 44 MJ por kg (35 / 0,8 = 44) (1 l pesa 0,8 kg).  
Además, Wackernagel, en el caso del combustible para vehículos (huella familiar), multiplica por 1,5, es decir, añade un 50% más de energía: un 15% por la energía consumida en la fabricación del vehículo y un 35% por la energía consumida en la construcción de carreteras y su mantenimiento.
- 52 En esta hoja de cálculo, los vehículos se incluyen en el apartado de "materiales" y las carreteras consideramos que corresponden a la "huella regional", no a la "huella empresarial".
- 53 Combustible habitual en leonatorras.
- 54 Combustible propio de calefacción.
- 55 Precio del fuel más habitual a buques (fuel pesado IFO380). 130 euros/t en diciembre de 2004.
- 54 Corregir cuando sea mezcla. Por ejemplo, en el caso de mezcla al 50% con diésel convencional, poner la mitad en esta casilla y la otra mitad en gasoil A.
- 55 Según datos de Bionorte, el biodiésel de Asturias va a tener el mismo precio, aproximadamente, que el gasoil A.
- 56 La fabricación de 1 m<sup>3</sup> de biodiésel precisa 1,483 GJ (datos de la empresa Bionorte, Asturias; febrero 2005).
- 57 Productividad de los aceites vegetales. Esta huella irá asignada a "terrenos cultivables", pero no se aplica para no incurrir en doble contabilidad (se usa un aceite vegetal de desecho el cual ya se contabilizó en su primer uso).
- 58 La huella del aceite vegetal asignable a "cultivos" no se aplica para no incurrir en doble contabilidad (se usa un aceite vegetal de desecho que ya se utilizó con anterioridad: fituras, etc.).
- 59 En esta casilla se estiman las toneladas de combustible consumido por este tipo de servicio.  
Consideramos que hasta un 30,5% del coste total del servicio, corresponde al gasto energético (modificar para estimaciones más precisas).  
Conversión de euros a litros de combustible, a razón de 0,717 euros/l de diésel tipo A (torfies de diciembre 2004; sin IVA).  
Multiplicamos por 0,8 para pasar litros a kilogramos, y se divide entre 1.000 para pasar a toneladas.  
Se deberá actualizar periódicamente los tarifas del combustible: a) en esta categoría ("Torr", "Tren" y "Avión"); b) en la categoría 1.4, apartado "Energía"; c) en todos los apartados de la categoría 1.5 "Servicios"; y d) en la categoría 3, apartado "Servicio de restaurante".

- <sup>60</sup> Consideramos que hasta un 20% del coste total del servicio corresponde al gasto energético (modificar para estimaciones más precisas). Precio del gasoil tipo C: 0,392245 euros/l.
- <sup>61</sup> Consideramos que hasta un 30,5 % del importe total corresponde al gasto energético del avión (modificar para estimaciones más precisas). Precio del queroseno (referencia internacional para el Norte de Europa), a finales de 2004: 430 dólares/t (323 euros/l).
- <sup>62</sup> Para las empresas que no poseen una contabilidad de los materiales en toneladas se ofrece una tabla de conversión de euros a toneladas, basada en los datos estadísticos de comercio exterior (último año revisado: 2004). Conviene reajustar periódicamente al último año de edición de estadísticas de comercio exterior.
- Base de datos de las Cámaras de Comercio: <http://aduanas.comercio.org/> (los datos de la BD vienen con IVA, por lo que hay que descontarlo, ya que los datos contables vienen sin IVA).
- <sup>63</sup> Minerales, mineral metalúrgico, hierro y acero, escorias, cenizas, etc.
- <sup>64</sup> Para calcular la huella energética asociada a la fabricación de materiales, típicamente se viene asumiendo (por el momento) la productividad de los combustibles fósiles líquidos.
- <sup>65</sup> El cemento pertenece al capítulo arancelario 25, pero incluye otros materiales diversos como piedras, hierro, sal, azufre, cal, etc., que pueden desvirtuar bastante la conversión de euros a toneladas. Teniendo en cuenta que el cemento es un producto constante de una huella muy importante en algunos sectores, utilizaremos precios obtenidos directamente del sector de la construcción.
- <sup>66</sup> El precio del cemento del tipo medio más habitual (CEM I / 2,5 R granel), a finales de 2004 es de 90 euros/t, sin IVA, puesto a pie de obra (revista EMEOS).
- <sup>67</sup> Aunque la eficiencia de los hornos de clínker (descarbonación y clinkerización) para la fabricación de cemento es de 3,7 GJ/t en la UE, la mayor parte del consumo es mayor (3,3 GJ/t en 2004). (De Mejor M. El cemento, un sector comprometido en la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático. CD-ROM. VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 22-26 noviembre de 2004. Madrid. Página 29).
- <sup>68</sup> Capítulo arancelario: 68.
- <sup>69</sup> Capítulos arancelarios: 69 y 70.
- <sup>70</sup> Capítulo arancelario: 39.
- <sup>71</sup> 1 l de combustible fósil = 0,8 kg.
- Según Wackernagel (huella familiar). En la hoja de Chile y Nerea Ibáñez (2003) utilizan una intensidad energética de 50.
- <sup>72</sup> Vestuario, prendas y materiales textiles sintéticos basados en combustibles fósiles.
- Capítulos arancelarios: 54 "Filamentos sintéticos o artificiales", 55 "Fibras sintéticas o artificiales", 56 "Cuato, fieltro y tela sin tejer", y 60 "Tejidos de punto".
- <sup>73</sup> Según Wackernagel (huella familiar).
- <sup>74</sup> Tapizados, revestimientos, alfombras, cortinas, montes, toallas, tejidos especiales, tejidos impregnados, tejidos recubiertos o revestidos, telas sin tejer, fieltros, guato, paraguas, sombreros, calzado, etc.
- Capítulos arancelarios: 57 "Alfombras y revestimientos para suelo", 58 "Tejidos especiales, tapicería, pasamanería", 59 "Tejidos impregnados, recubiertos, revestidos, etc.", 61 "Prendas y complementos de punto", 62 "Prendas y complementos de vestir", 63 "Artículos textiles confeccionados", 64 "Calzado", 65 "Sombrería" y 66 "Paraguas y andadores".
- <sup>75</sup> Capítulo arancelario: 31.
- <sup>76</sup> Capítulo arancelario: 27.
- <sup>77</sup> Productos químicos orgánicos, extractos currientes o limónes, toninos, colorantes, pinturas, barnices, aceites esenciales y resinoideas, perfumería y cosmética, jabones, productos de limpieza, materias aluminoides, enzimas, productos diversos de las industrias químicas.
- Capítulos arancelarios principales: 29, 32, 33, 34, 35 y 38 (excluímos el capítulo arancelario 28 "Productos químicos inorgánicos", ya que su relación l/millones de euros: 6,768), es muy diferente de los restantes: alrededor de 1).
- <sup>78</sup> Para los productos higiénicos y de limpieza (cap. 34), Wackernagel (huella familiar) ofrece una intensidad energética de 35/0,8, mientras que Nerea Ibáñez (2003) supone una intensidad de 100.
- <sup>79</sup> Incluir aquí hierro y acero de fundición y derivados poco elaborados, como por ejemplo varillas de "armar", consolidación de terrenos, mallazos, alambros, etc.
- Capítulo arancelario: 72.
- <sup>80</sup> Capítulo arancelario: 76.
- <sup>81</sup> Se estima que la fabricación de 1 l de aluminio tiene un coste energético unas 3 veces superior al del acero.
- Wackernagel (huella familiar): 150.
- Nerea (2003): 60.
- <sup>82</sup> Capítulo arancelario: 76.
- <sup>83</sup> Manufactura de fundición de hierro y acero (73), cobre y sus manufacturas (74), níquel y sus manufacturas (75), estanho y sus manufacturas (80), los demás metales comunes (81), herramientas y útiles, cuchillería, cubiertos, etc. (82), manufacturas diversas de metal común (83), armas, municiones y sus partes (93), muebles, farolas, barandillas, bancos y mobiliario urbano, contenedores de metal, señales, etc. (94).
- Capítulos arancelarios: 73, 74, 75, 80, 81, 82, 83, 93 y 94 (excluímos 78 "Plomo" y 79 "Cinc", ya que su relación l/millones de euros, superior a 1, es mayor que la del resto: entre 0,1 y 0,7).
- <sup>84</sup> Wackernagel utiliza un índice de 60 en la hoja de Chile para las manufacturas de metal, y de 100 en la hoja familiar, para herramientas, objetos metálicos, piezas de recambio, etc... Nerea Ibáñez (2003) utiliza una intensidad de 60 para todas las manufacturas de metal.
- <sup>85</sup> Todos los bienes manufacturados no incluidos en el resto de apartados, como, por ejemplo, productos para el ocio y recreo, deportes, juguetes, etc.
- Capítulos arancelarios: 95 y 96.
- <sup>86</sup> Maquinaria y artefactos mecánicos; maquinaria industrial y sus accesorios (metal, papel, textil, alimentación, etc.), calderas, reactores nucleares; Maquinaria industrial eléctrica. Equipos de generación de energía, equipos de ingeniería civil, equipamientos de manipulación de mercancías (tales como grúas, pórticos, cintas transportadoras, etc.), grandes básculas.
- Capítulo arancelario: 84.

- 87 Máquinas, aparatos y material eléctrico y sus partes (categorías de la Directiva 2000/96/CE; de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; grandes y pequeños electrodomésticos, equipos de informática y comunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, aparatos de alumbrado, lámparas de descarga de gas, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre, aparatos médicos, instrumentos de vigilancia y control, máquinas expendedoras). Aparatos de grabación o reproducción de sonido; aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión. Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión. Instrumentos y aparatos médico-quirúrgicos.
- Para convertir euros a toneladas, combinar los capítulos arancelarios 85 y 90.
- 88 Nota: la dematerialización de los equipos electrónicos es mayor que en el caso de la maquinaria de tipo industrial y continúa a ritmo acelerado, motivo por el cual conviene registrar frecuentemente este índice de conversión (mejor año a año). Por ejemplo, es de prever que a corto plazo todas las pantallas de ordenador sean planas.
- 89 Sin incluir: ferrocarril.
- Capítulo arancelario: 87.
- 90 Vehículos y material para vías férreas o similares y sus partes. Aparatos mecánicos, incluso electromecánicos, de señalización para vías de comunicación.
- Capítulo arancelario 86.
- 91 Capítulo arancelario: 89.
- 92 Capítulo arancelario: 71.
- 93 Capítulo arancelario: 30.
- 94 Wackemagel (huella familiar).
- 95 Capítulo arancelario: 37.
- 96 Introducir los datos de las obras realizadas en la "matriz de obras", más abajo.
- 97 Toneladas de combustible fósil líquido.
- Conversión de euros a litros de combustible, a razón de 0,717 euros/l de diésel tipo A (tarifas de diciembre 2004). Multiplicamos por 0,8 para pasar litros a kilogramos, y se divide entre 1.000 para pasar a toneladas.
- 98 En este caso, no utilizamos el capítulo arancelario, sino el precio directo del sector de la construcción.
- 99 El precio del cemento del tipo medio más habitual (CEM I / 2,5 R granel), a finales de 2004, es de 90 euros/, sin IVA, puesto a pie de obra (revista EMEDOS).
- 100 Aunque la eficiencia de los hornos de clínker (descarbonatación y clínkerización) para la fabricación de cemento es de 3,7 GJ/t en la UE, la mayor parte del consumo es nacional, donde la eficiencia es mayor (3,3 GJ/t en 2004) (De Melgar M. El cemento, un sector comprometido en la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático. CD-ROM. VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 22-26 noviembre de 2004. Página 29). La eficiencia energética de la extracción de materias primas (caliza, margo, arcilla, arena) es de 1,5 a 2 GJ/t, pero las fórmulas de revisión de precios computan los áridos para hormigón como "energía" (consumo de combustibles en maquinaria).
- 101 Capítulo arancelario: 72.
- 102 Capítulo arancelario: 27.
- 103 Capítulo arancelario: 69.
- 104 Capítulo arancelario: 44.
- 105 En este caso no se multiplica por el factor de desecho (1 / 0,53) como en el caso de la madera para leña, ya que este tipo de madera se obtiene de la madera en rollo, cuya productividad es 1,99 m<sup>3</sup>/ha/año (0,6 para pasar a toneladas).
- 106 Capítulo arancelario: 74.
- 107 Se está analizando la inclusión de la "huella de los impuestos", la cual comprendería la huella del uso de todos los bienes de uso público (viales, aceras, infraestructuras, conducciones, etc.).
- 108 Servicios y contratos "de oficina" (de carácter, básicamente, intelectual), tales como asesorías, consultorías, trabajos administrativos, diseño, proyectos, dirección de obras, seguros, gestión financiera, software, diseño gráfico, etc.
- 109 El resultado de esta casilla expresa las toneladas de combustibles fósiles líquidos estimados en el desempeño de ese tipo de servicio.
- En este caso, basándonos en contratos y servicios contratados por la Autoridad Portuaria de Gijón, estimamos que el gasto en energía eléctrica, convertida a litros de combustible y el equivalente en consumo de materiales, para este tipo de servicios, asciende (una vez descontados los gastos de personal, alquileres, seguros, amortizaciones, beneficio industrial, etc.) a un 2% del importe total de la factura (modificar para estimaciones más precisas).
- Conversión de euros a litros de combustible, a razón de 0,717 euros/l de diésel tipo A (tarifas de diciembre 2004).
- Multiplicamos por 0,8 para pasar litros a kilogramos, y se divide entre 1.000 para pasar a toneladas.
- 110 Consideramos 4 veces el gasto del consumo energético en oficinas (8%) (modificar para estimaciones más precisas).
- 111 Consideramos 3 veces el gasto del consumo energético en oficinas (modificar para estimaciones más precisas).
- 112 Ferias, conferencias, seminarios, deportes, ocio, etc.
- En este caso, estimamos que el gasto energético es cuatro veces el de oficinas (8% del importe total), pues conlleva desplazamientos y consumo de materiales (exposiciones, paneles, iluminación artística, grandes centros de ocio –o equivalente en desplazamientos o lugares de recreo–, etc.) (modificar para estimaciones más precisas).
- 113 Consideramos este consumo energético como el de las oficinas (2% del total) (modificar para estimaciones más precisas).
- 114 Servicios y contratos que exigen movilidad y/o consumo de material de mantenimiento y fungibles, tales como limpieza; recogida de basura, vigilancia desde vehículos; mantenimiento eléctrico en grandes instalaciones; jardinería; gestores de residuos; revisiones mensuales o anuales de maquinaria, ascensores, extintores o instalaciones en general; viales; mantenimiento de paredes o fachadas; limpieza de ventanales, limpieza de arquetas; inspecciones móviles; desinfección o desinsectación, etc.
- 115 En esta casilla se estiman las toneladas de combustible consumido en este tipo de servicios.
- Según datos de contratos externos de la Autoridad Portuaria de Gijón, el porcentaje de consumo energético correspondiente a este tipo de servicios podría ascender a un 12% del total de la factura (modificar para estimaciones más precisas).

- 116 Estimamos el porcentaje de consumo energético correspondiente a este tipo de servicios, en un 20% del total de la factura (modificar para estimaciones más precisas).
- 117 Todos los datos de desechos en toneladas.
- 118 Introducir el porcentaje de reciclaje para cada categoría de desechos (por defecto reciclaje 0).
- 119 Residuos generados por la propia empresa y por las contratas externas. Según Wackemagel (huella familiar), asumiendo que desechos = packaging (papel, aluminio, metales, vidrio y plástico). Orgánicos, escombros y RSU, según cálculos propios, a partir de los anteriores.
- 120 Wackemagel (Hoja Chile), 35.
- 121 Wackemagel (Hoja familiar), 30.
- 122 Nereo Ibáñez, (2003), 32.
- 123 Tomado de Wackemagel (huella familiar).
- 124  $1,99 \text{ m}^3$  de madera en rollo es la productividad media mundial del bosque.
- 125  $1,1/1,97$  es el factor de desecho de la pasta de papel, lo cual quiere decir que por cada kg de pasta se necesitan  $1,97 \text{ kg}$  de madera en rollo (o sea, casi el doble).
- 126 Nótese que aquí Wackemagel no multiplica  $1,99$  por  $0,6$  para pasar metros cúbicos a toneladas (como en el caso de la "leña"), ya que  $1,97$  ya viene en toneladas.
- 127 La expresión entre paréntesis calcula la energía recuperada.  $0,5$  ofrece una estimación del porcentaje de energía que puede ser salvada a través del reciclado, es decir, con un reciclaje del 100% ahorraríamos la mitad de la energía empleada en la fabricación de papel (Wackemagel, huella familiar).
- 128 Medio estimado entre los productos alimenticios asumiendo que la mayor parte de los desechos procede de restos vegetales.
- 129 Estimación a partir de los anteriores.
- 130 Desglose y metodología pendiente de elaboración.
- 131 Metodología de incorporación de venidos pendiente de elaboración.
- 132 Cantidad de oxígeno requerida [l] para la oxidación química de compuestos de origen orgánico e inorgánico presentes en el agua.
- 133 Cantidad de oxígeno necesaria para biodegradar la materia orgánica presente en un vertido en un período de 5 días.
- 134 Sólidos suspendidos totales. Fracción no filtrable cuando se utiliza un filtro de tamaño de poro de 45 micras.
- 135 Grasas de origen animal, aceites y otros constituyentes con características físicas similares que se encuentran en el agua residual.
- 136 Desglose pendiente en: hidrocarburos totales, hidrocarburos aromáticos policíclicos (sustancias prioritarias de la Directiva Marco del Agua) y otros.
- 137 Metodología de incorporación de emisiones contaminantes (diferentes al  $\text{CO}_2$ ) pendiente de elaboración.
- 138 Gases de efecto invernadero sin contar el  $\text{CO}_2$  que ya se haya incorporado en los restantes capítulos.
- 139 Total euros sin desechos.
- 140 Total toneladas sin desechos.
- 141 Los "usos del suelo" se multiplican también por el factor de rendimiento, ya que es suelo propio con productividad conocida. Se multiplica por cero porque no se obtiene beneficio de estos productos, en este caso frutas (ni se venden), ya que se regalan a personal o vecinos. Se incluiría como huella, no obstante, cuando estos productos sean auto-consumidos por la APG o vendidos. En ese caso se pondrá atención en no contabilizar tales recursos también en la categoría 3 "Recursos agropecuarios y pesqueros". Multiplicar por la columna D en vez de multiplicar por 0.
- 142 Aquí se obtiene la superficie de suelo directamente ya que es conocido, pero si hubiera varios tipos de cultivos, y por lo tanto, con factor de rendimiento diferente, se podrían añadir tantas líneas como cultivos diferentes se deseen añadir.
- 143 Este espacio, procedente de jardines no arbolados, se incluirá como "huella" cuando los recursos obtenidos (en este caso, restos de siega compostados) sean consumidos o utilizados por la APG (por ejemplo, para abonado de los mismos jardines). En ese caso, se pondrá atención en no contabilizar tales recursos también en otras categorías como pueden ser 3 "Recursos agropecuarios y pesqueros" o 1.3 "Materiales" apartado "Abonos". Multiplicar por el contenido de la columna D en vez de multiplicar por 0.
- 144 Este espacio, procedente de jardines arbolados, se incluirá como "huella" cuando los recursos obtenidos (en este caso, restos de poda o biomasa) sean consumidos o utilizados por la APG (por ejemplo, como leña o combustible para calderas). En ese caso se pondrá atención en no contabilizar tales recursos también en la categoría 4 "Recursos forestales". Multiplicar por el contenido de la columna D en vez de multiplicar por 0.
- 145 Las instalaciones de acuicultura también son terreno construido. La huella de los pimientos y otros, habría que contabilizarlos en los apartados correspondientes.
- 146 La contribución de un terreno transformado de cultivable a piscicultivable aumenta considerablemente, ya que el factor de rendimiento de la acuicultura en esta latitud con respecto al mar es 862.
- 147 Asumimos, de forma subestimada, los siguientes datos de cálculo: a) densidad de cultivo de peces en tanques de un metro de altura:  $5 \text{ kg/m}^2$ ; b) 50% del espacio total de la planta dedicado a cultivo y 50% dedicado a otros usos. Densidad de cultivo resultante:  $2,5 \text{ kg/m}^2/\text{año}$ .
- 148 Como la productividad media del mar es de  $29 \text{ kg/ha}$ , tenemos una producción 862 veces mayor.
- 149 En el caso de la contribución, al factor de equivalencia y el factor de rendimiento no es el del mar sino el de la nueva utilidad del espacio: cultivos.
- 150 La ocupación de espacio en mar no implica huella, siempre y cuando los recursos que produce dicho espacio sean consumidos por otros (en este caso, los pescadores locales). Si fuera autoconsumido se pondrá especial atención en no contabilizar dicho consumo en otros apartados, como el de "agropecuarios y pesqueros". En ese caso, sustituir también el 0 de la fórmula por el contenido de la columna D.
- 151 Consideremos que los jaulas o instalaciones de acuicultura ocupan toda la columna de agua (aunque en realidad no suele ser así) y la producción del fondo marino puede continuar o, incluso, aumentar). La huella por el consumo de pimientos y otros se contabilizará en los capítulos correspondientes.

- 144 La contrahuella de la acuicultura en mar también es elevada ya que el factor de rendimiento de la acuicultura en esta latitud con respecto a la productividad media mundial del mar es de 1.724. Asumimos, de forma subestimada, los siguientes datos de cálculo: a) densidad media de cultivo de peces en jaulas de 2 m de altura: 10 kg/m<sup>3</sup> o 20 kg/m<sup>2</sup>; b) 25% del espacio total de la concesión marina dedicado a cultivo y 75% dedicado a otros usos. Como la productividad media del mar es de 29 kg/ha, tenemos una producción 1.724 veces mayor.
- 145 Capítulo anexo: 46.
- 146 Asumimos que la intensidad energética de los alimentos y recursos agrícolas incluye todos los insumos propios de la agricultura convencional, tales como abonos químicos, pesticidas, tratamientos fitosanitarios, etc. Cuando estos recursos provengan de agricultura o ganadería "ecológica" deberán utilizarse intensidades menores. También deberán ajustarse cuando se utilicen métodos de pesca más sostenibles.
- 147 Asumimos una productividad similar a la del yute o cáñamo (1.500 kg/ha, según Wackemagel, huella de Chile).
- 148 Conversión de euros a toneladas según capítulos anexo: 51, 52 y 53.
- 149 Asumimos 1/3 de lana (capítulo 51), 1/3 de algodón (capítulo 52) y 1/3 de otras fibras vegetales naturales, como lino, yute, cáñamo, etc. (capítulo 53).
- 150 Asumimos que un tercio del total de estos tejidos naturales es de lana (productividad: 0.02 t/ha).
- 150 Capítulo anexo: 52.
- 151 Wackemagel (huella familiar): 10.
- 152 1.000 kg/ha, según Wackemagel (huella de Chile).
- 153 Capítulo anexo: 51.
- 154 Wackemagel (huella familiar): 10.
- 155 Según Wackemagel (huella de Chile).
- 156 Capítulos anexo: 42 y 43.
- 157 Wackemagel (hoja familiar): 10.
- 158 33 kg/ha es la productividad estimada por Wackemagel (huella de Chile y familiar) para ternera, buey, cordero, cabra. La obtiene de la siguiente forma:  $74 / 16 \cdot 7,1 = 33$ .
- 159 Sumar todos los importes referentes a comidas con clientes, dietas de manutención, ágapes, regalos, caterings, cestas de Navidad, café, etc., y rellenar sólo esta casilla (al resto se calcula automáticamente). Teniendo en cuenta la predominancia de las comidas de empresa, se ha hecho el siguiente desglose de porcentajes (modificar o volumar según características de cada empresa):
- Servicio de restaurante: 50%.
  - Alimentos: 50% (con los desgloses que se muestran).
- 160 Asumimos que un 50% del presupuesto de comidas y dietas corresponde al servicio de restaurante.
- 161 Toneladas de combustible equivalentes al consumo energético de la actividad. En este caso, estimamos que el consumo energético en restaurantes es unos 4 veces el gasto energético en oficinas (8%) (modificar para estimaciones más precisas).
- 162 Capítulo anexo: 2.
- 163 El porcentaje asignado a la carne se divide del siguiente modo:
- 25% pollo y oves.
  - 25% cerdo.
  - 50% bovino (y ovino y caprino):
    - 25% cabado (gramo).
    - 25% de pastos.
- 164 La productividad estimada por Wackemagel (huella de Chile) para oves y cerdo es de unos 95,5 kg/ha (74 / 5,5 · 7,1), aunque aquí no se incluye ya que se asume que estos animales no suelen alimentarse con pastos sino con piensos (y por lo tanto su huella va a "cultivos" no a "pastos").
- 165 2.744 t/ha es la productividad de los cereales. La huella del consumo de oves es 3,5 veces mayor que si los cereales utilizados en el pienso se consumiesen directamente, aumentando en cerdos y aún más en terneros o corderos. Conversión tomada de Wackemagel (huella familiar).
- 166 La productividad estimada por Wackemagel (huella de Chile) para oves y cerdos es de unos 95,5, aunque aquí no se utiliza ya que se asume que estos animales suelen alimentarse con piensos, no con pastos (y por lo tanto su huella va a "cultivos" no a "pastos", utilizándose la productividad de los cereales).
- 167 Conversión tomada de Wackemagel (huella familiar).

- <sup>168</sup> 33 kg/ha es la productividad estimada por Wackemagel (huella de Chile) para ternero, buey, cordero, cabra. La obtiene de la siguientes forma:  $74 / 16 \cdot 7,1 = 33$ .
- <sup>74</sup> es la productividad de todos los productos animales (carnes, huevos, leche, etc.).
- <sup>16</sup> es el ratio de  $k_i$  input a  $k_j$  output.
- <sup>7,1</sup> es el ratio de conversión medio de los productos animales.
- <sup>169</sup> Conversión tomada de Wackemagel (huella familiar).
- <sup>170</sup> Conversión tomada de Wackemagel (huella familiar). Argumento: "Grass fed beef compared to grain fed beef: the grain fed beef spends much of its life on grass before it goes into the feedlot. Therefore, we assume that about 65-75% of the pasture for grass fed beef still should be "charged" against grain fed beef. The great difference, of course, is the omission of grain, but the comparison still should be larger by the amount of pasture needed for growing the animal until it goes into the feed lot. In reality, the time in the feedlot still depends on hay, which is harvested from pasture in many cases, and a case may be made that this is even more energetically expensive because of the haying and hauling operations. For more realistic data, a lifecycle analysis of both pasture fed and grain fed cattle is necessary. Note that it is also possible to use the cattle in ecological restoration programs, and then be consumed after their use as a "cool" is fulfilled. This effectively would put the livestock into a category that increases the "wildlife" resources, comparable to line 45. While this is rarely true today, it is an aspect of humans living synergistically with other species and compatibly with healthy ecosystems. The trade-off would be between human consumption and consumption by carnivores or other omnivores. Of course, the resources used in meat processing, distribution and preparation for human consumption would remain as an ecological footprint component."
- <sup>171</sup> Conversión tomada de Wackemagel (huella familiar).
- <sup>172</sup> Capítulo arancelario: 3.
- <sup>173</sup> La productividad de 29 kg/ha es la más baja en productos alimenticios, motivo por el cual su consumo produce una gran huella. Las capturas mundiales ascienden a 82 772 100 t.  $(82\ 772\ 100 / 2\ 980\ 000\ 000 / 0,96) = 0,029$  t/ha. Wackemagel (huella de Chile).
- <sup>174</sup> Huella del pescado según Wackemagel (huellas familiar y de Chile). 1,6 es el factor de desecho entre las capturas y el consumo, y se calcula dividiendo las capturas globales (82 772 100 t) entre el consumo medio global (12,8 kg - 5 544 000 000 persons). Esto es igual a 1,59.
- <sup>175</sup> Capítulo arancelario: 10.
- <sup>176</sup> Según Nerea (2003). Wackemagel (huella familiar) ofrece una intensidad de 20 para el pan y de 10 para el resto de cereales.
- <sup>177</sup> Cereales: 2 744 kg/ha.  
Pan:  $2\ 744 \cdot 0,65 = 1\ 784$  kg/ha. (Wackemagel, hoja familiar).
- <sup>178</sup> Capítulo arancelario: 22.
- <sup>179</sup> Nerea (2003) ofrece una intensidad de 10, mientras que la de Wackemagel (huella familiar) es de 4.
- <sup>180</sup> Por el momento, solo se ofrecen datos de productividad para los zumos, vino, sidra, etc. (Wackemagel, huella familiar).
- <sup>181</sup> Capítulo arancelario: 7.
- <sup>182</sup> Según Nerea (2003). Wackemagel (huella familiar) utiliza una intensidad energética de 5 para las patatas y de 10 para las legumbres.
- <sup>183</sup> Medio de la productividad media mundial de las legumbres (852 kg/ha) y las raíces y tubérculos (12 607 kg/ha). (Wackemagel, huella de Chile).
- <sup>184</sup> Capítulo arancelario: 17.
- <sup>185</sup> Nerea (2003): 1,5.  
Wackemagel (huella familiar): 1,6.
- <sup>186</sup> Wackemagel (huellas de Chile y familiar).
- <sup>187</sup> Capítulo arancelario: 15.
- <sup>188</sup> Wackemagel (huella de Chile y huella familiar). Grasas sólidas: 1 856 kg/ha; grasas líquidas: 1 856 - 0,8 para pasar a toneladas. Se divide entre 1 000 para pasar a toneladas.
- <sup>189</sup> Capítulo arancelario: 4.
- <sup>190</sup> Wackemagel (huella familiar) da una intensidad de 10 para la leche y de 65 para los quesos (igual que para los huevos). Nerea (2003) da una intensidad de 10 para la leche.
- <sup>191</sup> Medio de la productividad media mundial de la leche (502 kg/ha) y el queso (50,2 kg/ha). (Wackemagel, huellas de Chile y familiar).
- <sup>192</sup> Capítulo arancelario: 9.
- <sup>193</sup> Wackemagel (huellas de Chile y familiar).
- <sup>194</sup> Leña, traviesas, encofrados, pallas, estiba, etc. Manufactura básica, incluyendo madera para la construcción de casas o edificios, mobiliario urbano y de ocio, etc. Capítulo arancelario: 44.
- <sup>195</sup> Wackemagel (huella familiar).
- <sup>196</sup> En este caso, no se multiplica por el factor de desecho (1/0,53), como en el caso de la madera para leña, ya que la madera para transformación (construcción, muebles, manufacturas) se obtiene de la madera en rallo, cuya productividad es de 1,99 m<sup>3</sup>/ha. (Por 0,6 para pasar a toneladas).

- 197 Muebles y manufacturas de madera muy elaboradas.  
Capítulo arancelario: 94.
- 198 Wacklemagel (huella familiar): 5.  
Nerea Ibanez (2003): 10 para madera y sus manufacturas; 15 para muebles.
- 199 Capítulo arancelario: 48.
- 200 Wacklemagel (hoja Chile): 35.  
Wacklemagel (hoja familiar): 30.  
Nerea Ibanez (2003): 32.
- 201 Tomado de Wacklemagel (huella familiar).  
1,99 m<sup>3</sup> de madera en rollo es la productividad media mundial del bosque.  
1,71, 97 es el factor de desecho de pasta de papel, lo cual quiere decir que por cada kg de pasta se necesitan 1,97 kg de madera en rollo (es decir, casi el doble).  
Nótese que aquí Wacklemagel no multiplica 1,99 por 0,6 para pasar metros cúbicos a toneladas, ya que 1,97 ya viene en toneladas.
- 202 Capítulo arancelario: 49.
- 203 Nerea Ibanez (2003): 32.
- 204 Capítulo arancelario: 40.
- 205 Según Wacklemagel (hoja de cálculo de Chile); Nerea Ibanez (2003) (hoja de cálculo de Donostia) utiliza una EE de 20.
- 206 1 000 kg/ha, según Wacklemagel (huella de Chile).
- 207 Coste neto del agua, sin tasas (alcantarillado, basura, etc.) a finales de 2004, sin IVA: 0,40 euros/m<sup>3</sup>.
- 208 En m<sup>3</sup>/ha/año.  
Tomado de Wacklemagel, hoja familiar. Un bosque de zonas húmedas (como los de México, donde trabaja Wacklemagel) puede generar, en primavera, hasta 1 500 m<sup>3</sup> de agua dulce/ha/año (a un nivel de precipitación de 15 000 m<sup>3</sup>/ha/año). En los bosques orientales de alta montaña de Asturias (norte de España) la precipitación también es de 15 000 a 17 000 m<sup>3</sup>/ha/año. En zona de pastos esa producción de agua es una décima parte de la que produce el bosque.  
Aunque el uso del bosque como productor de agua puede ser secundario (pudiendo obviar esta huella), en algunas zonas ya se considera un uso primario del bosque, debiendo computarse, en consecuencia, su huella ecológica. Teniendo en cuenta el valor que está adquiriendo el agua y su creciente escasez a escala global, conviene computar la huella de su consumo en todos los casos, aun en zonas excedentarias.
- 209 Total sin agua.
- 210 Total toneladas de materiales consumidos sin sumar los residuos ni el agua.
- 211 Huella ecológica del mundo.
- 212 "Renta global sostenible"; PIB mundial (último año conocido: 2000) dividido por la población mundial en edad de trabajar (de 15 a 65 años). Véase argumento en el texto de la Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa (Doménech, 2006b).
- 213 Este valor se puede considerar como una primera aproximación a la huella social, ya que el exceso de consumo de recursos, no solo produce impacto ambiental sino también impacto social (esos recursos naturales pueden ser la única forma de subsistencia de muchas personas en el planeta).  
Si mi huella ecológica equivale a lo que consumirían 2 408 personas, y esas personas permanecen hambrientas o desempleadas por mi causa, sería también mi huella social.  
La realidad nos confirma que en el mundo hay muchísimas personas que viven con menos de 1 dólar al día, lo cual demuestra que la actividad productiva de los países desarrollados es la principal causa de huella social. En cualquier caso, el mejor método de cálculo de huella social es el mostrado más abajo.
- 214 Denominamos "PIB corporativo" (PIBc) al cash flow más los salarios.
- 215 1 dólar = 1,35 euros (diciembre 2004).
- 216 El importe de cada renta o empleo financiado para reducir la huella social asciende a 8 938,4 dólares. Véase argumento en el texto de la Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa (Doménech, 2006b).
- 217 De cada 8 938,4 dólares aportados por cada renta global, 1 168 dólares (un 13,07%) corresponderían a formación.  
El importe de cada "beca" financiada se eleva a 1 168 dólares. Véase argumento en el texto de la Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa (Doménech, 2006b).
- 218 Desglose de materiales basado en las fórmulas polinómicas de revisión de precios de los contratos de obras del Estado y Organismos Autónomos (Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre, y siguientes modificaciones).
- 219 Descuento estandarizado del 6% del beneficio industrial y del 13 % de gastos generales.
- 220 Fórmula-Tipo 1 del Decreto 3650/70.
- 221 El 34% de este tipo de obras corresponde a mano de obra. En todos los casos se divide entre 0,85 ya que un 15% de las obras no está sujeto a revisión de precios.
- 222 Fórmulas 6 y 7.
- 223 Fórmulas 5, 8 y 40 a 47.
- 224 Fórmulas 3, 4 y 9;  
3: túneles pequeña sección; obras de pozos, galerías, desagües subterráneos en obras de minería;  
4: obras de fábrica en general; obras con predominio de las fábricas; obras de riego con sus instalaciones y servicios;  
9: abastecimientos y distribuciones de aguas; saneamientos; estaciones depuradoras; redes de alcantarillado; obras de desagüe; drenajes; zanjas de telecomunicaciones.

- 225 Fórmulas 2 y 14.  
 226 Fórmula 10.  
 227 Fórmula 11.  
 228 Fórmulas 12, 13, 15 y 38.  
 229 Fórmulas 16 a 19.  
 230 Fórmulas 20 a 23.  
 231 Fórmulas 26, 27 y 28.  
 232 Fórmula 29.  
 233 Fórmula 32.  
 234 Fórmula 24.  
 235 Factor de equivalencia (Wackernagel, huella de Chile): "Este columna muestra los factores de equivalencia de la biomasa primaria. El ratio entre ellos representa su capacidad relativa para producir biomasa. En adición, ellos son escalados por un factor que mantiene la capacidad global per cápita constante. Un factor 3,2 significa que esa categoría de tierra es 3,2 veces más productiva que la tierra bioproductiva media mundial".  
 236 El factor de rendimiento es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad global. Así, por ejemplo, si la productividad de nuestros bosques es similar a la productividad global de los bosques, el factor de rendimiento será 1; si nuestra productividad local es el doble de la global, el factor de rendimiento será 2, etc.  
 237 Para los cultivos y terreno construido estimamos una productividad local similar a la mundial (factor de rendimiento: 1,0).  
 238 Para los pastos estimamos una productividad local similar a la mundial (factor de rendimiento: 1,0).  
 239 Sobre el cálculo de la producción anual de varias especies estimamos que la productividad media local es unas tres veces la mundial.  
 240 La pesca en la zona de aguas portuarias influidas por las escolleras y por el "efecto arrecife" y "efecto reserva" (un 50% de los aguas totales) es algo más del doble de la productividad media mundial (factor de rendimiento: 2,07). En el otro 50%, la productividad es algo menor que la media mundial (factor de rendimiento: 0,45).  
 $2,07 + 0,45 / 2 = 1,26$ .

# Bibliografía y otras fuentes de consulta

## Bibliografía

ABRAMOVITZ, J. *Taking a Stand: Cultivating a New Relationship with the World's Forest*. Worldwatch Paper. 1998. N.º 140.

AGUDO, R.; DEL PINO, O. y MUÑOZ, M. *Estimación del balance de carbono en suelos forestales de Andalucía*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente (22-26 de noviembre de 2004). CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 18.

AGUILAR-MANJARREZ, J. y ROSS, L. *Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa State, Mexico*. Aquaculture International. 1995. N.º 3. Páginas 103-115.

ALBA, J.; DÍAZ, E. y DOMÉNECH, J. L. *Estudio de indicadores ambientales portuarios: la huella ecológica del puerto de Gijón*. Autoridad Portuaria de Gijón, 2003. Páginas: 143.

ALONSO, A. "Europa se plantea llevar el libre mercado a la gestión de pesquerías". *Pesca Internacional*. Vigo, 2003. N.º 33. Páginas: 4-17.

ALONSO, A. "Llega el bacalao de cultivo". *Pesca Internacional*. Vigo, 2004. N.º 46. Páginas: 50-50.

ALTIERI, M. A. y NICHOLLS, C. "Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo". *Agroecología*. Murcia, 2006. Vol. 1. Páginas: 29-36.

ÁLVAREZ, P.; DOMÉNECH, J. L. y PERALES, J. A. *Huella ecológica energética corporativa: un indicador de la sostenibilidad empresarial*. VII Congreso Andaluz de Ciencias Ambientales y III Congreso Andaluz de Desarrollo Sostenible. Huelva, 17 a 19 de abril de 2008a.

ÁLVAREZ, P.; DOMÉNECH, J. L. y PERALES, J. A. “Huella ecológica energética corporativa: un indicador de la sostenibilidad empresarial”. *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008b. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Páginas: 15.

ANADÓN, N.; DOMÉNECH, J. L.; PÉREZ, C. y VILLEGAS, M. L. *Estudio para la conservación de la biodiversidad del entorno marino del Cabo Peñas: reserva marina de Peñas*. Autoridad Portuaria de Gijón, 2004. Páginas: 435.

ANÓNIMO. *Propuestas para una pesca ecológica y económicamente más justa*. Informes Greenpeace. Madrid, 1993. Páginas: 48.

ANÓNIMO. *Modelo de desarrollo no viable, proceso hacia la sustentabilidad*. Serie Monografías. Ministerio de Medio Ambiente. 1996. Páginas: 25-69.

ANÓNIMO. *La devastación de la pesca industrial de gran escala*. Informes Greenpeace. Madrid, 1998. Páginas: 10.

ANÓNIMO. *La huella ecológica*. Parlamento Europeo. Dirección General de Investigación-Dirección A. Resumen de opciones y síntesis. Marzo 2001. PE n.º 297 571. Páginas: 10.

ANÓNIMO. *Estudio sobre la situación y futuro del transporte*. Universidad Politécnica de Madrid. Promovido por ANFAC, AOP, RACE y AEC. 2002a. Páginas: 147.

ANÓNIMO. “La creación de reservas duplica los bancos de pesca”. *Productos del Mar*. 2002b. N.º 172-173. Páginas: 29-29.

ANÓNIMO. *La huella ecológica de Navarra*. Gobierno de Navarra. 2002c. Páginas: 34.

ANÓNIMO. *Ól-troed Cymru, The Foorprint of Wales*. National Assembly of Wales. 2002d. Páginas: 49.

ANÓNIMO. “Proyecto de aprovechamiento eólico y desarrollo sostenible en el Mar de Trafalgar”. *Ruta Pesquera*. 2003a. N.º 39. Páginas: 44-45.

ANÓNIMO. *Sustainable building and construction: facts and figures*. Industry and environment. United Nations Environment Programme (UNEP). 2003b. Vol. 26, N.º 2-3. Páginas: 2-3.

ANÓNIMO. *El papel de la agricultura ecológica en la mitigación de gases de efecto invernadero*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 2005a. Hoja Informativa N.º 17. Páginas: 8-10.

ANÓNIMO. *Memoria anual del Puerto de Gijón, 2004*. Autoridad Portuaria de Gijón. Asturias, 2005b. Tomo A. Páginas: 94.

ANÓNIMO. *Report on the Green Paper on Energy. Four years of European Initiatives*. European Communities. 2005c. Páginas: 19.

ANÓNIMO. *Las normas de producción de agricultura ecológica*. Natural. Documento elaborado por el Gobierno de Canarias, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 2006a. N.º 56. Páginas: 128-133.

ANÓNIMO. "Sustainable Reporting Guidelines". *G3, versión for public comment. Global Reporting Initiative*. Amsterdam, 2006b. Páginas: 27.

ANÓNIMO. "La crisis mundial de la pesca". *National Geographic*. Barcelona, 2007a. Vol. 20. N.º 4. Páginas: 4-39.

ANÓNIMO. "Refugio azul". *National Geographic*. Barcelona, 2007b. Vol. 20. N.º 4. Páginas: 40-59.

ANÓNIMO. *Plan Gallego de Acuicultura*. Xunta de Galicia. 2007c.

ANÓNIMO. *The World Capital of CO2-free energy*. Project Group Rotterdam Climate Initiative. Rotterdam, 2007d. Páginas: 20 ([www.rotterdamclimateinitiative.nl](http://www.rotterdamclimateinitiative.nl)).

ANÓNIMO. *Port Authority of New York and New Jersey Aims to be Carbon Neutral by 2010*. Green Port (2). Reino Unido, 2008a. Páginas: 19.

ANÓNIMO. *Developing a carbon footprint. Port of Oslo & Port of Rotterdam*. C40 World Ports Climate Conference. Rotterdam (Netherlands), July, 2008b.

ARAGONÉS I VALLS, E. *Noticia del Simposio Mediterráneo de Áreas Marinas y Costeras Protegidas, celebrado en Roses y l'Estartit (Cataluña)*. VI Congreso Nacional de Medio Ambiente (CD-ROM). Madrid, 2002.

ARBEX, J. C. *Hacia una política marítima integrada y sostenible*. Marina Civil. 2005. N.º 76. Páginas 25-33.

ARCARONS, J.; BOSO, A.; NOGUERA, J. A. y RAVENTÓS, D. *La renda bàsica de ciutadania. Una proposta viable per Catalunya*. Mediterrània. Barcelona, 2005.

ARCE, M. *La relación ciencia y tecnología en el subdesarrollo y una redefinición de desarrollo*. Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo sostenible y población. Encuentros Internacionales de Economía. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio de 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

ARMAS, J. C.; ÁLVAREZ, L. M. y DOMÉNECH, J. L. *Impacto de la ampliación del Puerto de Gijón en la pesca*. Autoridad Portuaria de Gijón, 2002. Páginas: 110.

ARROYO, P.; PÉREZ, J.; RODRÍGUEZ, J. A. y DOMÉNECH, J. L. *Valoración ambiental de las aguas marinas de Gijón y prevención de la contaminación*. Cámara de Comercio de Gijón y Asturias Business School. Gijón, 2002. Páginas: 308.

AYALA-CARCEDO, F. *Impactos del cambio climático en España*. Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Noroeste de España. Oviedo, 2001. Páginas: 43.

AYESTARAN, I. y GIL, M. A. *De los valores intangibles a los activos ecosociales: hacia una democracia industrial y medioambiental*. VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. Noviembre 2004. Páginas: 1-20.

AYLWARD, B. A. y BARBIER, E. B. "Valuing environmental functions in developing countries". *Biodiversity and Conservation*. 1992. Vol. 1. Páginas: 34.

AYRES, R. U. "Industrial metabolism". *Technology and environment*. Ausubel, J. H y Sladovich, H. E. (eds.). National Academy Press. Washington, D.C., 1989. Páginas: 23-49.

AZA, R.; BAÑOS, J.; DOMÍNGUEZ, J. y COTO, P. *Estudio del impacto económico portuario sobre la economía asturiana*. Autoridad Portuaria de Gijón. 2003. Páginas: 195.

BALES, K. *La nueva esclavitud en la economía global*. Siglo XXI. Madrid, 2000.

BARDE, J. P. y PEARCE, D. *Valuing the environment: six case studies*. Earthscan Publications. London, 1991.

BARRAGÁN, J. M. *Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la planificación y gestión integradas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Cádiz, 2003. Páginas: 301.

BARRAGÁN, J. M. *Las áreas litorales de España. Del análisis geográfico a la gestión integrada*. Editorial Ariel. Barcelona, 2004. Páginas: 214.

BARRAGÁN, J. M. *La gestión de áreas litorales en España y Latinoamérica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Cádiz, 2006. Páginas: 198.

BECK, U. *Un nuevo mundo feliz. La precariedad del trabajo en la era de la globalización*. Ediciones Paidós. Barcelona, 2000.

BELLWOOD, D. R. "Fishery and Reef Management". *Science*. 1998. Vol. 279.

BERBER, W. *Historia del pensamiento económico*. Alianza Editorial. Madrid, 1971.

BIRKENHOFF, D. W. y GOLDSMITH, A. *Promoting Sustainability of Development Institutions: A Framework for Strategy*. World Development. 1992. Vol. 20. Páginas: 369-383.

BLACKMORE, S. *La máquina de los memes*. Ediciones Paidós. Barcelona, 2000.

BLASCO, E. *Huella del carbono*. 2008 (<http://especiales.eldiariomontanes.es/medioambiente/huella-carbono.html>; último acceso: julio de 2008).

BLAYA, P. *Medio ambiente, ley y responsabilidad social*. Boletín Medioambiental Ecoport. 2005. Vol. 15. Páginas: 1-1.

BOCKSTAEL, N.; COSTANZA, R.; STRAND, I.; BOYNTON, W.; BELL, K. y WAINGER, L. "Ecological economic modelling and valuation of ecosystems". *Ecological Economics*. 1995. N.º 14. Páginas: 143-159.

BONNER, J. *The Evolution of Culture in Animals*. Princeton Univ. Press. 1980.

BOURDIEU, P. "Forms of capital". *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. Richards, J. C. (ed.). Greenwood Press. New York, 1993.

BP. *What is a Carbon Footprint?* 2007 ([http://www.bp.com/liveassets/bpinternet/globalbp/STAGING/globalassets/downloads/A/ABPADV\\_what\\_on\\_earth\\_is\\_a\\_carbon\\_footprint.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bpinternet/globalbp/STAGING/globalassets/downloads/A/ABPADV_what_on_earth_is_a_carbon_footprint.pdf)).

BRAAT, L. C. "The predictive meaning of Sustainability indicators". *Search Indicators of Sustainable Development*. Kuik, O. y Verbruggen, H. (eds.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 1991.

BRAVO, C. "El debate nuclear". *Green*. 2005. N.º 3/05. Páginas: 24-25.

BRECHIN, S. R. y KEMPTON, W. "Global environmentalism: a challenge to the post-materialism thesis". *Social Science Quarterly*. 1994. N.º 75 (2). Páginas: 245-269.

BRIDGE, L. *Policy Instruments for Integrated Coastal Zone Management in Selected European Countries*. Coastlink. Maidstone, Kent, Gran Bretaña, 2001. Páginas: 95.

BROWN, K. "Plantas transgénicas y ecosistemas". *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 2001. N.º 297. Páginas: 14-19.

BROWN, L. R. *Building a Sustainable Society*. Worldwatch Institute, Norton & Company. New York, 1981.

BRYANT, D.; NIELSEN, D. y TANGLEY, L. *The Last Frontier Forest: Ecosystems and Economies on the Edge*. Instituto de Recursos Mundiales. Washington, D.C., 1997.

CARBALLO, A. *A pegada ecolóxica de bens e servizos: desenvolvemento dun método de cálculo e aplicación ao ciclo de vida do mexillón en conserva en Galicia*. Tesis de doctorado. Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Santiago de Compostela. 2009.

CARBALLO, A.; DOMÉNECH, J. L.; GARCÍA-NEGRO, M. C.; VILLASANTE, C. S.; RODRÍGUEZ, G. y ARENALES, M. "Análisis comparativo de la huella ecológica de dos empresas del sector pesquero gallego". *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008a. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Páginas: 30.

CARBALLO, A.; GARCÍA-NEGRO, M. C.; DOMÉNECH, J. L.; VILLASANTE, C. S.; RODRÍGUEZ, G. y GONZÁLEZ-ARENALES, M. "A pegada ecolóxica corporativa:

concepto e aplicación a dúas empresas pesqueiras de Galicia”. *Revista Galega de Economía*. 2008b. Vol. 17, núm. extraord. Páginas: 149-176.

CARBALLO PENELA, A.; GARCÍA-NEGRO, M. C. y DOMÉNECH QUESADA, J. L. “A Methodological Proposal for Corporate Carbon Footprint and Its Application to a Wine-Producing Company in Galicia, Spain”. *Sustainability I*. 2009a. Páginas: 302-318.

CARBALLO PENELA, A.; GARCÍA-NEGRO, M. C. y DOMÉNECH QUESADA, J. L. “El MC3 una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono (HCC)”. *DELOS, Desarrollo Local Sostenible*. Grupo eumed.net. Junio, 2009b. Vol. 2, n.º 5. Páginas: 1-16.

CARBALLO, A. y VILLASANTE, C. S. *A compoñente energética da pegada ecolóxica: reflexións en torno ao caso galego*. Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo sostenible y población. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

CARBON TRUST. “Carbon footprints in the supply chain: the next step for business”. *The Carbon Trust*. London (UK), November 2006. Report number CTC616 (<http://www.carbontrust.co.uk>).

CARBON TRUST. *Carbon Footprints Measurement Methodology, Version 1.1*. The Carbon Trust. London (UK), 27 February 2007 (<http://www.carbontrust.co.uk>).

CARRASCO, A. *Crestomatía: el profesor creativo*. Cuarto Congreso Virtual Integración sin barreras en el siglo XXI (noviembre 2003). Red de Integración Especial. 2003. Páginas: 1-7.

CARRASCO, J. E. y BARROS, A. R. *Primeros datos sobre el mercado de juveniles de bogavante europeo, Homarus gammarus (Linnaeus, 1758), llevados a cabo en el Principado de Asturias*. Boletín del Instituto Español de Oceanografía. 1996. Vol. 12 (2). Páginas: 145-149.

CARRERA-GÓMEZ, G.; COTO-MILLÁN, P.; DOMÉNECH, J. L.; INGLADA, V., M. A.; PESQUERA GONZÁLEZ, M. A. y CASTANEDO-GALÁN, J. “The Ecological Footprint of Ports. A sustainability Indicator”. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. Washington, D.C., 2006. No. 1963. Páginas: 71-75.

CASELLES, A.; CARRASCO, M.; MARTÍNEZ, A.; COLL, S.; DOMÉNECH, J. L. y G.-ARENALES, M. “La huella ecológica corporativa de los materiales: aplicación al sector comercial”. *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Página: 23.

CAVALLI-SFORZA, L. y FELDMAN, M. *Cultural transmission and Evolution*. Princeton Univ. Press. 1981.

CENICEROS, M. E. *El incremento de la autonomía del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su responsabilidad en el sistema y resultado de la evaluación*.

Segundo Encuentro Internacional sobre “Economía, educación y cultura”. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero de 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

CHAPELA PÉREZ, M. R. *La acuicultura marina en el marco de la planificación litoral*. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Boletín del Instituto Español de Oceanografía. Madrid, 2002. Vol. 18 (1-4). Páginas: 51-58.

CHÁVEZ, R. M.; ANDRADE, E. y ESPINOZA, R. *Una aproximación a la huella ecológica*. Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo sostenible y población. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio de 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

CHOMSKY, N. *El nuevo orden mundial (y el viejo)*. Ed. Crítica. Barcelona, 2002.

CHOSSUDOVSKY, M. *La mondialisation de la pauvreté*. Ecosociété. Montreal, 1998.

CLARK, C. W. y MUNRO, G. R. *Renewable resources as natural capital: the fishery*. En Jannsson, A. M. (ed.). Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability. Island Press. Washington, D.C., 1994. Páginas: 343-361.

COBB, C. y COBB, J. *The green national product: A proposed Index of Sustainable Economic Welfare*. University Press of America. New York, 1994.

COHEN, J. *Tendencias demográficas*. Investigación y Ciencia. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas: 10-17.

COLEMAN, J. C. *Social capital in the creation of human capital*. American Journal of Sociology. 1988. Vol. 94. Páginas: 95-120.

COLLARD, D.; PEARCE, D. y ULPH, D. *Economics, Growth and Sustainable Development*. MacMillan Press. Hampshire, 1988.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Green Paper: Towards a future Maritime Policy for the Union: A European vision for the oceans and seas*. Bruselas, 2006. Páginas: 49.

COOB, J. B. *An Index of Sustainable Economic Welfare*. Development (SID). 1990. N.º 3-4. Páginas: 113-116.

COSTANZA, R. *Developing ecological research that is relevant for achieving sustainability*. Ecological Applications. 1993. Vol. 3. Páginas 579-581.

COSTANZA, R. “The value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital”. *Nature*. 1997. Vol. 387. Páginas: 253-260.

- COSTANZA, R. "The ecological, economic, and social importance of the oceans". *Ecological Economics*. 1999. N.º 31. Páginas: 199-213.
- COSTANZA, R. (y 12 autores más). "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital". *Nature*. 1997. Vol. 387. Páginas: 253-260.
- COSTANZA, R. y DALY, H. E. "Natural capital and sustainable development". *Conservation Biology*. 1992. Vol. 6, n.º 1. Páginas: 37-46.
- COSTANZA, R.; CUMBERLAND, J.; DALY, H.; GOODLAND, R. y NORGAARD, R. *Introducción a la Economía Ecológica*. AENOR. Madrid, 1999. Páginas: 271.
- COSTANZA, R.; WAINGER, L.; FOLKE, C. y MÄLER, K.-G. "Modeling complex ecological economic systems: toward an evolutionary, dynamic understanding of people and nature". *BioScience*. 1993. Vol. 43. Páginas: 545-555.
- COTO-MILLÁN, P.; DOMÉNECH, J. L. y MATEO MANTECÓN, I. "Corporate Ecological Footprint: New Conversion Factors". *Research Letters in Ecology*. 2008a. Vol. 2008, Article ID. 415934. Páginas: 4.
- COTO, P.; MATEO, I.; DOMÉNECH, J. L. y G.-ARENALES, M. "La huella ecológica de las Autoridades Portuarias y los servicios". *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008b. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Páginas: 30.
- COTTRELL, F. *Energy and society: the relations between energy, social change and economic development*. McGraw Hill. New York, 1955.
- COUCHOUD, M. "Detección y medida de niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Principales consecuencias". *Física y Sociedad*. 2004. N.º 15. Páginas: 6-11.
- DAILY, G. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, D.C., 1997.
- DALTON, R. J. y KUECHLER, M. *Los nuevos movimientos sociales: un reto al orden político*. Ed. Alfons el Magnànim. Valencia, 1992.
- DALY, H. "La economía en un mundo repleto". *Investigación y Ciencia*. 2005. N.º 350. Páginas: 58-65.
- DALY, H. y COBB, J. *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment and sustainable future*. Green Print. London, 1989.
- DALY, H. y FARLEY, J. *Ecological Economics: Principles and Applications*. Island Press. 2004.
- DAWKINS, R. *El gen egoísta*. Labor. Barcelona, 1979.

- DAWKINS, R. *The Extended Phenotype*. C.A. Freeman. San Francisco, 1982.
- DE MELGAR, M.: *El cemento, un sector comprometido en la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 29.
- DELAY, J. y PICHOT, P. *Manual de psicología*. Masón. Barcelona, 1991. Páginas: 500.
- DENNETT, D. *La conciencia explicada*. Ediciones Paidós. Barcelona, 1995.
- DENNETT, D. *La peligrosa idea de Darwin*. Galaxia Gutemberg. Barcelona, 1999.
- DESTINOBLES, A. G. *El capital humano en las teorías del crecimiento económico*. Segundo Encuentro Internacional sobre Economía, educación y cultura. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero de 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- DÍAZ, D. *Desarrollo sostenible de los bosques secos de los distritos de Jayanca y Pacora, departamento de Lambayeque - Costa Norte del Perú: una propuesta de éxito*. Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo Sostenible y Población. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- DIXON, J. A. y SHERMAN, P .B. *Economics of protected areas*. Island Press. Washington, D.C., 1990.
- DOMÉNECH, J. L. *Arrecifes artificiales: el nacimiento de la "pesicultura"*. Tesón, Revista Económica de Asturias. Oviedo, 1988. N.º 408.
- DOMÉNECH, J. L. "Excelentes perspectivas para la acuicultura en Asturias: una limpia alternativa industrial". *Asturias Empresarial* (revista de FADE). Oviedo, 1992. N.º 143.
- DOMÉNECH, J. L. "Plan de Pesca Sostenible: de la pesca extractiva a la pesca productiva". *Boletín Económico del ICE*. 1996a. N.º 2488. Páginas: 31-43.
- DOMÉNECH, J. L. "Parques tecnológicos acuícolas: un nuevo concepto en acuicultura". *El Acuicultor* ("Productos del Mar"). 1996b. N.º 99-100. Páginas: 71-73.
- DOMÉNECH, J. L. "El criterio de exclusividad en una pesca realmente responsable". *El Acuicultor* ("Productos del Mar"). 1996c. N.º 101-102. Páginas: 19-23.
- DOMÉNECH, J. L. "El futuro de una sociedad altruista". *Papeles, Cuestiones Internacionales de Paz, Ecología y Desarrollo*. 1997. Vol. 59-60. Páginas: 131-136.
- DOMÉNECH, J. L. *Evolucion regresiva del Homo sapiens. Una nueva hipótesis evolutiva*. Juan Luis Doménech (Ed.). Gráficas Noega. Gijón, 1999. Páginas: 231.

DOMÉNECH, J. L. “Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible”. *Puertos*. Madrid, 2004a. N.º 114. Páginas: 26-31.

DOMÉNECH, J. L. *La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 2004b. Páginas: 8. CD-ROM.

DOMÉNECH, J. L. “Gestión pesquera sostenible: modelo 3-P”. *Boletín Económico del ICE, Instituto de Comercio Exterior*. 2005. N.º 2853. Páginas: 37-57.

DOMÉNECH, J. L. *Huella social y desarrollo sostenible*. Segundo Encuentro Internacional sobre pobreza, desigualdad y convergencia. eumed.net. Universidad de Málaga. 2006a. Páginas: 25 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

DOMÉNECH, J. L. *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Terceros Encuentros Internacionales sobre desarrollo sostenible y población. eumed.net. Universidad de Málaga. 2006b. Páginas: 45 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

DOMÉNECH, J. L. “Ahorro energético”. *Ecoeficiencia en los Recintos Portuarios*. IV Foro Ambiental Portuario. Editado por el Organismo Público Puertos del Estado. Madrid, 30 de noviembre de 2006c. Páginas: 6-11.

DOMÉNECH, J. L., MATIAS, A. y MUÑOZ-CALERO, R. *Ecoeficiencia y sostenibilidad en puertos: aplicaciones en el puerto de Gijón*. Comunicaciones Técnicas del VIII Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 8). Madrid, 27 de noviembre a 1 de diciembre de 2006. Páginas: 39.

DOMÉNECH, J. L. y G.-ARENALES, M. “La huella ecológica de las empresas: 4 años de seguimiento en el puerto de Gijón”. *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008a. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Páginas: 21.

DOMÉNECH, J. L. y G.-ARENALES, M. *Huella del carbono corporativa: una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático*. Comunicaciones Técnicas del IX Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA 9); Madrid, 1 a 5 de diciembre de 2008. Páginas: 23.

DOMÉNECH, J. L. y CARBALLO, A. “El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una alternativa para estimar la huella ecológica de empresas y organizaciones”. *UAI Sustentabilidad* (revista digital). Universidad Abierta Interamericana, Centro de Altos Estudios Globales. Buenos Aires (Argentina), año 3, n.º 4; marzo 2009. Páginas: 33-53.

DOMÉNECH, J. L. y MENÉNDEZ, R. *El papel de los puertos marítimos en la conservación de la biodiversidad y en la gestión integrada del litoral*. VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 10.

- DRUCKER, P. *Post-Capitalist Society*. Harper Business. New York, 1993.
- DRYZEK, J. S. "Ecology and discursive democracy: beyond liberal capitalism and the administrative state". *Is capitalism sustainable?* O'Connor, M. (ed.). Guilford Publications. New York, 1994.
- EHRlich, P. R. "The Limits to substitution: Metaresource depletion and a new economic ecological paradigm". *Ecological Economics*. 1989. Vol. 1. Páginas: 9-16.
- EHRlich, R.; EHRlich, A. H. y HOLDREN, J. P. *Ecoscience: population, resources, environment*. W. H. Freeman and Company. San Francisco, 1977.
- ENERGETICS. *The Reality of Carbon Neutrality*. London, 2007 ([www.energetics.com.au/file?nodeid=21228](http://www.energetics.com.au/file?nodeid=21228)).
- ESPÍ, J. A. y SEJAS, E. *El análisis del ciclo de vida aplicado a los materiales de construcción: "el granito de la Comunidad de Madrid"*. Calvo, B., Maya, M. y Parra, J. L. (eds.). Primeras Jornadas Iberoamericanas sobre "Caracterización y Normalización de Materiales de Construcción". Programa CYTED. Madrid, 2001. Páginas: 17.
- ESPO (EUROPEAN SEA PORTS ORGANIZATION). *Revisión Medioambiental* (versión española realizada por el Ente Público Puertos del Estado). Puertos del Estado. Madrid, 2001. Páginas: 26.
- ESPO (EUROPEAN SEA PORTS ORGANIZATION). *Environmental Code Of Practice*. European Sea Ports Organization. 2003a. Páginas: 32.
- ESPO (EUROPEAN SEA PORTS ORGANIZATION). *Expansion of Rotterdam compatible with Natura 2000*. ESPO News. Bruselas, 2003b. Vol. 9.04. Páginas: 6-7.
- ETAP. "The Carbon Trust Help UK Businesses Reduce their Environmental Impact". *Press Release*. 2007 ([http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07\\_carbon\\_trust\\_initiative.pdf](http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust_initiative.pdf)).
- EUROPEAN COMMISSION. *Marine-related Research and the Future European Maritime Policy*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburgo, 2006. Páginas: 56.
- EVANS, P. *Government Action, Social Capital and Development: Reviewing the Evidence on Synergy*. World Development, 1996. Vol. 24 (6).
- FERNÁNDEZ, F. *Guía para una globalización alternativa*. Ediciones B. Barcelona, 2004. Páginas: 357.
- FULLANA, P. y PUIG, R. *Análisis del Ciclo de Vida*. Editorial Rubes. Barcelona, 1997. Páginas: 143.
- GALBRAITH, J. K. *Economics and the Public Purpose*. Pelican Books. 1979. Páginas: 352.

GALBRAITH, J. K. y KENNETH J. *La sociedad opulenta*. Fondo de cultura económica. México, 1964.

GALLASTEGUI, M. C. *Las cuotas individuales transferibles: ¿Merece la pena pensar en este tipo de soluciones para Europa?* 2000 ([www.euskonews.com/0064z/bk/gaia6407es.html](http://www.euskonews.com/0064z/bk/gaia6407es.html); último acceso, 2004-8-03).

GAP. “SEI and Eco-Logica. UK Schools Carbon Footprint Scoping Study”. Report by *Global Action Plan*. Stockholm Environment Institute and Ecologica Ltd. for the Sustainable Development Commission. London, March 2006 (<http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=389>).

GARCÍA, M. “El CSIC hace un ejercicio de autocrítica”. *Pesca Internacional*. Vigo, 2007. N.º 75. Páginas: 52-52.

GARCÍA, A.; LAURÍN, M.; LLOSÁ, M. J.; GONZÁLEZ, V.; SANZ, M. J. y PORCUNA, J. “Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional”. *Agroecología*. Murcia, 2006. Vol. 1. Páginas: 75-88.

GARCÍA, J.; BRAVO, J.; DELA LLANA, R. y MAESTRO, L. *Implantación de criterios sostenibles en los pliegos de contratación de obras públicas de infraestructura*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 17.

GARCÍA, J. L. y CANTERO, A. *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*. Greenpeace España. 2005, Páginas: 35.

GERSTEIN, M. y ZHENG, D. “Pseudogenes”. *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 2006. N.º 361. Páginas: 25-31.

GIBBS, W. “Mercados para la conservación de la naturaleza”. *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas: 66-73.

GIMÉNEZ, F. *Lecciones sobre Platón* (<http://filosofia.net/materiales/tem/platon.htm>; último acceso, 2005).

GOLEMAN, D. *Práctica de la inteligencia emocional*. Editorial Kairós. 1999.

GOLEMAN, D. *Inteligencia emocional*. Editorial Kairós. Barcelona, 2000.

GONZÁLEZ, J. L. y REVENGA, S. *Actas de las I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas (Murcia, marzo de 1999)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 2001. Páginas: 421.

GONZÁLEZ, M. *Frente a los desafíos culturales de la globalización*. Segundo Encuentro Internacional sobre Economía, educación y cultura. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero de 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

- GRAINGER, R. y GARCÍA, S. M. "Chronicles of marine fishery landings (1950-1994). Trend analysis and fisheries potential". *EAO Fisheries Technical Paper*. 1996. N.º 359. Páginas: 51.
- GRINBERG-ZILBERBAUM, J. *La creación de la experiencia*. Los Libros del Comienzo. Madrid, 1990. Páginas: 215.
- GRUBB AND ELLIS. *Meeting the Carbon Challenge: The Role of Commercial Real Estate Owners, Users and Managers*. Chicago, 2007.
- GULLAND, J. A. "Some Problems of the Management of Shared Stocks". *EAO Fisheries Technical Paper*. Roma, 1980. N.º 206.
- GUTIÉRREZ, R. "Propuesta para la conservación de 20 espacios marinos". *Mar*. Madrid, 2006. N.º 448. Páginas: 44-47.
- HALÉVY, M. *L'Âge de la Connaissance. Principes et reflexions sur la révolution noétique au 21eme siecle*. M2 Editions. 2005. Páginas: 250 ([www.lanoetique.com](http://www.lanoetique.com)).
- HOLLOWAY, J. *Change the world without taking power*. Pluto Press. Londres, 2002.
- IGLESIAS, J. y RODRÍGUEZ-OJEA, G. "Fitness of Hatchery-Reared turbot, *Scophthalmus maximus* L., for survival in the sea: first year results of feeding, growth and distribution". *Aquaculture and Fisheries Management*. 1994. N.º 25, Supplement 1. Páginas: 179-188.
- INADA, T. *Planting an antidote*. Ports & Harbors. Redhill, Surrey (Reino Unido), 2007. Vol. 52. N.º 2.
- IPCC. *Cambio Climático 2001. La base científica (resumen técnico)*. Aportación del Grupo de Trabajo I al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. 2001 (<http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>).
- IRAZOLA, M.; LUCCHETTI, A.; LEONART, J.; OCAÑA, A.; TAPIA, J. M. y TUDELA, S. *La pesca en el siglo XXI. Propuestas para una gestión pesquera racional en Catalunya*. Federación del Transporte, Comisiones Obreras. 1996. Páginas: 289.
- JIMÉNEZ, L. M. *Desarrollo sostenible y economía ecológica*. Editorial Síntesis. Madrid, 1997. Páginas: 365.
- JIMÉNEZ, L. M. y otros. *Sostenibilidad en España 2006. Observatorio de la Sostenibilidad en España*. Editorial Aedos. Barcelona, 2006. Páginas: 579.
- JONES, C. *Cómo ser el mejor profesor de su hijo preescolar*. Ed. Medici. Barcelona, 1992.
- KAGARLITSKY, B. *The Return of Radicalism*. Pluto Press. Londres, 2000.

KING, A. y SCHNEIDER, B. *La primera revolución global. Informe del Consejo al Club de Roma*. Plaza & Janés Editores. Barcelona, 1991. Páginas: 298.

LARAÑA, E. *La construcción de los movimientos sociales*. Alianza Editorial. Madrid, 1999.

LAXE, F. "Regulación y niveles de desarrollo de la acuicultura". *Ruta Pesquera*. 2004. N.º 45. Páginas: 64-65.

LEFF, E. (ed.). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. Siglo XXI. México, 1986.

LEHMANN, H. "La agenda pendiente para los nuevos escenarios". *Eco-eficiencia, los negocios en el próximo milenio*. Fundación Entorno. Madrid, 1999. Páginas: 29-33.

LEHNI, M. "El medio ambiente como factor clave de competitividad". *Eco-eficiencia, los negocios en el próximo milenio*. Fundación Entorno. Madrid, 1999. Páginas: 23-28.

LENZEN, M. "A modified ecological footprint method and its application to Australia". *Ecological Economics*. 2001. N.º 37. Páginas: 229-255.

LENZEN, M. "On the bioproductivity and land-disturbance metrics of the Ecological Footprint". *Ecological Economics*. 2006. N.º 20.

LENZEN, M. y MURRAY, S. "The Ecological Footprint- Issues and Trends". *ISA Research Paper*. Sydney, 2003. N.º 01-03. Páginas: 1-27.

LOBÓN-CERVIÁ, J.; ELVIRA, B. y GRANADO-LORENCIO, C. *Fishes and their Environment*. Proceedings of the 8 th Congress of Societas Europaea Ichthyologorum (SEI) (Oviedo, Spain, September 26 - October 2, 1994). Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía (21). Madrid, 1996. Páginas: 308.

LOVINS, A. B. "Más riqueza con menos carbono". *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas: 74-84.

LOVINS, A. B. y CRAMER, D. R. "Hydrogen and the Automotive Revolutions". *International Journal of Vehicle Design*. 2002. Vol. 35 (1-2). Páginas: 50-85.

LOVINS, A. B.; DATTA, E. K.; BUSTNESS, O. E.; KOOMEY, J. G. y GLASGOW, N. J. *Winning the Oil Endgame*. Rocky Mountain Institute. 2004.

LOZANO, R. *Modelos de crecimiento endógeno: externalidades del capital humano*. Segundo Encuentro Internacional sobre Economía, educación y cultura. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

LUMSDEN, CH. y WILSON, E. *Genes, Mind and Culture: the coevolutionary Process*. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass., 1981.

- MANTECA, V. "La contingentación de caladeros". *Ruta pesquera*. 2003. N.º 39. Páginas: 10-11.
- MARAÑÓN, E.; IREGUI, G.; DOMÉNECH, J. L.; FERNÁNDEZ-NAVA, Y. y G.-ARENALES, M. "Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos". *OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*. Grupo eumed.net. Universidad de Málaga. N.º 4, 2.º trimestre/2008. Dossier especial huella ecológica. ISSN: 1988-2483. Páginas: 26.
- MARGULIS, L. y SAGAN, D. *Captando genomas. Una teoría sobre el origen de las especies*. Editorial Kairós. Barcelona, 2003. Páginas: 308.
- MARÍ, V. M. *Globalización, nuevas tecnologías y comunicación*. Ediciones de la Torre. Madrid, 1999.
- MARTÍNEZ ALIER, J. "Ecology and the poor: a neglected issue in Latin American History". *Journal of Latin American Studies*. 1991. N.º 23(3). Páginas: 621-640.
- MARTÍNEZ ALIER, J. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Icaria Editorial. Barcelona, 1992.
- MARTÍNEZ ALIER, J. *Introducción a la economía ecológica*. Rubes Editorial. Barcelona, 1999. Páginas: 142.
- MATHER, A. M. *Global Forest Resources*. Belhaven Press. Londres, 1990.
- MATSUDA, Y. *Marine Ranching in Japan. From Salmon to Red Sea Bream*. Proceedings of the JIFRS/IIFET/ZENGYOREM Symposium on Fisheries Management. 1991. Páginas: 159-189.
- MATTHEWS, E. "Global vegetation and land-use: new high-resolution data bases for climate studies". *Journal of Climate and Applied Meteorology*. 1983. N.º 22. Páginas: 474-487.
- MAX-NEEF, M. "Economic growth and quality of life: a threshold hypothesis". *Ecological Economics*. 1995. N.º 15. Páginas: 115-118.
- MCÉLROY, M. *The Social Footprint. Proof of Concept*. Center for Sustainable Innovation. Draft 1.2. 2006a ([www.sustainableinnovation.org](http://www.sustainableinnovation.org)).
- MCÉLROY, M. *Re-casting The Triple Bottom-Line. Introducing the Quotients Approach to Sustainable Measurement and Reporting*. Center for Sustainable Innovation. Draft 7.1. 2006b ([www.sustainableinnovation.org](http://www.sustainableinnovation.org)).
- MCÉVOY, A. F. *The fisherman's problem: Ecology and law in the California fisheries*. Cambridge University Press. New York, 1986.

MCGOODWIN, J. R. *Crisis in the World's Fisheries*. Stanford University Press. California, 1990.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L. y RANDERS, J. *Más allá de los límites del crecimiento*. Círculo de Lectores. Barcelona, 2002. Páginas: 355.

MEADOWS, D. H.; MEADOW, D. L.; RANDERS, J. y BEHRENS, W. *The Limits to Growth*. Universe Books. New York, 1972.

MEHMET, O.; TAHIROGLU, M. y LI, E. *Social Capital Formation in Large-scale Development Projects*. The Canadian Journal of Development Studies. 2002. Páginas: 1-19.

MIELNIK, O. y GOLDEMBERG, J. *The evolution of the "carbonization index" in developing countries*. Energy Policy. 1999. N.º 27. Páginas 307-308.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *Hacia una gestión sostenible del litoral español*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 2005. Páginas: 59.

MITCHELL, R. C. y CARSON, R. T. "Using surveys to value public goods: the contingent valuation method". *Resources for the Future*. Washington, D.C., 1989.

MUNRO, G. "The management of shared fishery resources and under extended jurisdiction". *Marine Resources Economics*. 1987. N.º 3. Páginas: 271-296.

MUÑOZ, M.; DEL PINO, O.; AGUDO, R. y MONTERO, G. *Cuantificación del CO<sub>2</sub> fijado por las principales especies forestales arbóreas en Andalucía*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente (22-26 de noviembre de 2004). CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 15.

MYERS, N. y KENT, J. *Perverse Subsidies: How Tax Dollars Can Undercut the Environment and the Economy*. Island Press. Washington, D. C., 2001.

NEREA, E. *La huella ecológica de Donostia-San Sebastián. En el camino hacia el desarrollo sostenible*. Ayuntamiento de San Sebastián, Negociado de Medio Ambiente. San Sebastián, 2003 ([http://www.ingurumena.net/Descarga/sostlocal/donosti\\_huellaeco.PDF](http://www.ingurumena.net/Descarga/sostlocal/donosti_huellaeco.PDF); último acceso, julio 2004).

NICHOLLS, C. "Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas". *Agroecología*. Murcia, 2006. Vol. 1. Páginas: 37-48.

NONAKA, I. Y KONNO, N. *The concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation*. California Management Review. 1998. Vol. 40, N.º 3.

NORDHAUS, W. D. *To Slow or Not To Slow: The Economics of the Greenhouse Effect*. The Economic Journal. 1991. Vol. 101. Páginas: 920-937.

- O'NEILL, J. *Ecology, policy and politics*. Routledge. Londres, 1993.
- ODDONE, C. N. y GRANATO, L. *¿Deudas de vida o deudas debidas?: la deuda ecológica que nos deben*. Segundo Encuentro Internacional sobre “Desarrollo sostenible y población”. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio de 2004 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- ODDONE, C. N. y GRANATO, L. *Valoración económica del medio ambiente*. Terceros Encuentros Internacionales sobre Desarrollo sostenible y población. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio 2006. Páginas: 10 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- ODUM, H. T. *Environment, power and society*. Wiley. New York, 1971.
- OLIVEROS, A.; LÓPEZ, A. y HERNÁNDEZ, M. *Bosques y cambio climático: la función de los bosques como sumideros de carbono y su contribución al cumplimiento del Protocolo de Kioto por parte de España*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente (22-26 de noviembre de 2004). CD-ROM. Madrid, 2004. Páginas: 20.
- PACHOLSKY, J. *The ecological footprint of Berlin (Germany) for the year 2000*. Thesis for an MSC in Environmental Management at Stirling University, Scotland (under supervision of Dr. Ian Moffatt). 2003 ([http://www.gdrc.org/uem/footprints/berlin-eco\\_footprint.doc](http://www.gdrc.org/uem/footprints/berlin-eco_footprint.doc); último acceso, agosto/2005).
- PARLAMENTO EUROPEO. *Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2002, sobre la aplicación de la gestión integrada de las zonas costeras en Europa*. Diario Oficial n.º L 148. Bruselas, 2002. Páginas: 24-27.
- PATEL, J. “Green sky thinking”. *Environment Business*. 2006. N.º 122. Páginas: 32-32.
- PEARCE, D. y TURNER, R. K. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheat. New York, 1990.
- PEARCE, D. *Economic values and the natural World*. Earthscan Publications. Londres, 1993.
- PEARCE, D. “The Development alternative”. *The Economic Value of Biodiversity*. IUCN. Earthscan Publications. Londres, 1994.
- PERONA, A. *Entre el liberalismo y la socialdemocracia. Popper y la “sociedad abierta”*. Editorial Anthropos. Barcelona, 1993. Páginas: 248.
- PETRAS, J. *Las estrategias del imperio: los EEUU y América Latina*. Hiru. Hondarribia, 2000.
- PIMM, S. L. y JENKINS, C. *Conservación de la biodiversidad*. Investigación y Ciencia. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas 34-41.

- PNUD. *Informe sobre desarrollo humano 1993*. CIDEAL. Madrid, 1993.
- PNUD. *Informe sobre desarrollo humano 1995*. Harla, México, 1995.
- PNUMA. *Cambio climático: una visión general*. Nuestro Planeta. 1991. N.º 4, Tomo 3. Páginas: 4-7.
- POLAK, P. *Agricultura del Tercer Mundo*. Investigación y Ciencia. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas: 42-49.
- POST. "Carbon footprint of electricity generation". *POSTnote 268*. Parliamentary Office of Science and Technology, London (UK), October, 2006 (<http://www.parliament.uk/documents/upload/postpn268.pdf>).
- PUTNAM, R. D. *Making Democracy Work. Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press. Princeton (NJ), 1993.
- PUTNAM, R. D. "Bowling Alone: America's Declining Social Capital". *Journal of Democracy*. 1995. Vol. 6. Páginas: 65-78.
- RAMOS, A. *Trabajos de campo en la reserva marina de Tabarca (Alicante)*. Universidad de Alicante. Alicante, 1994. Páginas: 96.
- RAMOS-MARTÍN, J. *Historical analysis of energy intensity of Spain: from a "conventional view" to an "integrated assessment"*. *Population and Environment*. 2001. Vol. 22. Páginas: 281-313.
- RAMOS-MARTÍN, J. *Intensidad energética de la economía española: una perspectiva integrada*. *Economía Industrial*. 2003. N.º 351. Páginas: 59-72.
- RAVENTÓS, D. *La renta básica. Por una ciudadanía más libre, más igualitaria y más fraterna*. Ariel. Barcelona, 2001.
- REAL, G. *Sostenibilidad medioambiental en el ámbito portuario*. Actas del XI Congreso de Tráfico Marítimo y Gestión Portuaria (Cartagena, mayo de 2005). Organismo Público Puertos del Estado. Madrid, 2005. Páginas: 19-30.
- REES, W. y WACKERNAGEL, M. *Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth*. New Society Publishers. Canadá, 1996.
- RELEA, F. y PRAT, A. *Aproximación de la huella ecológica de Barcelona: resumen de los cálculos y reflexiones sobre los resultados*. Comisión de Medio Ambiente y Servicios Urbanos del Ayuntamiento de Barcelona, 1998. Página 10.
- RIFKIN, J. *The End of Work*. Tarcher/Putman Ed. New York, 1995. Páginas: 350.
- ROBERTS, C. M.; BOHNSACK, J. A.; GELL, F.; HAWKINS, J. P. y GOODRIDGE, R. "Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries". *Science*. 2001. Vol. 294. Páginas: 1920-1923.

- ROBERTS, C. M. y HAWKINS, J. P.: *Reservas Marinas totalmente protegidas: una guía*. Callum M. Roberts y Julie P. Hawkins, ed. Washington, 2000. Páginas: 143.
- ROBERTS, S. *The Potencial of the Non-wood Fibre Paper Sector*. IIED. Londres, 1996.
- ROSEN, C. y otros. *Recursos Mundiales 2002, la guía global del planeta*. ECOESPAÑA. Madrid, 2002. Páginas: 407.
- ROSEN, C. y otros. *Recursos Mundiales 2004. Decisiones para la Tierra: equilibrio, voz y poder*. ECOESPAÑA y Fundación Biodiversidad. Madrid, 2004. Páginas: 315.
- ROWLANDS, I. H. y GREENE, M. *Global Environmental Change and International Relations*. Millennium Publishing Group. Londres, 1992.
- RUSSELL-HUNTER, W. D. *Productividad acuática*. Editorial Acribia. Zaragoza, 1973. Páginas: 273.
- RYTHER, J. H. "Photosynthesis and fish production in the sea". *Science*. 1969. N.º 166. Páginas: 72-76.
- SACHS, J. "¿Podrá erradicarse la pobreza extrema?" *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 2005. N.º 350. Páginas: 18-27.
- SAFINA, C. "Las pesquerías mundiales en peligro". *Investigación y Ciencia*. Barcelona, 1996. N.º 233. Páginas: 6-14.
- SALAMANCA, J. "Reabierto el debate sobre la transferibilidad de los derechos de pesca". *Mar*. 2000. N.º 386. Páginas: 14-17.
- SAMPEDRO, J. L. y BERZOSA, C. *Conciencia del subdesarrollo veinticinco años después*. Taurus. Madrid, 1996. Páginas: 285.
- SÁNCHEZ DE LAMADRID, A.; ZARAGOZA, V. y VIOQUE, J. E. *Producción de doradas (Sparus aurata L.) para repoblación en el litoral suratlántico andaluz*. Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura. 1995. Páginas: 879-884.
- SANZ, M. *La agricultura ecológica como sumidero de CO<sub>2</sub>: sus efectos sobre el cambio climático*. Actas del V Congreso SEAE/I Congreso Iberoamericano de Agroecología, SERIDA/SEAE. Asturias, 2002. Páginas 65-72.
- SANZ, M. T. *El aprendizaje: una reflexión sobre sus objetivos a propósito del proceso de Bolonia*. Segundo Encuentro Internacional sobre Economía, educación y cultura. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- SCHLESINGER, W. H. "Carbon sequestration in Soils". *Science*. 1999. N.º 284. Páginas: 2095-2095.

SCHMIDT-BLEEK, F. *La necesidad de nuevos conceptos: Factor 10*. Eco-eficiencia, los negocios en el próximo milenio. Fundación Entorno. Madrid, 1999. Páginas: 15-22.

SCHRÖDER, P. "Carbon storage benefits of agroforestry systems". *Agroforestry Systems*. 1994. N.º 27. Páginas: 89-97.

SEI AND WWF. *The Carbon Footprints of Local Authorities in England, forthcoming*. 2007.

SELDEN, T. y SONG, D. "Environmental quality and development: is there a kuznets curve for air pollution emissions?" *Journal of Environmental Economics and Management*. 1994. N.º 27. Páginas: 147-162.

SLESSER, M. *Energy in the economy*. McMillan. Londres, 1979.

SOLBERG, B. *Long-Term Trends and Prospects in World Supply and Demand for Wood and Implications for Sustainable Forest Management*. European Forest Institute. Joensuu, Finlandia, 1996.

SORIA, R. *Cultura y organización: fuentes trayectoria y una propuesta conceptual*. Segundo Encuentro Internacional sobre Economía, educación y cultura. eumed.net. Universidad de Málaga. Febrero 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).

STIGLITZ, J. E. *El malestar de la globalización*. Taurus. Madrid, 2002.

STOLTON, S. y JEANRENAUD, J. P.: *Pulp Fact, The Environmental and Social Impacts of the Pulp and Paper Industry*. World Wide Fund for Nature. Gland, Suiza, 1995.

STOTTRUP, J. *Stocking: actual situation and prospects for the marine environment*. Aquaculture Europe. 1996. Vol. 20 (3). Páginas: 6-11.

STREETEN, P. *Development Perspectives*. McMillan Publishers. Londres, 1981.

SUMAILA, U. R. *Cooperative and non-cooperative exploitation of the Arco-Norwegian cod stock*. Environmental and Resources Economics. 1997. N.º 10. Páginas: 147-165.

SVEDIN, U. *The Contextual Features of the Economy-Ecology Dialogue*. En Folke, C. and Kaberger, T. (eds.). Linking the Natural Environment and the Economy. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 1991.

SYLOS, P. *Subdesarrollo y economía contemporánea*. Editorial Crítica. Barcelona, 1984. Páginas: 229.

TAMAMES, R. *Curso de Economía*. Alhambra Longman. Madrid, 1992. Páginas: 409.

TEILHARD DE CHARDIN, P. *El fenómeno humano*. Revista de Occidente. Madrid, 1958. Página 388.

- TERRADAS, J. *¿Barcelona sostenible? De los años 70 al 2000*. CREA. Universidad Autónoma de Barcelona. Fórum Cívico Barcelona Sostenible. Barcelona, 1998.
- THE WORLD BANK. *What is Social Capital?* PovertyNet. 1999 (<http://www.world-bank.org/poverty/scapital/whatsc.htm>).
- THIERRY, J. M. *Brise-lames flottants au Japon*. Aqua Revue. 1986. N.º 9. Páginas: 35-38.
- THORPE, A.; IBARRA, A. y REID, C. *The new economic model and fisheries development in Latin America*. Research Paper. Cemare, University of Portsmouth. 1999. N.º 141.
- TRUCOST. *Carbon Counts: The Trucost Carbon Footprint Ranking of UK Investment Funds*. London, 2006.
- TURNER, R. K. y PEARCE, D. *Sustainable economic development: economic and ethical principles*. En Barbier, E. D. (ed.). *Economics and ecology: new frontiers and sustainable development*. Chapman and Hall. Londres, 1993. Páginas 177-194.
- TURNER, R. K. "Economics of wetland management". *Ambio*. 1991. N.º 20. Páginas: 59-63.
- VALARINI, P. J. *La agricultura ecológica contribuye al desarrollo perdurable. Estudio comparativo en Brasil*. La fertilidad de la Tierra. Estella, 2005. N.º 20. Páginas: 42-43.
- VALLEJO-NÁJERA, J. A. *Guía práctica de psicología*. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, 1996. Páginas: 777.
- VAN BASTALAER, T. *Does Social Capital Facilitate the Poor's Access to Credit? A Review of Microeconomic Literature*. Social Capital Initiative Working Paper 8. Social Policy Dept., World Bank. 1999.
- VAN DER BERG, E. "Enric Sala: ¿Cuánto vale la vida marina?" *National Geographic*. Barcelona, 2007. Vol. 20, n.º 4.
- VAN PARIJS, P (ed.). *Arguing for Basic Income*. Verso. Londres, 1995.
- VEGA, I. *La encrucijada de los bosques tropicales*. GEO. 2007. N.º 243. Páginas: 64-81.
- VEGARA, J. M. *Medio ambiente, innovación y cambio tecnológico, una aproximación*. Actas del IV Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 1998. Página 4.
- VILLASANTE, C. S. y CARBALLO, A. *A xestión sustentable das pesquerías: resultados tras 20 anos e Política Pesqueira Comunitaria*. Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo sostenible y población. eumed.net. Universidad de Málaga. Julio 2006 (<http://www.eumed.net/eve/pedirinformes.php>).
- VITOUSEK, P.; EHRLICH, P.; EHRLICH, A. y MATSON, P. *Human appropriation of the products of photosynthesis*. Bioscience. 1986. N.º 34 (6). Páginas 368-373.

WACKERNAGEL, M. *The Ecological Footprint of Santiago de Chile*. Local Environment. 1998a. Vol. 3 (1). Páginas: 7-25 (hoja de cálculo: <http://www.iclei.org/ICLEI/SANTIAGO.XLS>; último acceso, marzo/2005).

WACKERNAGEL, M. *Hoja de cálculo de la huella ecológica de Italia*. 1998b (<http://www.iclei.org/ICLEI/ef-ita.xls>; último acceso, marzo/2005).

WACKERNAGEL, M.; DHOLAKIA, R.; DEUMLING, D. y RICHARDSON, D. *Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint V. 2.0*. Marzo 2000 ([http://great-change.org/ng-footprint-ef\\_household\\_evaluation.xls](http://great-change.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls); último acceso, noviembre/2005).

WACKERNAGEL, M. (y otros 10 autores). *Europe 2005: The Ecological Footprint*. WWF European Policy Office. Bruselas, Bélgica, 2005a. Páginas: 26.

WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, CH.; MORAN, D.; WERMER, P.; GOLDFINGER, S.; DEUMLING, D. y MURRAY, M. *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method*. Global Footprint Network. 2005b. Página 10. ([www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org); último acceso: diciembre/2005).

WEISSMAN, R. y MOKHIBER, R. *Corporate Predators: the Hunt for Megaprofits and the Attack On Democracy*. Common Courage Press. Monroe, Maine, 1999.

WIEDMANN, T.; BARRET, J. y LENZEN, M. "Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses". *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff, 8-10 May, 2007. Páginas: 1-20.

WIEDMANN, T. y LENZEN, M.: "On the conversión between local and global hectares in Ecological Footprint analysis". *Ecological Economics*. 2006. N.º 20.

WIEDMANN, T.; MINX, J.; BARRET, J. y WACKERNAGEL, M. "Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis". *Ecological Economics*. 2006. N.º 56. Páginas: 28-48.

WILLIAM, D. *Coevolution: Genes, culture and human diversity*. Stanford University Press. Stanford, CA, 1991.

WILSON, E. *Sociobiología. La nueva síntesis*. Omega. Barcelona, 1980.

WÖBKING, W. *Niños más inteligentes*. Oasis. Barcelona, 1996. Páginas: 107.

WOLFENBARGER, L. L. y PHIFER, P. R. "The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants". *Science*. 2000. Vol. 290. Páginas: 2088-2093.

WOOLCOCK, M. "Social Capital and Economic Development: Toward a Theoretical Synthesis and Policy Framework". *Theory and Society*. 1998. Vol. 27 (2).

WOOLCOCK, M. y NARAYAN, D. "Social Capital: Implications for Development Theory, Research and Policy". *The World Bank Research Observer*. 2000. Vol. 15 (2).

YUNUS, M. *Social Business Entrepreneurs Are the Solution* (<http://www.grameen-info.org/bank/socialbusinessentrepreneurs.htm>; creada en 1998; última modificación, 2005-08-20; último acceso, 2007-06-16).

ZIEGLER, J. *Los nuevos amos del mundo*. Editorial Destino. Barcelona, 2003.

## Otras fuentes de consulta

Accountability, Promoting accountability for sustainable development (<http://www.accountability21.net/>; último acceso, septiembre/2007).

Autoridad Portuaria de Gijón (<http://www.puertogijon.es/>; último acceso, septiembre/2007).

Base de datos de comercio exterior. Cámaras de Comercio (<http://aduanas.camaras.org/>; último acceso, septiembre/2007).

Canalsolidario.org. Comunicación para el cambio social (<http://www.canalsolidario.org/web/sp/?id=449>; último acceso, septiembre/2007).

CeroCO2. Iniciativa para el cuidado del clima (<http://www.ceroco2.org/>; último acceso septiembre/2007).

Código de Conducta Ambiental. European Sea Ports Organization. Versión española. Puertos del Estado. Madrid, 2005. Página 32.

Compras ecológicas. Manual sobre la contratación pública ecológica. Comisión Europea ([http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/handbook\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/handbook_es.pdf); último acceso, septiembre/2007).

Congreso Nacional de Medio Ambiente; publicaciones (<http://www.conama8.org/conama8/index.php>; último acceso, septiembre/2007).

KITZES, J.; PELLER, A.; GOLDFINGER, S. y WACKERNAGEL, M. *Current Method for Calculating National Ecological Footprint Accounts*. Science for Environment & Sustainable Society. 2007. Vol. 4. N.º 1. Páginas 1-9.

ECO2nomía. Liderazgo empresarial hacia una economía baja en carbono. Fundación Entorno. Consejo Empresarial Español para el Desarrollo Sostenible. Madrid, 2007. Páginas 61.

EMAS, The Eco-Management and Audit Scheme ([http://ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm); último acceso, agosto/2007).

Encuentros virtuales de economía. Universidad de Málaga  
(<http://www.eumed.net/eve/>; último acceso, septiembre/2007).

Estudio de Ecoeficiencia. Autoridad Portuaria de Gijón. Mayo 2005.

Estudio multisectorial sobre el estado de la responsabilidad corporativa de la gran empresa en España. Club de Excelencia en Sostenibilidad. Madrid, 2007. Página 89  
([www.clubsostenibilidad.org](http://www.clubsostenibilidad.org)).

European Environment Agency  
(<http://www.eea.eu.int>; último acceso, septiembre/2007).

European Union Eco-label Homepage  
([http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm);  
último acceso septiembre/2007).

Foro europeo de sostenibilidad  
([http://circa.europa.eu/Public/irc/env/action\\_climat/home](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/action_climat/home);  
último acceso, septiembre/2007).

Global Footprint Network  
(<http://www.footprintnetwork.org/>; último acceso, septiembre/2007).

Global Reporting Initiative (GRI)  
(<http://www.globalreporting.org/Home>; último acceso, septiembre/2007).

Guía de indicadores medioambientales para la empresa. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Ministerio Federal de Medio Ambiente. Berlín, 1999.

Guía de la OCDE para las empresas multinacionales. OCDE.  
([http://www.oecd.org/department/0,3355,en\\_2649\\_34889\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/department/0,3355,en_2649_34889_1_1_1_1_1,00.html);  
último acceso, septiembre/2007).

Intergovernmental Panel on Climate Change  
(<http://www.ipcc.ch/>; último acceso, septiembre/2007).

Libro blanco sobre la responsabilidad social de las empresas  
([http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/gpr/2001/com2001\\_0366es01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/gpr/2001/com2001_0366es01.pdf);  
último acceso, mayo/2007).

Memoria Anual del Puerto de Gijón (años 2000 a 2006). Autoridad Portuaria de Gijón.

Pacto Mundial Global Compact. Naciones Unidas  
(<http://www.pactomundial.org>; último acceso, septiembre/2007).

Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2007. Naciones Unidas  
([http://www.onu.org.pe/upload/documentos/MDG\\_Report\\_2007-r2.pdf](http://www.onu.org.pe/upload/documentos/MDG_Report_2007-r2.pdf);  
último acceso, septiembre/2007).

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
(<http://www.undp.org/spanish/>; último acceso, septiembre/2007).

Política Marítima Europea  
(<http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/>; último acceso, septiembre/2007).

Red de economía alternativa y solidaria  
(<http://www.economiasolidaria.org/>; último acceso, septiembre/2007).

Social Accountability International  
(<http://www.sa-intl.org/index.cfm?&stopRedirect=1>; último acceso, julio/2007).

United Nations Environment Networks  
(<http://www.unep.net>; último acceso, septiembre/2007).

## Normativa y reglamentación

UNE-EN ISO 14001 *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001:2004).*

UNE-EN ISO 14040:2000 *Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.*

UNE 150103 *Sistemas de gestión ambiental. Guía para la implantación de sistemas de gestión ambiental conforme a UNE-EN ISO 14001 en entornos portuarios y requisitos adicionales para el registro en el Reglamento EMAS.*

UNE 150301 *Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño.*

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de, 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Directiva 4/2003/CE, de 28 de enero, relativa al acceso del público a la información medioambiental y por la que se deroga la Directiva 90/313/CE del Consejo.

Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales (DO N.º L 143, de 30 de abril de 2004. Página 56).

Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación (BOE N.º 157, de 2 de julio de 2002).

Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE N.º 208, de 28 de agosto de 2004).

El cambio climático que ya nos afecta a todos, unido a un cambio social marcado por la globalización, justifican la urgente necesidad de iniciar una nueva etapa de lo que, más allá del desarrollo, podríamos denominar **evolución sostenible**.

Este libro, con una nueva visión totalmente práctica, y de manera inédita en España, trata estos temas y nos marca las pautas para frenar y corregir nuestros comportamientos a través de:

- **La huella ecológica:** una potente herramienta que se ha extendido en pocos años por muchos países, y que marca con claridad cómo ser o no ambientalmente sostenible, cómo aplicarla en las empresas u organizaciones, y cómo con ella todo el impacto se puede convertir en hectáreas de naturaleza consumidas o en emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>, lo cual está acorde con las exigencias del Protocolo de Kioto. Se incluye un CD-ROM que contiene dicha herramienta, y que puede ser utilizada directamente y de forma muy sencilla.
- **La huella social:** cómo conocer nuestra responsabilidad en el desempleo global y cómo paliar la creciente desigualdad socio-económica, sobre todo a través de herramientas como la Responsabilidad Social Corporativa y los Mecanismos de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto.
- **La huella cultural:** cómo conocer nuestra responsabilidad en la carencia de **conocimiento global** y cómo actuar para completar y ampliar el concepto de desarrollo sostenible.
- **La huella del carbono:** en esta nueva edición se destaca su importancia, debido a que es una de las principales aplicaciones de la huella ecológica con la que las empresas podrán incrementar su competitividad y posicionarse adecuadamente para asumir los inminentes retos del cambio climático.

