

Curso 1993/94
HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

CARLOS CASTILLA GUTIÉRREZ

**Economía ecológica: estudio de valoración
de los ecosistemas forestales de Canarias**

Director
FEDERICO AGUILERA KLINK



SOPORTES AUDIOVISUALES E INFORMÁTICOS
Serie Tesis Doctorales

valoración.....	123
1.3.3. La irreversibilidad, punto crítico en el dilema de la valoración mediambiental	132
1.3.3.1. Diferentes enfoques de la Cuestión	133
1.3.3.2. Precisiones conceptuales	138
1.3.3.3. Análisis económico	143
1.3.3.4. El beneficio de oportunidad de la conservación	156
1.3.3.5. Implicaciones de política económica	158
1.3.4. Conclusión sobre la valoración.....	161
 CAPITULO 2. OPCIONES PARA LA GESTION AMBIENTAL.....	163
2.1. Introducción.....	163
2.2. Opciones de gestión.....	169
2.2.1. El análisis coste-beneficio caso por caso.....	170
2.2.2. El Standard Mínimo de Seguridad.....	173
2.2.3. Los enfoques energéticos.....	177
2.2.4. Las funciones ambientales.....	182
2.2.5. El concepto de Desarrollo Sostenible..	187
 2.3. Propuesta de gestión para los montes de Canarias	193

2.3.1. Análisis coste-beneficio del Desarrollo Sostenible.....	195
2.3.2. El Análisis Coste-Beneficio Integral.....	197
2.3.3. Costes: Método de las funciones ambientales.....	199
2.3.4. Beneficios: doble planteamiento.....	202
2.3.5. Esquema metodológico.....	205
CAPITULO 3. BENEFICIOS DE LOS ECOSISTEMAS	
FORESTALES DE CANARIAS.....	206
3.1. Introducción.....	206
3.2. Funciones ambientales de los montes.....	213
3.2.1. Estudio de las funciones ambientales....	213
3.2.2. Conclusiones.....	303
3.3. Un enfoque alternativo.....	309
3.4. El incendio como caso especial.....	328
3.5. Reposición, repoblación, prevención.....	331
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	333
RECOMENDACIONES.....	339
BIBLIOGRAFIA.....	340

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciencia postnormal.....	30
Figura 2. Etica y política.....	33
Figura 3. Ciencia e intereses particulares.....	34
Figura 4. El impuesto pigouviano.....	54
Figura 5. Excedente del consumidor.....	61
Figura 6. Valor total estudio de valoración.....	73
Figura 7. Curva de recreación total.....	84
Figura 8. Curva de demanda recreativa.....	84
Figura 9. Economía y biosfera.....	165
Figura 10. Conceptualización de sistemas abiertos.	166
Figura 11. Traducción de costes físicos a monetarios	186
Figura 12. Esquema metodológico.....	205
Figura 13. El ciclo del agua.....	234
Figura 14. Comparación de esorrentías.....	249
Figura 15. Curva de demanda recreativa.....	284
Figura 16. Escenario 1: Deforestación total.....	323
Figura 17. Escenario 2: Deforestación parcial.....	324
Figura 18. Escenario 3: Deforestación local.....	325
Figura 19. Escenario 4: Degradación cualitativa...	326

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de valor.....	67
Cuadro 2. Métodos de valoración del medio ambiente.	71
Cuadro 3. Tipos de bosque de Canarias.....	208
Cuadro 4. Funciones ambientales pinar y laurisilva.	215
Cuadro 5. Árboles de la laurisilva.....	221
Cuadro 6. Especies forestales de uso medicinal.....	265
Cuadro 7. Beneficios de las funciones ambientales..	308

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cocientes lluvia horizontal/abierta.....	227
Tabla 2. Evapotranspiración por islas.....	237
Tabla 3. Zonas afectadas por lluvia horizontal y pluviosidad media.....	241
Tabla 4. Incremento de captación por precipitación horizontal.....	242
Tabla 5. Importancia relativa de la precipitación de niebla.....	243
Tabla 6. Beneficios incremento captación agua por islas.....	245
Tabla 7. Aprovechamientos forestales más importantes (S/C. de Tenerife)	269
Tabla 8. Fijación y emisiones de CO2 en Canarias..	300
Tabla 9. Incendios forestales en Canarias 77-85...	330

INTRODUCCION

AGRADECIMIENTOS. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a cuantas personas han colaborado para que pudiese llevar a cabo este trabajo de investigación:

A Federico Aguilera, director de la tesis, por su constante apoyo y, en especial, por su gran labor bibliográfica, a José M. Fernández-Palacios, gran colaborador en el campo ecológico, a Antonio Rodríguez y Pedro Padrón, edafólogos, a Antonio Díaz, físico de la atmósfera, a Pilar Méndez y Arnoldo Santos, del C.I.T.A., a Luis Santana, a Jesús Navarro, del Parque Ossorio, a Angel Fernández, del Parque Nacional de Garajonay, a Carlos Soler, hidrólogo, a José Luis Guerra, del Plan Hidrológico de Gran Canaria, a Azucena Hernández, del Instituto de Productos Naturales Orgánicos, a Pedro L. Pérez de Paz, del Departamento de Botánica de la Universidad de La Laguna, a Víctor Pérez, José M. Galeán, Carlos Suárez, Manolo Díaz y otras personas de la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.

1. OBJETIVOS. Este trabajo pretende analizar un tema destacado dentro de los cada vez más numerosos estudios que profundizan en el conocimiento de las relaciones entre la economía y el medio ambiente. En concreto, se aborda la valoración monetaria de éste en un momento donde asistimos a una verdadera proliferación de trabajos de esta naturaleza. Nuestro objetivo es cuestionar este tipo de valoración como guía adecuada para gestionar el medio ambiente, destacando sus graves limitaciones. Ahora bien, antes de enjuiciar cualquier sistema de gestión es necesario explicitar la ética de partida de nuestros planteamientos, dado que, distintos sistemas de valores llevarían a resultados diferentes. En este sentido, nuestra investigación parte de la aceptación de una ética concreta, que podemos resumir con el mantenimiento de la vida humana a largo plazo, sobre la cual se construye el análisis.

Se realiza entonces un desarrollo teórico que analiza las principales críticas que, desde nuestro punto de vista, pueden hacerse a la valoración monetaria del medio ambiente, recogidas por diversos autores, a las que añadimos el caso más extremo de incommensurabilidad: el de los fenómenos irreversibles, que ocuparán un lugar destacado dentro de nuestro planteamiento.

Posteriormente al estudio teórico de la valoración, se analizan brevemente las distintas opciones de gestión de los ecosistemas que han destacado hasta el momento. De entre ellas, destacamos el estudio de las funciones ambientales, que será parte fundamental en el resto de la investigación.

El estudio empírico que se lleva a cabo sobre los ecosistemas forestales de Canarias tratará de confirmar las limitaciones de la valoración monetaria y consistirá en el análisis de las funciones ambientales de los ecosistemas elegidos desde una doble perspectiva: el estudio a nivel físico y la valoración monetaria de las mismas. Las conclusiones obtenidas cuestionan seriamente la valoración monetaria como una fórmula adecuada para la gestión de los mismos, entendiendo por adecuada, aquella que cumple con la ética de partida de nuestro trabajo de investigación.

Finalmente, partiendo del principio ético de la sostenibilidad, se aplica la perspectiva utilizada para el estudio de la irreversibilidad al enfoque de las funciones ambientales, complementándolo. Se ofrece así una línea alternativa para la gestión de los ecosistemas elegidos que, sin embargo, es de aplicación más general. Todo ello se concretará en una serie de conclusiones y recomendaciones.

2. METODOLOGIA. Se hace necesaria una aclaración sobre el concepto de Economía Ecológica para poder entender el área de investigación donde se inserta este trabajo. Como veremos seguidamente, la Economía Ecológica se sitúa en contraposición a la Economía Convencional u Ortodoxa, dominante en el ámbito académico, profesional y político, además de a nivel popular. Sin pretender una discusión epistemológica sobre la economía ortodoxa y la economía ecológica, es conveniente dar unas breves notas aclaratorias sobre ambas economías para situar mejor esta investigación.

Recordemos, primeramente, que los Economistas Clásicos ponían mucho énfasis en la Función de Producción, dando gran peso a la base física de esta última. Desgraciadamente, el ejemplo base de la agricultura, donde los granos de trigo se multiplicaban en la tierra aparentemente sin requerir materias primas en el proceso, hizo crear una imagen falsa de crecimiento que, finalmente, se fue extrapolando a otras áreas como la industria, etc., aislando progresivamente la idea de producción de su base física, imagen que aún perdura hasta nuestros días (Naredo, 1987). En efecto, la economía convencional funda sus raíces en la Economía Neoclásica, muy diferente de la clásica a pesar de su nombre. Los neoclásicos empezaron a destacar el papel de la demanda que, en su interacción con la oferta (producción), daba lugar a los precios, esquema central de esta economía. De esta forma, la

ciencia económica se habría ido convirtiendo paulatinamente en crematística y "...no es evidente que el estudio de la economía deba tener por objetivo central el estudio de los precios (y transacciones) que resultan de la interacción de individuos en el mercado" (Martínez Alier,1984).

Muy resumidamente, el esquema básico de la economía convencional supone que existe una dotación de recursos distribuida entre los agentes individuales (productores y consumidores) y unas preferencias también individuales que se consideran como "dadas". La interacción en el "mercado libre" (sin elementos perturbadores en su funcionamiento) a través de la competencia perfecta hará que el juego de la oferta y la demanda mediante el intercambio produzca la asignación más "eficaz" de los recursos escasos y el mayor bienestar para la sociedad. Veamos algunas de las características de este enfoque:

- La dotación de recursos (distribución de derechos de propiedad), así como las preferencias individuales son dadas y, por tanto, no se cuestionan ni se trata de estudiar o explicar su origen. Si las preferencias individuales son las que, expresadas en el mercado, producen finalmente la asignación de los recursos y "...si conservamos la definición de ciencia económica como el estudio de la asignación de recursos escasos a fines alternativos actuales y futuros..." (Martínez Alier,

1984), es un absurdo no considerar cuál es el origen o el proceso de formación social de dichas preferencias que serían así, productos sociales.

Por su parte, la distribución inicial de los derechos de propiedad, condicionados y condicionantes del marco institucional (instituciones, leyes, etc.) produce asignaciones diferentes según sea dicha distribución, con lo cual, nuevamente es absurdo que su estudio quede fuera de la economía si afecta a la asignación de los recursos (Bromley, 1982).

- La maximización individual del bienestar en base a las preferencias, expresadas en el mercado, produce la maximización del bienestar del conjunto de la sociedad, en una especie de suma de satisfacciones individuales. No se tiene en cuenta que, en primer lugar, esta suposición es falsa como sabemos por la teoría de juegos (recuérdese el famoso dilema del prisionero). En segundo lugar, hay objetivos sociales que lo son en cuanto a tales, es decir, no son considerados individualmente y, en tercer lugar, se identifica bienestar y consumo, excluyendo por tanto otras fuentes de satisfacción o valores de los recursos.

- El enfoque mecanicista que inspira a la economía convencional supone una linealidad y reversibilidad en los procesos económicos que no se da en la realidad, así, "La

teoría del mercado supone un comportamiento reversible, de manera que ante una relación dada de precios cabe una asignación de recursos que podrá alterarse ante nuevas señales de los precios. La flexibilidad supuesta por la teoría del mercado ha sido controvertida en economía en relación con la capacidad de flexibilización que poseen los factores de producción (capital y mano de obra); el medio ambiente se resiste aún más a un tratamiento flexible de este tipo." (Ruíz, 1985).

- La visión de Sistema Cerrado (también de origen mecanicista) supone una abstracción total del entorno físico. De esta manera, los recursos naturales son de carácter libre o ilimitados (o convertibles en ilimitados por medio de la tecnología), es decir, no se reconoce la finitud de los recursos naturales ni, por tanto, la posibilidad y consecuencias de su agotamiento.

Por otro lado, tampoco se estudian las implicaciones de los desechos del sistema productivo. La justificación de lo anterior descansa en una fe ciega en la tecnología, cuyo crecimiento (que se postula exponencial) acompañará al crecimiento de la producción y resolverá todos los problemas que surjan con respecto al medio físico.

Conscientes de estas y otras limitaciones de la economía

dominante, han existido excepciones por parte de algunos economistas que desde antiguo tuvieron en consideración algunas de ellas. Dejando de lado las teorías de Malthus, Mill, etc., podemos encontrar una seria crítica en Soddy (1922), quien atacó fundamentalmente la desconexión con la base física que tenían las teorías y políticas económicas. Más tarde a lo largo de este siglo seguirán varios intentos de adaptar la metodología de la economía convencional para incorporar el tema de los recursos naturales, pudiéndose hablar entonces de una Economía de los Recursos Naturales "...cuyo propósito general es extender las herramientas conceptuales de la economía convencional al tratamiento de los problemas derivados de la gestión de nuestro entorno físico" (Naredo, 1990).

Otros investigadores como Kapp (1974), que resaltó el carácter de sistema abierto frente a la consideración de la economía como un sistema cerrado o Georgescu-Roegen (1971) que, basándose en las leyes de la termodinámica, especialmente en la segunda ley o ley de la entropía dio, aunque no se reconozca aún lo suficiente, uno de los más duros golpes a los pilares de la economía ortodoxa, junto con algunos más, pueden ser considerados los precursores de la economía ecológica.

Llegados a este punto, podemos preguntarnos ¿qué es entonces la economía ecológica? Veamos algunas definiciones:

- "La economía ecológica estudia las relaciones entre los ecosistemas y el sistema económico en el sentido más amplio. Estas relaciones son el centro de muchos de nuestros problemas actuales más graves (capacidad de sostenimiento, lluvia ácida, calentamiento atmosférico, extinción de especies, distribución de la riqueza) pero de ellos no se ocupa ninguna disciplina existente. La economía de los recursos naturales y del medio ambiente como se practica normalmente abarca solamente la aplicación de la economía neoclásica a los problemas del medio ambiente y los recursos. La Ecología, como se practica normalmente, a veces trata de impactos humanos en los ecosistemas, pero la tendencia más común es estudiar los ecosistemas naturales. La Economía Ecológica trata de extender ambas áreas y superponerlas. Puede incluir economía del medio ambiente neoclásica y estudios de impacto medioambiental, pero también fomentará nuevas líneas de pensamiento acerca de las conexiones entre los sistemas económico y ecológico. Hemos elegido el nombre de Economía Ecológica para este área de estudio porque implica una visión extensa, ecológica, interdisciplinar y holística del problema del estudio y gestión de nuestro mundo" (Costanza, 1989).

- Por su parte, Proops (1989), da una definición similar: "La Economía Ecológica estudia cómo se relacionan los ecosistemas y la actividad económica. De esta definición es claro que el objeto central de la Economía Ecológica aborda

algunos de los problemas más serios con que nos enfrentamos hoy. El uso de combustibles fósiles y la concentración de dióxido de carbono, el vertido de residuos nucleares, las consecuencias de la ingeniería genética, la deforestación y extinción de especies; todos estos problemas necesitan de un enfoque económico-ecológico y son problemas graves de dimensiones globales."

Podemos deducir de las anteriores definiciones que el campo de la Economía Ecológica es extremadamente amplio, pues pretende explicar fenómenos de totalidad y lo cierto es que "...todos los aspectos de los sistemas complejos sólo pueden ser comprendidos a través de metodologías múltiples" (Norgaard, 1989). Esto significa que la Economía Ecológica es, necesariamente una ciencia interdisciplinar, siendo esta una de sus características definitorias. El economista necesitará de información y estudios de los ecosistemas, sociológico-antropológicos, etc. para poder realizar tareas de valoración, comparación de alternativas, implicaciones de política económica...

Aunque en un desarrollo ideal de la disciplina, tal vez "...los economistas necesitarán familiarizarse con las herramientas y conceptos de las ciencias naturales y los científicos naturales con los del análisis económico. Sólo cuando estas herramientas y conceptos hayan sido digeridos e

internalizados podrá existir un lenguaje y conceptos compartidos. Sólo entonces habrá la posibilidad para un diálogo fructífero a largo plazo." (Proops, 1989).

Nuestra propia experiencia como estudiosos de esta materia ha dado como uno de los resultados el hecho de que, a medida que se profundiza en los temas que la economía ecológica estudia, aparecen por sí solas las necesidades de información de otras disciplinas científicas o ramas que pasan a tener un papel fundamental para explicar los fenómenos, además de las dos iniciales; así, la Ética aparece cada vez más en la mayoría de los escritos sobre la materia, la Antropología Social, el estudio de las prácticas artesanales, la Historia, los estudios de Desarrollo, etc. La relación entre todas estas ramas del saber es cada vez mayor y el investigador encuentra en ellas importantísimos elementos explicativos de los fenómenos, incorporándolos a su análisis al que, de esta manera, enriquece.

Sin ningún ánimo reduccionista en una ciencia que se encuentra en una fase de desarrollo inicial, nos parece conveniente apuntar un concepto o idea que resume gran parte de su campo de aplicación, especialmente en relación al objetivo que se persigue: el Desarrollo Sostenible, que "..no es, en definitiva, nada más que la aplicación lógica de la economía ecológica" (Aguilera, Castilla y Sánchez, 1990). El término

Desarrollo Sostenible es bastante reciente y hace referencia la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias. Esta idea se ha ido convirtiendo en los últimos años en una especie de concepto central o piedra de toque de la economía ecológica, situándose en el polo opuesto de la economía convencional, uno de cuyos pilares fundamentales es el énfasis en el crecimiento económico "per se" con su indicador, el P.N.B. Este enfoque ignora completamente qué coste ambiental y de desaparición de recursos naturales impone el proceso de crecimiento económico. Dicho de otra manera, estas cuentas no recogen la degradación ambiental ni el agotamiento de los recursos naturales, suponiendo la inexistencia de ambas cuestiones. Sin embargo, incluyen como aumento del Producto Nacional las inversiones necesarias para protegerse de la contaminación. Es decir, a mayor contaminación, más inversiones para protegerse de ella, y por tanto, mayor producto nacional.

No obstante, a pesar de su aceptación general, el Desarrollo Sostenible no es enfocado ni aplicado de la misma forma por los diferentes autores. La dificultad de interpretar en términos concretos el concepto anterior, resaltada entre otros por Redclift (1987), no contradice el hecho de que la única alternativa posible a largo plazo para el Planeta debe estar ilustrada por este principio-guía de la sostenibilidad,

cuyo carácter es desde nuestra perspectiva, ético.

No podría comprenderse nuestro planteamiento si, previamente, no nos situáramos en el momento actual y su contexto a nivel mundial. Es por todos conocido el ambiente generalizado de "crisis" con que se suele asociar al momento presente que vive la Humanidad, crisis que no es nueva pero que cada vez se percibe como agudizada a todos los niveles (económico, ambiental, de valores, de modo de vida, etc.). Podemos considerar que esta crisis generalizada representa un "punto crucial", un punto de inflexión desde todas las perspectivas, dado que no ha sido posible ni se prevee que puedan resolverse los graves problemas que vivimos manteniendo los antiguos esquemas, planteamientos y soluciones.

En realidad, nos hallaríamos ante una crisis esencialmente de percepción: "Como la crisis que pasó la física de los años veinte, también ésta es consecuencia de nuestra tentativa de aplicar los conceptos de una visión anticuada del mundo (la visión mecanicista del mundo de la ciencia newtoniano-cartesiana) a una realidad que ya no puede comprenderse desde ese punto de vista. Hoy vivimos en un mundo caracterizado por sus interconexiones a nivel global en el que los fenómenos biológicos, psicológicos, sociales y ambientales, son todos recíprocamente independientes. Para describir este mundo de manera adecuada, necesitamos una

perspectiva ecológica que la concepción cartesiana del mundo no nos puede ofrecer. Por consiguiente, lo que necesitamos es un nuevo "paradigma", una nueva visión de la realidad; una transformación fundamental de nuestros pensamientos, de nuestras percepciones y de nuestros valores" (Capra, 1985).

Si vamos un poco más lejos en este planteamiento, podríamos considerar, como hipótesis, que estamos en una situación de caos generalizado (crisis global) que puede suponer la subida de un escalón evolutivo para la Humanidad, la aparición de una estructura nueva tras haber llegado a la dimensión crítica de las fluctuaciones del antiguo sistema, siguiendo el modelo de Prigogine.

Lo que si es más evidente es que esta situación especial requiere cada vez más una flexibilidad de las teorías, una metodología abierta a la originalidad de los planteamientos, la no sujeción a cánones que pueden restringir el avance del conocimiento. "Ahora procede volver a pensar libre y rigurosamente. No es pequeña novedad. Para los que nos movemos en ambientes académicos, (...) pensar equivale a escapar de ese enrarecido enclaustramiento que se llama "academicismo". El modo academicista de (no) pensar viene a ser una suerte de ortopedia mental en la que las presuntas formalidades epistemológicas ocultan la finalidad del saber: la comprensión de lo real y la orientación de la vida hacia la verdad"

(LLano, 1992).

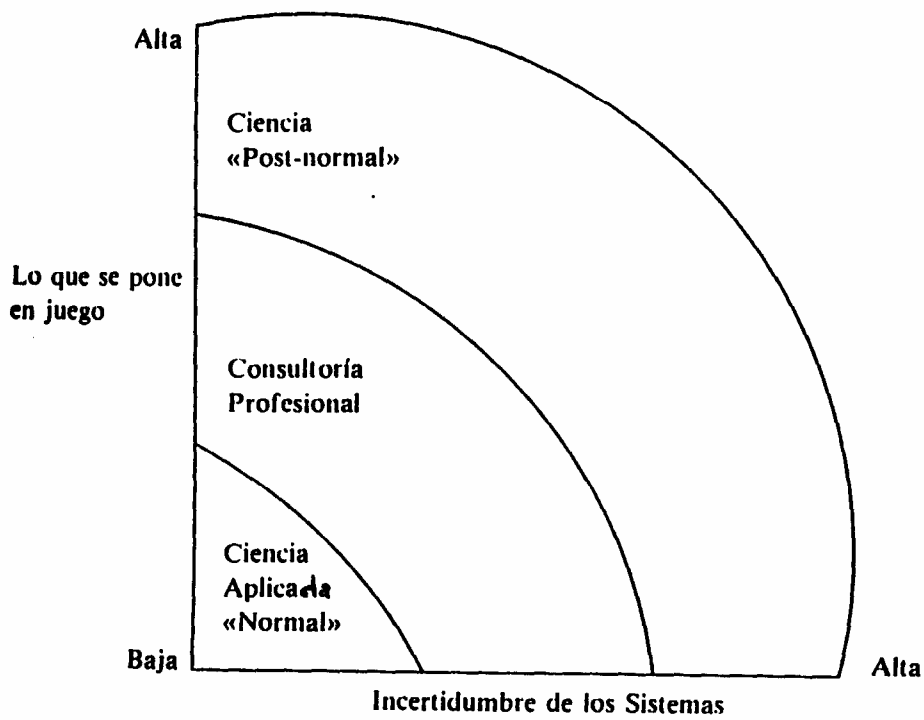
Por tanto, la ciencia no escapa a esta situación actual tan especial, "como nos recuerdan Funtowicz y Ravetz, los hechos son inciertos, los valores discutidos, lo que se juega es mucho y las decisiones son urgentes. Esta situación puede incomodarnos, estando acostumbrados a tratar más con certidumbre que con incertidumbre y a asumir que nos movemos en contextos sin valores y éticamente neutrales. De hecho, ése nunca ha sido el caso. Y ahora, no puede ser el caso" (Viederman, 1992). Es lo que los autores anteriores califican como "ciencia postnormal" caracterizada por una incertidumbre irreducible que hay que aceptar y una necesidad de decisiones rápidas dada la importancia de lo que está en juego. Estas características diferencian este tipo de ciencia de la ciencia normal en el sentido de Kuhn (ver fig. 1).

Algunas de estas características están presentes en el desarrollo metodológico del presente trabajo. En particular, además del carácter interdisciplinar (especialmente referido al apoyo de la biología), destacan algunos planteamientos que, como en el tratamiento de la irreversibilidad, suponen hipótesis originales y extremas, en el sentido de contradecir abiertamente el uso, al menos en ciertos, casos de instrumentos teóricos de general aceptación en economía, como el caso de la tasa de descuento. Esto a su vez es consecuencia de otra de las características de nuestra metodología, que

consiste, como veremos más detenidamente en el próximo punto, en la aceptación explícita de una ética de partida sobre la que se construye el posterior aparato teórico.

Tras el desarrollo teórico, de aplicación general para los ecosistemas, nos centramos en el estudio concreto de los montes de Canarias. La idea que subyace es la de determinar qué política de gestión debería aplicarse a estos ecosistemas de forma que el beneficio derivado (en sentido amplio, no monetario) sea el máximo para esta generación y las que la sucedan. Esta es una cuestión que no podría abordarse satisfactoriamente por la economía de tipo ortodoxo ni, por su parte, sólo por la biología. En el primer caso, la optimización económica convencional no es compatible con una óptica del mejor aprovechamiento a largo plazo de un ecosistema ni, por otro lado considera cuestiones como la propia supervivencia del ecosistema o del ser humano. En el segundo caso, la biología no puede explicar la mayoría de las interacciones del hombre con el resto de los elementos del entorno biofísico en el que vive y desarrolla sus actividades. Es pues, éste, un tema de estudio típico para esa disciplina que al principio del capítulo identificábamos como Economía Ecológica, o, si se prefiere, como una nueva visión de la economía.

FIGURA 1: CIENCIA POSTNORMAL



Fuente: Funtowicz, 1992.

3. LA DIMENSION ETICA. Actualmente se observa una tendencia creciente de la presencia de cuestiones éticas en muchas reuniones y congresos científicos. En el caso concreto de la economía y la ecología existen incluso revistas dedicadas a temas de ética relacionada con el medio ambiente (por ejemplo, la revista *Environmental Ethics*). Una posible explicación a esto podría buscarse en las características especiales del momento actual de crisis global de lo antiguo y aparición de nuevos valores y nuevos planteamientos en todos los órdenes, responsables de un tipo de ciencia que autores como Funtowicz califica de postnormal. Efectivamente y según el mismo autor, "el elemento ético es un elemento básico, más en la ciencia post-normal que en la ciencia aplicada normal. Por ejemplo, no hay que ser un experto en biología molecular para tener una posición sobre cuestiones de ingeniería genética que tienen que ver con la vida, la muerte, el sexo, la reproducción,... no son sólo un problema científico, sino que crean problemas de carácter ético, en los cuales todos somos expertos." (Funtowicz, 1992).

Hemos de aceptar que los seres humanos tenemos ideologías, consistentes en ciertas representaciones mentales que solemos llamar "visiones del mundo" (Gramsci, 1974). La ciencia no es ajena (de hecho, la hacen los seres humanos) a la influencia de las ideologías; en realidad, "Al trascender la división cartesiana, la física moderna no sólo ha invalidado el ideal

clásico de una descripción objetiva de la naturaleza, sino que también ha desafiado el mito de una ciencia desprovista de valores. Los modelos que los científicos observan en la naturaleza están íntimamente vinculados a los procesos de sus mentes, a sus conceptos, pensamientos y valores. Así pues, los resultados científicos que obtienen y las aplicaciones tecnológicas que investiguen siempre estarán condicionados por su estado de ánimo. Si bien es cierto que las detalladas investigaciones que realizan no dependen explícitamente de su sistema de valores, el paradigma dentro del cual éstas se mueven jamás estará libre de valores. Por tanto, los científicos no sólo tienen una responsabilidad intelectual por sus investigaciones, sino también una responsabilidad moral." (Capra, 1985).

Esta ideología, presente en el origen de cada perspectiva científica, puede ser concretada en un sistema de valores o una ética particular, que a su vez será el origen de un sistema de objetivos. De esta forma, sin profundizar en unos temas de los que se ocupa de manera más satisfactoria la filosofía, podemos decir que una ética concreta supone unos objetivos que se harán prácticos por medio de una determinada política. Lo que hemos visto se ilustra en la figura 2:

FIGURA 2: ETICA Y POLITICA

Ideología --> Ética --> Ciencias --> Objetivos --> Política

Nos encontramos entonces con un problema importante para la sociedad, al menos desde el punto de vista de las ciencias: la no explicitación de su ética. La pretendida neutralidad de las ciencias, incluso de las ciencias sociales como la economía oculta, sin embargo, éticas concretas que, de hecho, son la base de la política que se sustenta en los postulados y recomendaciones de la ciencia en cuestión. Por tanto, un primer paso necesario sería "poner las cartas sobre la mesa", es decir, explicitar la ética o sistema de valores de partida para su contrastación con el interés social. De otra forma, se corre el riesgo de que, bajo una falsa ciencia aséptica y objetiva se estén defendiendo, justificando y persiguiendo unos valores y unos objetivos que lo son para unos grupos determinados, sin una ratificación social verdadera. Se busca incluso una difusión popular de base pseudocientífica para obtener una aprobación popular inconsciente pero segura. El proceso se ilustra en la fig.3:

FIGURA 3: CIENCIA E INTERESES PARTICULARES

Intereses--> Objetivos--> Ética--> Ciencia--> Difusión
popular

Si esto es cierto para la ciencia en general, lo es especialmente para las ciencias sociales, donde incluimos a la economía. En el caso de la economía, sus elaboraciones dentro del paradigma dominante son cada vez más matemáticas en un afán de cientifismo y supuesta racionalidad (individual), cuando "es prácticamente imposible hallar un comportamiento (humano o de cualquier otra criatura) que no fuese irracional de acuerdo con algún criterio normativo" (Georgescu-Roegen, 1971).

De hecho, la economía convencional parte de una ética muy concreta, aunque no debidamente explicitada¹, que, por simplificar denominaremos "la ética del mercado". Realmente, "A pesar de las reiteraciones de su carácter no valorativo, como una ciencia positiva, la producción y el intercambio tal como existen en el capitalismo se toman como patrón normativo" (Hunt y Schwartz, 1972). Es decir, que la economía ejerce una función legitimadora del orden social establecido, justificándolo. Esto ha tenido unas consecuencias importantes

¹Sirva de ejemplo una cita de M. Friedman: "los juicios de valor del economista influyen sin duda en los temas de que se ocupa y en ocasiones quizá en sus propias conclusiones... Pero esto no modifica la cuestión fundamental de que, en principio, no hay juicios de valor en la economía" (Friedman, 1967).

a todos los niveles, así, "la mayoría de los economistas, en una tentativa equivocada por lograr la exactitud científica, evitan reconocer explícitamente el sistema de valores en el que se apoyan sus modelos y aceptan tácitamente el conjunto de valores extremadamente desequilibrado que domina nuestra cultura y que se encarna en nuestras instituciones sociales. Estos valores han provocado la excesiva insistencia en la tecnología "dura", en el derroche consumista y en la rápida explotación de los recursos naturales, todo ello motivado por la persistente obsesión por el crecimiento" (Capra, 1985).

De los valores que aceptan de una forma más explícita destaca el egoísmo individual, que se toma como algo consustancial a la naturaleza humana, por más que la historia, la antropología, etc. demuestren lo contrario. Para Sen, el objetivo de la economía debería ser "entender, explicar y predecir el comportamiento humano de forma tal que las relaciones económicas se puedan estudiar y utilizar de modo provechoso para la descripción, la prognosis y la política. El deshacerse de todas las motivaciones que no sean las, muy limitadas, del egoísmo es difícil de justificar desde el punto de vista de la utilidad predictiva, y también parece tener una base empírica más bien dudosa." (Sen, 1989).

Pero sin duda, el concepto que mejor ejemplifica cómo se relaciona la economía con la ética que la sustenta, es el del

mercado. No es este el lugar para la demostración de cómo el mercado, que engloba otros conceptos como la eficiencia, la competencia entre iguales, etc. es una especie de "paraguas ideológico" (Aguilera Klink, 1991) que lo justifica casi todo. Así, en nombre del mercado y asumiendo su superioridad para organizar la vida de la sociedad, se utiliza aquí y allá sin precisar, y a veces sin saber bien de lo que se está hablando pero eso sí, convenciendo a los individuos en el nombre de la ciencia (económica).

El sistema de valores dominante en Occidente, que constituye la premisa donde se asienta la economía, tendría su origen en los últimos tres siglos de la historia europea y americana fundamentalmente, corriendo paralelamente al desarrollo del sistema capitalista y el desarrollo de la ciencia newtoniana, aplicada por autores como Locke a la sociedad, "Los ideales del individualismo, el derecho a la propiedad, el mercado libre y el gobierno representativo, que se remontan a la doctrina de Locke, contribuyeron de manera significativa al pensamiento de Thomas Jefferson y se reflejan en la declaración de independencia y en la constitución de los Estados Unidos." (Capra, 1985).

La paradoja actual se encuentra en que, en un aparente sistema de libertades, la libre elección, incluso en el caso de los valores personales se ve extremadamente condicionada por unos agentes muy potentes de difusión y uniformización de estos valores que, finalmente acaban por imponerlos mayoritariamente, favoreciendo el mantenimiento de los mismos para interés de los grupos de poder dominantes. De estos agentes, los medios de comunicación destacan especialmente, y en concreto, la televisión. De esta forma, "la dictadura de los medios de masas es muy sutil: aparentemente el sujeto que lee, ve y oye no se estima manipulado; pero, en realidad, debido a la repetición de los mensajes publicitarios, sin saberlo, compra el libro, el producto, la música, el perfume y el objeto del deseo creado por los medios de comunicación de masas. Y en su subconsciente, cuando ese sujeto pasivo está dormido, sueña con los "slogans" publicitarios que le han metido en el cerebro, donde canturrean subliminalmente musiquillas publicitarias" (Guillén, 1991).

Veamos muy resumidamente algunas características de la ética hoy dominante, al menos en Occidente; a un nivel general, esta ética vendría definida, entre otras cosas, por (Attali, 1976):

- La separación cartesiana entre el hombre como sujeto y un

universo de objetos. El hombre, conquistador de la naturaleza, se marca un objetivo exterior a él (o sea alienante): el crecimiento económico.

- La ciencia, conocimiento objetivo. Sin preocuparse ni de su sentido ni de su fin, ella es su propia finalidad.

- La necesidad de jerarquización. Aunque la legitimidad de la jerarquía se organice de forma diferente según los sistemas sociales, toda sociedad se organiza según criterios racionalizadores de la jerarquización.

De una forma más concreta, tendríamos otras características definidoras de esta ética:

- Ignorancia (deliberada o no) del medio ambiente.

- Planteamientos a corto plazo y no consideración de las generaciones futuras.

- Desigualdades distributivas entre individuos y países, tanto de la riqueza como del deterioro ambiental, etc. (explotación).

- Egoísmo, competencia, falta de cooperación y solidaridad.

Con una ética de estas características sería inútil fijar unos objetivos opuestos como la protección del medio ambiente. Las medidas (leyes de protección, impuestos "verdes", etc.) serían una especie de "parches" que estarían en contradicción con la tendencia general del sistema. Por otro lado, la ética no se puede limitar sólo a las cuestiones del medio ambiente, ya que el estilo de desarrollo, la distribución de la renta y la riqueza entre individuos y países, etc. son los primeros responsables de los problemas medioambientales, cuyas soluciones no pueden proceder de la técnica o de medidas puntuales. En relación con esta ética, uno de los problemas que se derivan para la economía es, como dijimos anteriormente, su función de afianzadora del status quo, algo que, desde nuestra perspectiva, se vuelve contra ella. Así, "con el método empírico, el economista ha aprendido únicamente a organizar la reproducción del sistema social. Los errores de sus previsiones a largo plazo, su incapacidad para integrar los cambios de mentalidad en los análisis de estructuras que lleva a cabo no le incitan demasiado a reflexionar sobre otro tipo de sociedad..." (Attali, 1976). Es decir, que la economía sería, desde este punto de vista, una de las ciencias más reacias a cambios rápidos, estando esto ligado a su insertación a nivel social, "paradójicamente, no obstante su insistencia en el crecimiento, los economistas no suelen ser capaces de adoptar una visión dinámica de la situación. Por el

contrario, tienden a congelar arbitrariamente la economía dentro de su estructura institucional en vez de verla como un sistema en continuo cambio y evolución que depende de los cambiantes sistemas ecológicos en los que está inserta. Las teorías económicas modernas perpetúan las configuraciones de poder y la injusta repartición de las riquezas del pasado, tanto en las economías nacionales como entre los países desarrollados y el Tercer Mundo." (Capra, 1985).

Una ética alternativa debería superar las limitaciones que acabamos de exponer, suponiendo una mejora en todos los ámbitos y estar dotada de coherencia interna. El centro de esta nueva ética podría basarse en un principio de aceptación cada vez más general: el Desarrollo Sostenible. Sin entrar a especificar su significado, todavía en discusión, podemos conservar la idea del mantenimiento de la vida humana hacia un futuro, en principio ilimitado, pues la definición del término como la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades no creemos que pueda interpretarse de forma diferente.

Realmente, es difícil encontrar un principio ético de partida tan básico y de aceptación tan general como el de la supervivencia indefinida de la propia especie. Esta preferencia por la supervivencia nos parece tan evidente, al menos en términos mayoritarios, que no se justifica abrir un debate para

su cuestionamiento. De hecho, la mayoría de autores consultados apoyan esta postura, utilizándola, por ejemplo como argumento para la conservación de las especies: "esta racionalidad para cuidar las especies y la integridad de las comunidades y ecosistemas se basa enteramente en postulados prácticos. Es independiente de las preferencias, salvo de la preferencia (supuestamente apoyada por casi toda la humanidad) por la supervivencia." (Norton, 1986). Otros autores consideran la supervivencia de la especie como una premisa de partida, una condición necesaria pero no suficiente para juzgar cualquier política, como el caso del valor instrumental, corriente de gran auge dentro del institucionalismo: "La mayoría está familiarizada con la ética de la continuidad de la vida implícita en el Juramento de Hipócrates, el rechazo del Holocausto, la condena del genocidio de los indígenas americanos. Los economistas consideran la pobreza, deflación, inflación y polución como problemas precisamente porque representan, en contextos económicos diferentes, amenazas al flujo continuo de renta real y, en consecuencia, a la continuidad de la vida." (Tool, 1990).

Las críticas a la generalización del principio ético de supervivencia son precisamente eso, demostración de la existencia de excepciones a la regla, que no invalidan el carácter mayoritario del mismo. Así, serían excepciones claras

los suicidios de determinados individuos, y, sobre todo, las ideas de comportamientos genocidas entre pueblos, como el nazismo (Gordon, 1990). Algunos estudios de valoración han demostrado que esta preferencia por la supervivencia es incluso superior para un pueblo que la conservación de su patrimonios culturales o históricos ancestrales, como muestra una investigación llevada a cabo con los aymaras (Waller y Robertson, 1991).

Las implicaciones del Desarrollo Sostenible en todos los campos, desde el medio ambiente a las relaciones entre países, etc. son evidentes. No obstante, complementamos la idea de sostenibilidad con otros temas fundamentales para evitar su "olvido," una vez más, por los defensores del mismo (en último término, son indispensables para el logro de éste). Así, tendríamos algunas características de una posible nueva ética:

- Sostenibilidad (planteamientos a largo plazo)

- Mejora en la calidad de vida (sustitución del consumismo por otros valores más acordes con una vida humana plena)

- Mundo global interconectado. Distribución más igualitaria y cooperación (individuos y países).

- Respeto y conservación del medio ambiente.

Estas son algunos de los requisitos mínimos que deben considerarse a la hora de ampliar o interpretar esta nueva ética basada en el desarrollo sostenible. El problema de fondo es que los países más privilegiados y los grupos de poder, etc. traten de guiar la implementación práctica del principio intentando mantener dichos privilegios e imponiendo a los demás grupos humanos su interpretación particular. Es nuestra opinión que, además, a largo plazo esto no es posible, por multitud de razones. En este sentido, por ejemplo, uno de los problemas que se perciben como más graves en el momento actual, al menos por parte de los países más desarrollados es el de la superpoblación y crecimiento demográfico, refiriéndose, como es lógico, al tercer mundo. Se aducen razones de tipo ambiental, económico, etc. pero, lo que probablemente se teme es perder el control sobre esa cada vez mayor parte de la humanidad que puede exigir más de lo que ahora tiene, es decir, se teme tener que compartir. Lo que no se considera nunca es que "la crisis demográfica mundial es un efecto imprevisto de la explotación internacional, una consecuencia de las relaciones fundamentales dentro del ecosistema mundial en el que cada explotación vuelve, con el tiempo, a perjudicar a los explotadores." (Capra, 1985).

Lo mismo podríamos decir del problema ambiental, donde existe una creciente preocupación por parte de los países desarrollados de conservar el medio ambiente de los países más pobres, como la cuestión de los bosques tropicales. Dejando de lado la responsabilidad directa de los países ricos en la destrucción de estos ecosistemas (multinacionales, etc.) la forma de resolver el problema debe pasar ineludiblemente por la eliminación de aquellas condiciones de pobreza que obligan a los habitantes de estos países a destruir ecosistemas para poder sobrevivir, además de un intercambio comercial igualitario, una política financiera internacional más justa, etc. que, por las mismas razones, son también condiciones necesarias para conseguir este objetivo ambiental. Por otro lado, las desigualdades de riqueza y renta son responsables de la mayoría de las tensiones en el interior y entre los países, enmascaradas muchas veces en forma de nacionalismos, racismos, fanatismo religioso, etc. Sin embargo, la paz a todos los niveles es necesaria para el logro de un futuro sostenible, pues toda tensión, conflicto bélico, etc. compromete lo anterior. La guerra y otras formas de represión consume muchos recursos, contamina, y éticamente se contradice con el propio objetivo de defensa de la vida que se pretendería conseguir.

Finalmente, existe otra forma de guerra a nivel personal muy popular hoy en día: la competencia. No podemos ocuparnos aquí en demostrar que la competencia, aunque se pretende hacer

creer, no es una cualidad de la naturaleza humana. La antropología ha constatado más bien lo contrario. Lo que si es claro es que no favorece la calidad de vida en un contexto social, nuevamente, tenemos formas de tensión social y de enfrentamiento generadoras de conflicto, esta vez no bélico, pero contrarios a la paz y a la cooperación para el logro de un objetivo que se asume como común.

La calidad de vida a que nos referimos anteriormente supone por otro lado, un cambio de valores en cuanto a la satisfacción de necesidades. El consumismo exacerbado que hoy padecemos, con graves consecuencias a nivel social, ecológico, etc. debe transformarse en otras fuentes de satisfacción, en necesidades más reales o de carácter más natural al ser humano (más humanas). Algunos autores han puesto en entredicho la relación entre la renta monetaria y la felicidad, pues aumentos significativos en la renta no aumentaron el nivel de satisfacción de los individuos, señalando asimismo que "la producción debe servir al hombre y no al contrario" (Scitovsky, 1976).

Concluyendo, la necesidad de unos principios éticos básicos para la gestión del Planeta constituyen en el momento actual una característica específica histórica, cuya aceptación cada vez es más generalizada, sirvan de ejemplo los principios que destaca el presidente del Club de Roma, Ricardo Díez: "El

primero es la solidaridad en contraposición al egoísmo imperante. El segundo valor ético es el conocimiento, la obligación de saber, el respeto al saber, en contraposición a la ignorancia, también dominante. El valor supremo de los valores morales es el amor, la amistad, la generosidad, la entrega, el servicio. La lista de valores es muy larga, pero dominándolo todo está el valor de la supervivencia (sostenibilidad)². Es el denominador común a los demás valores, ya que, si no sobrevivimos ¿de qué hablamos?. Ahora bien, la vida no tiene sentido sin la libertad, que da al hombre la razón de vivir" (Martínez, 1991).

La sostenibilidad, tal como ha sido interpretada en este punto será, a partir de ahora, la base de partida para todo el desarrollo teórico que sigue en este trabajo de investigación. Es decir, es la explicitación de nuestra ética de partida, de acuerdo con lo que explicamos anteriormente sobre la necesidad de partir de valores aceptados y expresados para poder desarrollar, de acuerdo con éstos, cualquier planteamiento científico.

²Resaltamos nuevamente la equivalencia entre supervivencia y sostenibilidad.

CAPITULO 1.- LA VALORACION DEL MEDIO AMBIENTE

1.1 INTERNALIZANDO LAS EXTERNALIDADES.- De acuerdo con Baumol y Oates (1975), se acepta actualmente que existe una externalidad siempre que las relaciones de utilidad o de producción de algún individuo (digamos el individuo A) incluyan variables reales (es decir, no monetarias) cuyos valores son elegidos por otros (personas, sociedades mercantiles, gobiernos) sin atención particular a los efectos sobre el bienestar de A. Esta definición, refleja la oposición entre la visión teórica de la economía como sistema cerrado y la realidad que nos muestra que la economía es un sistema abierto y en interacción con el medio ambiente.

Es, sin embargo Pigou (1920), el primer economista convencional que plantea la existencia de las externalidades y la necesidad de su internalización para disponer de una adecuada contabilidad social, al reconocer que existen divergencias entre el producto privado y el producto social de una actividad económica. Más concretamente, Pigou define el producto social como "...el producto neto total debido al incremento marginal de los recursos invertidos en un empleo o lugar dados, sin tener en cuenta a quienes revertirán las partes de que ese producto -(reconociendo que)- podría suceder que los costes recayesen sobre gentes indirectamente interesadas" (Pigou, 1920, 112), y señalando, al mismo tiempo,

la necesidad de su internalización, es decir, "Todos estos efectos deben ser incluidos -unos como elementos positivos y otros como negativos- al fijar el producto neto social" (Pigou, 1920, 112).

Dicho de otra manera, la obtención de un producto privado, definido como "...aquella parte del producto neto total que revierte a la persona que ha invertido dichos recursos" (Pigou, 1920, 113), puede ocasionar una serie de efectos externos, (que recaigan sobre otras personas), los cuales deben ser tenidos en cuenta para conocer el producto neto social o total de cada actividad. Pigou reconoce que cuando existen relaciones contractuales y el número de personas es pequeño, el causante de las externalidades puede solucionar el problema negociando con los afectados. Pero no ocurre así cuando esas relaciones contractuales no existen y, además, el número de afectados es elevado, como sucede con el ejemplo de los humos de una industria. En este último caso, Pigou sugiere que la internalización quede en manos del Estado. Exactamente, Pigou sugiere que el Estado, si así lo desea, puede "...hacer desaparecer la divergencia en cualquier actividad, valiéndose para ello de impulsar o restringir de un modo extraordinario las inversiones en dichas actividades. Las formas más conocidas para impulsar y restringir las inversiones pueden revestir carácter de primas o impuestos" (Pigou, 1920, 163).

Me interesa destacar, sobre todo en un momento en el que

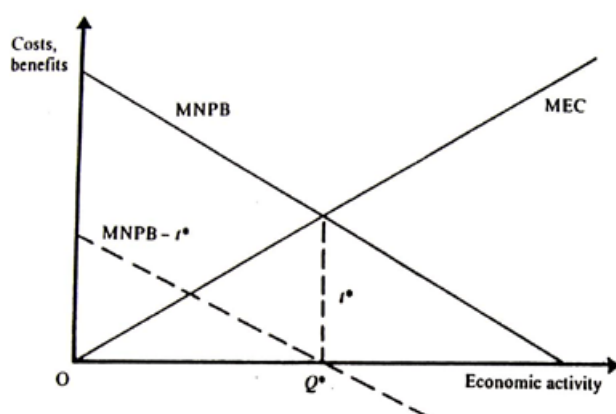
la literatura sobre la valoración monetaria del medio ambiente y de las externalidades está cobrando fuerza que, en ningún caso está diciendo Pigou que los impuestos deben equivaler a una estimación monetaria de las divergencias o externalidades, muy al contrario, sólo nos dice que los impuestos o, en su caso, las primas, pueden servir para incentivar o desanimar las inversiones en dichas actividades. Esto es algo importante porque cuando las ideas de Pigou se trasladan a la llamada Economía Ambiental se distorsionan, en el sentido de que las simples sugerencias de este autor se convierten en los famosos impuestos pigouvianos que, relacionados con unas supuestas curvas de daños ambientales expresados en términos monetarios, permitirían la internalización de las externalidades (fig. 4). Es cierto que esta aproximación facilita el análisis formal de algunos problemas ambientales, pero también es cierto que hace creer a los estudiantes, de manera errónea, que las citadas curvas de daños ambientales o de costes externos marginales están disponibles, cuando la realidad nos muestra que no es así, es decir, que la valoración monetaria de los daños ambientales a través del mercado es prácticamente imposible; realmente, "Si las cuestiones referentes a la incertidumbre, horizontes temporales y tipos de descuento fueran planteadas honradamente, la economía ambiental y de los recursos naturales llegaría también a la conclusión básica de la economía ecológica, a saber, la ausencia de

una conmesurabilidad económica" (Martínez Alier, 1993)³. Por lo tanto, sólo cuando se relaciona el impuesto con el volumen de vertidos (medidos en unidades físicas), entiendo que se aplican correctamente las ideas de Pigou, tal y como ocurre, por ejemplo, con las ecotasas.

Una distorsión de tipo similar, ha ocurrido con el trabajo de Coase, supuesto antagonista de Pigou en los manuales de Economía Ambiental (Aguilera, 1991). En efecto, si bien lo que en realidad propone Coase (1960) no es nada más que la aplicación del análisis coste-beneficio para determinar qué es más deseable, si una actividad X a pesar de que genere externalidades o una actividad Y que no las genere, dando a entender que la valoración monetaria de todos los efectos, a través de mercados existentes o hipotéticos, nos daría la solución al problema económico que consiste en cómo decidir la elección entre ambas, la realidad es que es el propio Coase el que desaconseja claramente el uso exclusivo de la valoración monetaria de los costes sociales ambientales a través del mercado. Concretamente, dice este autor, "En este estudio el análisis se ha limitado a comparaciones del valor de la producción medido por el mercado.

³Algunos autores como Freeman, Haveman y Kneese (1973) utilizan este tipo de gráficos pero reconocen, al mismo tiempo, no sólo las enormes dificultades para la obtención de los datos físicos, sino además que la estimación en términos monetarios de la función de daños plantea las dificultades más formidables.

FIGURA 4: EL IMPUESTO PIGOUVIANO



- MEC : Coste externo marginal de la contaminación
- MNPB : Beneficio marginal de la actividad contaminante
- MEC^{\dagger} : Nivel óptimo de externalidad
- t^{\dagger} : Impuesto sobre la actividad
- Q^{\dagger} : Nivel de actividad maximizadora de beneficio después del impuesto (óptimo social: $t^{\dagger} = MEC^{\dagger}$)

Fuente: Pearce y Turner, 1990.

Pero, naturalmente, resulta deseable que la elección entre diferentes arreglos sociales para la solución de los problemas económicos se lleve a cabo en términos más amplios que éstos y que el efecto total de estos arreglos en todas las esferas de la vida llegue a tenerse en cuenta. Como ha recalcado con tanta frecuencia Frank H. Knight, los problemas de la economía del bienestar deben disolverse en última instancia en un estudio de estética y de moral" (Coase, 1960, 273).

Insisto en la coincidencia entre ambos autores, dado su prestigio entre los economistas, a la hora de hacer frente a una cuestión tan discutida y discutible como la de las medidas para internalizar las externalidades. En cualquier caso, parece que la sugerencia de Coase al referirse al "efecto total de los arreglos en todas las esferas de la vida" debería tomarse más en serio puesto que permite abrir vías de reflexión y de aproximación a los problemas ambientales más atractivas y más ricas metodológica y conceptualmente que aquellas que descansan en la estrecha valoración monetaria del medio ambiente a través del mercado.

El caso es que nos encontramos con una mentalidad muy extendida y bastante concreta sobre el tema de la valoración: "Necesitamos la mejor estimación que pueda hacerse de estos costes, ya sea el de la lluvia ácida, del calentamiento global, de la pérdida de especies o de todo lo asociado con la

actividad económica. Una vez estimados, los podemos reintroducir en la economía como impuestos ecológicos. Así reduciríamos las actividades que destruyen el planeta....Estos impuestos permitirían que el mercado continúe funcionando y nos beneficiaríamos de su propia eficacia" (Brown, 1991). Esta cita recoge la nueva mentalidad que está cobrando cada vez más auge en amplios sectores de economistas y en instituciones como el Worldwatch Institute, al que pertenece el autor anterior, el World Bank, la Asociación Europea de Economistas Ambientales, etc. Esta posición, que podemos englobar en la llamada Economía Ambiental, tiene como objetivo la valoración de los efectos ambientales de la actividad económica que no se recogen en el mercado (externalidades). Se piensa que si estos efectos pueden efectivamente valorarse, entonces el problema queda resuelto, pues el mercado puede de nuevo asignar eficazmente los recursos (internalización); se cree, además, que un impuesto adecuado puede corregir los efectos indeseables sobre el medio (interpretación generalizada de Pigou ya comentada). La prueba más clara de esta mentalidad es el reciente auge de la literatura sobre métodos de valoración de recursos naturales que, mediante el refinamiento y sofisticación de los modelos, intenta ajustar las valoraciones cada vez más a un supuesto valor "correcto". De entre estos métodos, destacan fundamentalmente el del Coste de Viaje, para evaluar beneficios de tipo recreativo, el de Contingent Valuation, basado en encuestas y de aplicación más general y

el metodo del Hedonic Price, que asocia calidades ambientales con el precio del suelo o de las viviendas. La fascinación que producen los métodos de valoración tiene para nosotros una explicación clara: no sólo se trata del afán de empirismo propio de toda ciencia sino, y principalmente viene motivada por el hecho de que significa resolver el problema ambiental sin cuestionar la economía ortodoxa, los conceptos de su aparato teórico y, añadiríamos, el Estilo de Desarrollo Occidental.

1.2. LA VALORACION: ¿QUE SE VALORA Y COMO?

1.2.1 TIPOS DE VALOR.- Para intentar comprender qué es lo que se va a valorar, se hace necesario conocer las posibles fuentes u orígenes del valor. Realmente, éstas son muy diversas, variando desde el interés más utilitario y directo o comercial hasta fuentes de tipo espiritual, como el caso de los bosques o árboles sagrados en la India (Chandrakanth y Romm, 1991). Surge una primera cuestión a resolver: la diferencia entre valores antropocéntricos y valores intrínsecos (Norton, 1986). Los valores antropocéntricos se referirían a todos aquellos relacionados de alguna manera con el hombre, frente a los valores intrínsecos, que en su sentido más puro supondrían la existencia del valor con independencia absoluta del hombre. Existe una gran polémica entre los diferentes autores, en especial en cuanto a la defensa o no de un valor intrínseco puro o absoluto, sin que sea necesaria la propia existencia humana; de esta forma, por ejemplo seres como los dinosaurios que existieron previamente a la aparición de la especie humana tuvieron valor en sí mismos. De igual forma, especies que existen actualmente, aunque desconocidas por el hombre (ej: especies no descubiertas en los bosques tropicales) también tendrían valor en sí mismos. Lo que es claro es que las cuestiones que estamos planteando son de carácter ético, dependen de la conciencia humana, cuya propia evolución irá ampliando sus horizontes para incluir los

derechos de todos los seres vivos (Erhlich, 1981), lo que supone una "intuición de que las especies no humanas poseen valor intrínseco" (Callicot, 1986).

Sin embargo, el paradigma científico dominante reduce el concepto de valor intrínseco puro o absoluto al considerar que "Una cosa intrínsecamente valorable en este sentido es valorable en sí misma pero no por sí misma completamente independiente de una conciencia, ya que ningún valor puede, en principio, desde el punto de vista de la ciencia clásica, ser totalmente independiente de una conciencia valoradora" (Callicot, 1986).

Así pues, parece bastante aceptado que la valoración de un objeto necesita de un sujeto consciente que le atribuya o reconozca tal valor. De todas formas, dejamos el campo abierto a la existencia de un valor intrínseco puro, pues la controversia aún existe.

Lo que sí es comprobable empíricamente es el hecho de que las cosas puedan ser valoradas por el hombre pero en sí mismas; es decir, se les atribuye un valor por su mera existencia, sin que medie otro tipo de relación de interés o beneficio, ya sea directo o indirecto, para el valorador. Pruebas de la certidumbre de este hecho lo constituye el Valor de Existencia apuntado por varios autores y del que se han

medido cifras concretas en términos monetarios (Greenley, Walsh y Young,1981), (Walsh, Loomis y Gillman,1984); pese a los problemas que puedan presentar estas mediciones, lo importante es que nos confirman la veracidad de esta fuente del valor. El Valor de Existencia sería el valor cuyo origen es únicamente el conocimiento de que el objeto que se valora existe. De esta forma, el valor de existencia puede considerarse como un valor intrínseco en el sentido restringido que apuntamos más arriba (valor en sí mismo pero no independiente del valorador).

Otra posible fuente de valor intrínseco sería aquella relacionada con las funciones que realizan los componentes del mundo natural, cuyo deterioro o pérdida podría afectar finalmente al propio ser humano. Así, aunque relacionados en última instancia con el ser humano (como miembro del ecosistema planetario) y, por tanto, sin valor intrínseco puro (no sería un valor en sí mismo exactamente), no dependería de ningún valorador para su existencia como valor de función. Con esta postura anterior podría relacionarse el Valor de Contribución de Norton (1986). Dicho autor basa su argumentación en postulados de la ciencia ecológica: partiendo de la función beneficiosa que ejerce la diversidad biológica en los ecosistemas y sobre el hombre finalmente, deriva el valor de dicha diversidad biológica en su relación última con el hombre y, dado que cada especie contribuye en una proporción

determinada a la diversidad biológica, tendría en sí un valor de contribución (a dicha diversidad).

Por otro lado, tenemos el concepto de Función Ambiental, de gran importancia para nuestro trabajo: "Desde una perspectiva económica, el medio ambiente puede interpretarse como el entorno físico del hombre, del cual depende en todas sus actividades. Pueden distinguirse un número de usos posibles. Estos son las funciones ambientales o, simplemente, funciones " (Huetting, 1990). A modo de ejemplo, el autor anterior cita las funciones ambientales de un bosque:

- Productor de madera
- Regulador ciclo del agua
- Previene la erosión
- Receptor de CO₂ y calor
- Productor de Oxígeno
- Regulador del clima
- Reserva genética
- Objeto de estudio investigación ecológica
- Productos naturales a la población local
- Fuente potencial de ingresos por turismo
- Otras

Pues bien, las funciones ambientales serían otro ejemplo de fuentes de valor de los ecosistemas, que estudiaremos de forma especial más adelante.

En tercer lugar, tendríamos otra posible fuente de valor

intrínseco (sentido restringido): la energía. La energía vendría a ser una medida del valor. Aunque no se ha desarrollado aún una verdadera teoría del valor energético comunmente aceptada, sus características se asemejan a la de los enfoques anteriores desde el momento en que, aunque se podría relacionar finalmente con el hombre, no necesitan de un valorador para su existencia.

De acuerdo con los enfoques anteriores, tendríamos un primer tipo de fuentes del valor caracterizadas por su independencia del valorador, aunque relacionadas en último término o de manera indirecta con él y, por tanto, no intrínsecas en sentido puro.

Un segundo tipo de fuentes de valor estaría constituido por todas aquellas cuya existencia depende del valorador (el hombre) que atribuye o reconoce dicho valor por diversos procesos, el más conocido de los cuales sería el mercado y los precios. Dentro de este grupo, podríamos distinguir, en base a la relación con el hombre de carácter finalista o instrumental, aunque directa o indirectamente, entre aquellas fuentes cuyo valor no depende para nada de cualquier beneficio o utilidad derivable para el hombre, caso este del tipo semi-intrínseco constituido por el valor de existencia antes mencionado y, por otro lado, aquellas que, además de la necesidad del valorador, suman alguna clase de motivación finalista o instrumental, más o menos directa; estamos en el

caso de los valores antropocéntricos.

Cabe aquí una distinción fundamental entre los propios valores antropocéntricos: valores de uso y de no uso; podríamos considerar los primeros como instrumentales directos y los segundos como instrumentales indirectos. Esta diferencia es muy importante debido a que la economía convencional ha considerado siempre sólo los valores de uso⁴, olvidando sistemáticamente las demás fuentes de valor. Así pues, tendríamos:

a) Valores de uso.- Serían, en la perspectiva que estudiamos, aquellos que se derivan del uso directo del recurso por parte del hombre, ya sea para su consumo directo o como materia prima del proceso productivo; así, algunos autores distinguen entre valor de uso-consumo y valor de uso-producción (Mc Neely et al.,1990). En nuestro caso del bosque, ejemplos de valor de uso serían los de la madera, las frutas, la pinocha, etc.

b) Valores de no uso.- No se derivan directamente de su uso sino de otros factores que se citan a continuación; dado

⁴La economía distingue entre valor de uso y valor de cambio. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que lo que realmente ha estudiado la economía ortodoxa de tipo neoclásico es el valor de cambio, es decir el que se deriva de los intercambios en el mercado, y no el valor de uso. Nosotros usamos valor de uso en un sentido puramente didáctico, para diferenciarlo del no uso.

que se relacionan en última instancia de una manera instrumental con el hombre, los hemos englobado junto con los valores de uso en el grupo de los antropocéntricos. Podemos distinguir, según distintos autores entre los siguientes:

1) Valor de Opción.- Se asocia a situaciones donde la futura disponibilidad del bien es cuestionable. En estos casos, el individuo puede, siendo o no usuario actual del recurso, estar dispuesto a pagar cierta cantidad (prima de riesgo) para asegurar la disponibilidad del mismo en un futuro próximo, es decir, asegurar su opción sobre el uso del bien en el futuro. Imaginemos el ejemplo de un bosque sobre el que existe algún tipo de amenaza potencial que implica una situación de incertidumbre sobre su futuro. Los usuarios actuales del mismo e incluso, los no usuarios, que pueden serlo potencialmente, atribuirán un valor a asegurar su opción (valor de opción) de poder usar o seguir usando el bosque en el futuro. Nuevamente, como en el caso del valor de existencia, lo que nos interesa aquí no es sólo cómo se mide este valor, sino el que los estudios empíricos corroboran su veracidad.

2) Valor de Cuasi-Opción.- (Arrow y Fisher, 1974).- Se asocia con procesos de desarrollo que puedan producir daños ecológicos irreversibles o de extinción de especies (siempre desde un punto de vista antropocéntrico y utilitarista, en el

sentido de que son opciones que se pierden y de las que puede beneficiarse el hombre en el futuro. ej: nuevos productos medicinales a partir de plantas, modalidades de plantas o animales, material genético, etc.) y sería el valor de evitar esos daños. Este concepto está relacionado con la equidad intergeneracional.

3) Valor de Legado o Herencia.- Se deriva de un deseo altruísta de legar la disponibilidad del recurso a las generaciones futuras.

Para una mayor claridad sobre las distintas fuentes del valor que hemos estudiado, véase el Cuadro 1.

CUADRO 1: TIPOS DE VALOR

		<i>Necesidad de sujeto valorador</i>		
		<i>Sí</i>	<i>No</i>	
<i>Relación instrumental con el hombre</i>	<i>Sí</i>	<i>1 Antropocentricos</i>	<i>2 Semi-intrínsecos</i>	
		<i>Uso</i>	<i>Producción</i> <i>Consumo</i>	<i>Valor de Función</i> <i>Valor de Contribución</i> <i>Valor Energetico</i>
	<i>No</i>	<i>No Uso</i>	<i>Opción</i> <i>Herencia</i>	
		<i>3 Semi-intrínsecos</i>	<i>4 Intrínseco puro</i>	
<i>No</i>		<i>Valor de Existencia</i>	<i>(Etica)</i>	

(Aguilera y Castilla, 1990)

1.2.2 LA MEDICION DEL VALOR.- Una vez conocidas las fuentes del valor, la siguiente cuestión que se nos plantea consiste en la conveniencia y la posibilidad de su medición. Es claro que la medición del valor es discutible desde dos puntos de vista: desde el propio acto de medir en sí algo que no está

unánimemente definido por las distintas ramas del saber y que incorpora características ético-filosóficas y, por tanto, de carácter anti-empirista: "No hay nada más antinatural como una ecuación matemática o una deducción lógica, conceptos que actualmente se manejan desde los primeros escalones de la educación, pero que no tienen nexo alguno con los objetos naturales." (Montes Martínez y Subirá Bados, 1978).

Por otro lado, desde el punto de vista de la posibilidad o no de la medición, existen serias limitaciones según el tipo de valor que se intente medir, dándose casos de imposibilidad absoluta de la medición. En todo caso, allí donde es posible utilizar métodos para medir el valor de los recursos naturales, estas mediciones deben tomarse con mucha precaución y siempre con gran claridad de conceptos sobre lo que se está haciendo. La valoración monetaria difícilmente puede proporcionar cifras objetivas, además de no ser el instrumento adecuado para la gestión del medio ambiente, por razones que también veremos.

Pasando ya al campo concreto de la medición de los valores, debemos diferenciar entre dos grandes enfoques:

a) Uno basado en intentar medir todos aquellos valores que dependen directamente del valorador y sus preferencias. Los valores que se intentarían medir son los incluidos en los cuadrantes 1 y 3 del cuadro 1. Consiste básicamente en intentar

medir directamente, o bien, estimar, la máxima disposición a pagar individual (M.D.P.) por acceder al recurso o la mínima compensación que se está dispuesto a aceptar (M.D.A.) en el caso de tener que renunciar al mismo. Este es el enfoque más extendido y su origen neoclásico procede del concepto del Excedente del Consumidor de Marshall. Brevemente, el excedente del consumidor consiste en la diferencia entre lo que actualmente pagan los individuos por el recurso y lo que realmente estarían dispuestos a pagar por él. Esta diferencia se refleja, cuando existe, en el área por debajo de la curva de demanda sobre el precio (área sombreada de la figura 4).

Hay que aclarar que la teoría diferencia dos conceptos básicos equivalentes: la variación compensadora y la variación equivalente de donde se originan los mencionados anteriormente (mdp y mda). Partiendo de una situación dada, digamos con una determinada calidad ambiental, ante un deterioro o pérdida de beneficios ambientales se supone que el individuo estará dispuesto a pagar cierta cantidad (mdp) para conservar el nivel de calidad ambiental original, lo que se conoce como variación compensadora. Partiendo de la misma situación original, también podemos considerar que el individuo estaría dispuesto a aceptar una compensación monetaria mínima para ser compensado por la pérdida o deterioro ambiental (MDA), conocida como variación equivalente. Por tanto, tenemos dos conceptos básicos de beneficio: MDP y MDA. La teoría económica nos dice que no deben diferir significativamente, aunque los estudios empíricos

contradicen esta afirmación (Pearce y Turner, 1990). Más tarde volveremos sobre estos conceptos.

CUADRO 2: MÉTODOS DE VALORACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Enfoques valor mercado o Prod.	{ Directo Cambios Productividad Coste de Oportunidad Coste de Prevención Coste de Reposición Proyecto Sombra Coste de Efectividad }										
Enfoques de mercados sustitutivos	{ Precio Hedónico Valor de la tierra Coste de Viaje Salario Diferencial Compensación y Litigio }	} Preferencias Reveladas									
Enfoques de encuestas	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="694 1075 877 1120">MDP ó MDA</td> <td data-bbox="901 996 1133 1198"> { Juegos de subasta Juegos de intercambio } </td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="694 1332 877 1400">MDP ó MDA indirecto</td> <td data-bbox="901 1243 1133 1444"> { Elección gratuita Evaluador prioridad } </td> <td data-bbox="1157 1321 1380 1422">} Preferencias Confirmadas (V.C.)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="694 1500 861 1545">Expertos</td> <td data-bbox="901 1489 1133 1579"> { Delphi, etc } </td> <td></td> </tr> </table>	MDP ó MDA	{ Juegos de subasta Juegos de intercambio }		MDP ó MDA indirecto	{ Elección gratuita Evaluador prioridad }	} Preferencias Confirmadas (V.C.)	Expertos	{ Delphi, etc }		
MDP ó MDA	{ Juegos de subasta Juegos de intercambio }										
MDP ó MDA indirecto	{ Elección gratuita Evaluador prioridad }	} Preferencias Confirmadas (V.C.)									
Expertos	{ Delphi, etc }										
Otras	{ Energético }										

Adaptado de Hufschmidt et al., 1983

Así pues, la medida del excedente del consumidor total, ya como MDP o MDA, nos daría como suma de beneficios individuales, el valor total de los beneficios asociados a niveles de calidad ambiental o a determinados bienes ambientales. Hay bastante acuerdo en el campo de la valoración medioambiental sobre la inclusión en los conceptos anteriores, además del valor de uso, de valores de no uso como el de opción, existencia y herencia, "La no inclusión de valores de preservación o de no uso en la valoración de un bien natural dará como resultado una infravaloración de los mismos" (Greenley, Walsh y Young, 1981).

En general, los estudios empíricos que han tratado de estimar el valor total de un bien natural, han englobado:

FIGURA 6: VALOR TOTAL ESTUDIOS VALORACION

$$VT = \text{VALOR DE USO} + \text{VALORES DE NO USO}$$
$$VU \quad + \quad VO + VE + VH$$

VT = Valor total

VU = Valor de Uso

VO = Valor de Opción

VE = Valor de Existencia

VH = Valor de Herencia

obteniendo resultados concretos para cada estudio. Así, por

ejemplo Greenley, Walsh y Young (1981) en un estudio empírico midieron unos valores totales de protección o no uso equivalentes en conjunto a la cuantía del valor de uso (recreación). Por su parte Walsh, Loomis y Gillman (1984) obtuvieron valores algo menores (alrededor de un 35% del valor total de los beneficios para lo valores de no uso). En uno u otro caso, estos datos vienen a confirmar la importancia de dichos valores en su contribución al valor total de los beneficios de una u otra manera del bien en cuestión.

b) El otro enfoque de valoración trataría de medir los valores incluidos en el cuadrante 2 del cuadro 1. Su gran ventaja es que no precisa de los individuos y sus preferencias, siendo por tanto, en teoría, más objetivo y perfecto. El problema es que los métodos desarrollados hasta ahora son pocos y bastante limitados, especialmente por sus requerimientos de información. Así por ejemplo, el valor de contribución no es posible de ser medido en la actualidad (Norton, 1986). El valor energético sí se ha podido evaluar y es un campo de estudio bastante prometedor, destaquemos por ejemplo, los trabajos de Costanza y Farber (1985) sobre zonas húmedas.

Veamos de una forma muy resumida el conjunto de las técnicas de valoración más utilizadas en el campo de los recursos naturales. No pretendemos, por un lado, ser

exhaustivos; actualmente, las técnicas a que nos vamos a referir se encuentran, en su gran mayoría, en pleno desarrollo; los modelos se refinan cada vez más y se idean nuevos métodos para perfeccionar las limitaciones detectadas en los trabajos empíricos.

El primer bloque de técnicas que aparece en la tabla se refiere a aquellas que se apoyan, bien directa o indirectamente, en valores de mercado ya existentes, o bien, en magnitudes como la productividad, traducibles sin dificultades a precios de mercado. En términos generales, este conjunto de métodos tiene su campo de aplicación en las consecuencias o efectos colaterales que se derivan de una actividad o proyecto. Suelen ser las técnicas más sencillas en cuanto a su aplicación, pues, generalmente, después de adoptar unos supuestos determinados, se sigue la casi inmediata traducción a precios de mercado ya existentes.

El segundo núcleo de técnicas de la tabla recoge los enfoques basados en mercados sustitutivos o creados artificialmente (surrogate markets). Estas técnicas, llamadas también de Preferencias Reveladas, por estar basadas en la valoración indirecta de los bienes o servicios, que se deriva de las preferencias individuales expresadas en el comportamiento de los mismos son, en general, más complicadas que las del primer grupo a que nos referimos.

En tercer lugar tenemos los enfoques basados en encuestas, también llamados de las Preferencias Confirmadas en referencia a que las preferencias individuales son expresadas directamente por el encuestado y también son conocidas por la mayoría de los autores con el nombre de valoración de contingentes (V.C.).

Finalmente, existe una serie de técnicas no agrupables en ninguno de los bloques anteriores y que, por sus características, se diferencian en gran medida de las que hemos visto. Como ejemplo hemos citado la valoración energética, cuya implementación apuntaremos brevemente en su momento.

De las técnicas anteriores, tres ellas destacan en cuanto a su difusión y aplicación: el método del coste de viaje, el del precio hedónico y el de la valoración de contingentes. Veamos resumidamente en qué consisten:

PRECIO HEDONICO O VALOR DE PROPIEDAD.- La idea central de esta técnica, que puede ser englobada en un grupo más general de enfoques basados en el valor de la tierra, es que el precio de una propiedad (tierra, viviendas, etc.) ubicada en un lugar con determinadas características sociales, ambientales, etc. responde o es función de dichas características específicas asociadas a la propiedad, una de las cuales es la que se intenta valorar (generalmente, calidad ambiental). Así pues, un cambio en la característica estudiada supondrá un cambio en el precio de la propiedad. Si, mediante un modelo podemos estimar la relación existente entre cantidades de la característica (ej: niveles de calidad ambiental) y la variación en el precio de la propiedad asociada, tendríamos una función de demanda para la característica estudiada y por tanto su valoración:

$$C_1, C_2, \dots, C_n \text{ características de la propiedad}$$

$$P = f(C_1, C_2, \dots, C_n) \text{ -----} \rightarrow P = f^*(C_1) \text{ ----} \rightarrow P = f^*(Q)$$

(función de demanda)

La implementación práctica de esta técnica es bastante complicada, debido a la necesidad de modelos estadístico matemáticos necesarios para obtener las funciones anteriores que se basan en la inclusión de un gran número de variables, según el caso concreto. El mayor campo de aplicación de la

técnica ha sido tradicionalmente el precio de las viviendas asociados con un determinado nivel de calidad ambiental, de donde se trata de derivar la valoración de dichos niveles de calidad ambiental. La técnica tiene grandes limitaciones debido a los supuestos inherentes a su aplicación (Maler, 1977):

- La homogeneidad en las características de la zona que se estudie.

- La técnica considera calidades ambientales actuales, mientras que el precio incluye expectativas de calidades en el futuro.

- Supone que los individuos pueden percibir diferencias en la calidad ambiental.

- Que los individuos están dispuestos a pagar por mejoras en su medio ambiente.

- Que existe perfecta información sobre los precios.

- Que los individuos continuamente reevalúan sus decisiones de localización.

- Que no se localizan en zonas con el mismo nivel de

calidad ambiental debido a razones sociales o de transporte.

METODO DEL COSTE DE VIAJE.- Originario de Clawson y Knetsch (1966), es, de todos los métodos que incluimos en este grupo el más ampliamente extendido y del que se han ocupado un mayor número de autores; además, será utilizado en nuestro posterior estudio empírico, por lo que nos detendremos algo más en él.

Su aplicación ha estado prácticamente centrada en la valoración de los beneficios recreativos en el uso de una zona o parque natural, aunque su campo puede ser más amplio (ej: se ha utilizado para valorar parques artificiales en una ciudad).

En pocas palabras, dado que la entrada a estos parques o zonas recreativas suele ser gratuita o el valor de las mismas simbólico, el método adopta el supuesto básico de que el coste incurrido por los individuos al desplazarse hacia el lugar donde se sitúa la zona, desde sus orígenes de residencia, nos da una aproximación de su disposición a pagar y, en consecuencia, de su valoración particular de los beneficios que obtiene del parque. Dado que suponemos un precio de entrada cero, se asume que el coste de viaje sustituye a este precio de entrada en el sentido de que la demanda del uso de la zona puede ser asociada con el coste de viaje en que se está

dispuesto a incurrir. Como es lógico, a mayor distancia de la residencia del individuo a la zona el coste del viaje será mayor y el número de visitas menor. Esto se traduce en que los individuos más alejados tendrán menores excedentes del consumidor que los más cercanos, hasta el límite donde el individuo más alejado no tendrá excedente del consumidor alguno y su disposición máxima a pagar coincidirá con el coste de viaje. Caso contrario ocurriría con un individuo que no incurriera en coste de viaje alguno por proximidad de su residencia a la zona. El objetivo consiste en construir una curva de demanda hipotética para determinar el excedente del consumidor total como una medida de los beneficios totales de la zona.

Supuestos básicos (Sinden y Worrell, 1979):

- Todos los usuarios obtienen el mismo beneficio total del uso parque y es igual al coste de viaje del usuario marginal (el más alejado).
- El excedente del consumidor del usuario marginal es cero.
- El coste de viaje es una buena aproximación al precio. (Esto a su vez se apoya en el supuesto de que la desutilidad de la distancia se traduce únicamente en

costes monetarios.)

- Los individuos en todas las zonas con la misma distancia consumirán la misma cantidad del bien dados los costes monetarios. Es decir, todas las curvas de demanda de todas las zonas tendrán la misma pendiente.

Etapas del método.- (López de Sebastián, 1975):

1) Dado el espacio a analizar, su entorno es dividido en círculos concéntricos y se evalúa el volumen de población y la distancia media de cada una de ellas al área natural.

2) Se efectúa una encuesta a los visitantes para conocer su procedencia.

3) Conocido el volumen total de visitantes, se distribuyen por zonas de procedencia según la proporción resultante de la encuesta.

4) Se estima el ratio de visitantes/habitantes para cada una de las áreas de procedencia.

5) Se estima el coste medio de viaje para cada zona.

6) Se hace un análisis de regresión introduciendo como

variable dependiente el ratio de visitas y como variable independiente el coste y se estima la curva de recreación total (fig. 7)

7) De esta curva se deriva la curva de demanda analizando las variaciones en las tasas de participación que resulten de incrementos en el coste y, por la aplicación de las tasas a las respectivas áreas, se configura la nueva demanda (fig 8).

Nos parece útil aclarar el último paso. Para ello, es necesario suponer que la diferencia de coste entre las zonas puede usarse para simular una tasa de entrada y que la reacción de los individuos a estas tasas es la misma que la que tendrían ante aumentos en los costes de viaje. Conocemos, por un lado, el número total de visitas al precio actual de cero (punto A de la curva, fig 8). Como conocemos la relación existente entre el coste de viaje y el número de visitas por la ecuación de regresión: $N = a - bTC$ (TC, coste de viaje), vamos sumando tasas de entrada t_1, \dots, t_n a los TC correspondientes en la ecuación anterior, obteniendo así las cantidades de visitas (puntos A, B, ... Z de la curva).

FIGURA 7: CURVA DE RECREACION TOTAL

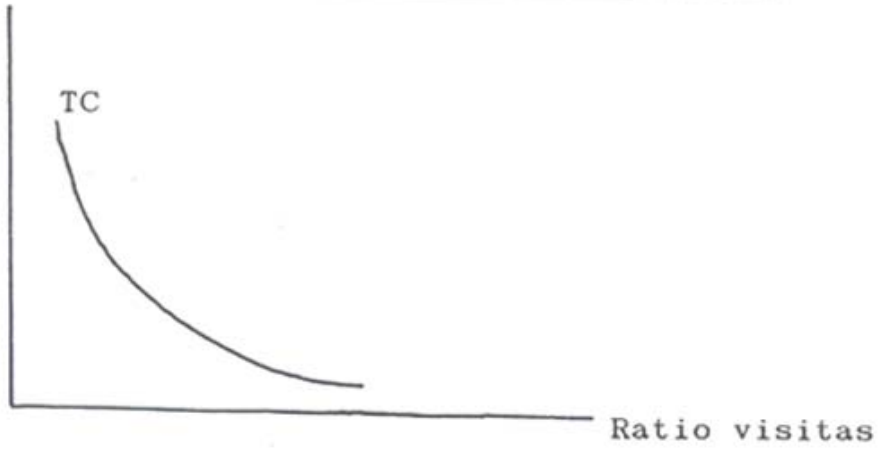
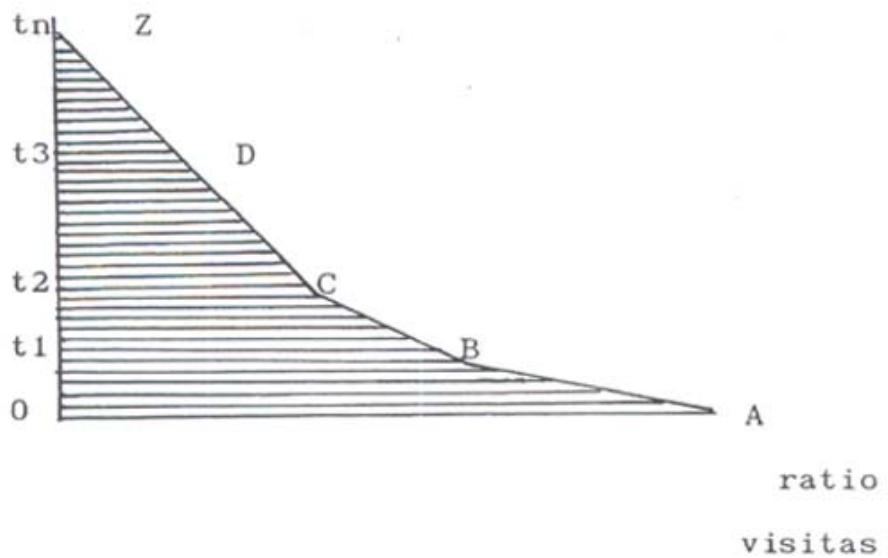


FIGURA 8: CURVA DE DEMANDA RECREATIVA

Tasas añadidas



El área bajo la curva de demanda nos da el excedente del

consumidor total que se tiene para la zona estudiada (beneficios totales). El método que acabamos de exponer es la versión original y más simple del mismo. Sus supuestos son tan restringidos que han dado origen a muchos desarrollos posteriores en un proceso que continúa actualmente. El supuesto básico de que el ratio de visitas es sólo función del coste de viaje es demasiado irreal para ser aceptada. Esto se ha tratado de resolver mediante la inclusión en el modelo de las variables que se supone influyen en el ratio de visitas, pasando de:

$$N = f(TC) \text{ ----> } N = f(TC, x_1, \dots, x_n)$$

$x_1 \dots x_n$ variables socioeconómicas

Las críticas principales se relacionan con los siguientes problemas:

a) Varios autores señalan la necesidad de incluir la variable tiempo empleado en el viaje (Cesario, Knetsch, 1976, etc) como un componente a añadir al coste de viaje. En efecto, al desplazarse hacia el lugar deseado, el individuo emplea un tiempo que en general le supone un coste, de forma que si necesitara menos tiempo en llegar a un lugar recreativo, ganaría en bienestar. Esto ha sido contestado por algunos autores (Bishop y Heberlein, 1979) que apuntan que el individuo

puede derivar satisfacción precisamente del tiempo empleado en dirigirse hacia el lugar de ocio. Otras teorías psicológicas sostienen que el valor esperado de una actividad futura de este tipo aumenta con el tiempo de espera (Atkinson y Birch,1970). Además, se ha detectado que el individuo en busca de zonas naturales prefiere lugares distantes en un intento de "aislarse de todo" (Allen et al.,1981). Por otro lado, existen problemas para determinar el precio-sombra del tiempo empleado en el viaje ya que no podemos considerar, por los motivos anteriores, ese tiempo como coste de oportunidad puro del tiempo laboral, pues generalmente se realizan estos viajes en tiempo no laborable. En este caso, dependería de las valoraciones propias de los individuos.

Los intentos de obtener un precio para el tiempo empleado en el viaje (Cesario,1976) dan como resultado un valor de entre $1/4$ y $1/2$ del valor del salario medio. Un estudio sobre la variable tiempo y la de congestión (Allen et al.,1981) demuestra que, por un lado, la no inclusión de la variable tiempo produce un sesgo importante en el sentido de infravalorar el coste real del viaje, no descartándose el caso opuesto. Por otro lado, se detectó la presencia de multicolinealidad entre el coste de viaje y el tiempo empleado, existiendo dificultades para separar ambas variables. Para el caso de la congestión, los resultados fueron similares.

b) Otro problema del método consiste en suponer que el viaje tiene como único propósito el de visitar la zona de esparcimiento. Este problema puede resolverse mediante una discriminación a nivel de la encuesta, con la dificultad adicional de valorar los casos donde el propósito del viaje sea múltiple.

c) La influencia del nivel de ingresos está generalmente presente siempre que intentemos medir disposiciones a pagar, por tanto, dicha variable debe ser tomada en cuenta para evitar que su influencia sesgue de modo significativo los resultados.

d) Cuando existen sustitutos accesibles a la zona tendrían que ser tenidos en cuenta. Aunque, por un lado puede argumentarse que cada lugar natural posee unas características específicas y que no existen por tanto verdaderos sustitutos, cabe plantearse la influencia sobre la zona que se estudia de un cambio en la accesibilidad al sustituto, etc.

e) Finalmente, apuntamos una limitación del método referida al ámbito espacial de aplicación en el caso de espacios limitados. Si el espacio de posibles usuarios de una zona natural es limitado (pensemos en islas pequeñas, pequeños estados continentales, etc.) puede darse el caso de que el coste de viaje, por ser reducido (al ser reducidas las

distancias) infravalore la disposición máxima a pagar, dado que, en este caso, no existiría el usuario marginal.

VALORACION DE CONTINGENTES.- Veamos ahora el grupo de técnicas que denominamos de las preferencias confirmadas, de encuestas o de Valoración de Contingentes (V.C.). Por comodidad, adoptaremos en lo sucesivo esta última (V.C.) para referirnos a aquellas técnicas que, por medio de encuestas tratan de determinar la máxima disposición a pagar (M.D.P.) por un recurso natural o la disposición a aceptar una mínima compensación (M.D.A.) por la no disponibilidad del mismo. Como primera característica de estos métodos cabe indicar que, aunque tradicionalmente los economistas han preferido los métodos indirectos (preferencias reveladas) por estar basados en comportamientos de mercado observados, su difusión es cada vez mayor. Han sido establecidas comparaciones por varios autores (Brookshire et al.,1983) para demostrar la validez de los métodos V.C.; un estudio de comparación entre métodos directos e indirectos (Smith, Devousges y Fisher, 1986) demostró que los defectos que se asociaban a los métodos V.C. también podían hallarse en los métodos directos y que las limitaciones en el diseño de la investigación debían considerarse en cada caso particular. Seguidamente vamos a describir las técnicas más usadas de VC. En general se considera que el valor declarado por el individuo corresponde al punto de indiferencia entre tener esa suma de dinero y el

nivel correspondiente de bien natural (Walsh, Loomis y Gillman, 1984).

JUEGOS DE SUBASTA.- En esta técnica, la más antigua y usada (Davis 1963), los individuos son sondeados mediante una encuesta donde se les pide que valoren contingencias (situaciones hipotéticas con una determinada cantidad o nivel de calidad del bien). Las valoraciones se basan en la máxima disposición a pagar por un contingente o la disposición a aceptar la mínima compensación por un empeoramiento del contingente. Para bienes públicos puros, las curvas individuales se suman para obtener una curva agregada porque, excepto cuando hay efectos de congestión, el coste marginal de provisión del bien para un usuario adicional es cero.

El método más usado es el de Subasta Iterativa, que consiste en que el entrevistador describe cuidadosamente el bien y su estado actual; seguidamente se establece el derecho a disfrutar de él durante un período de tiempo (generalmente un año) y se propone una suma inicial de dinero (Punto de partida), preguntando si el individuo estaría dispuesto a pagar dicha suma por ese motivo. Si el encuestado acepta, el encuestador aumenta la suma y el proceso continúa hasta que el individuo no ofrece más, determinando exactamente el valor de MDP.

Otro tipo de Juego de Subasta es el simple; aquí el proceso no es iterativo sino que simplemente se pregunta directamente sobre la MDP o la MDA y se toma la cantidad aportada por los individuos.

Las críticas específicas de que han sido objeto los juegos de subasta dentro de los VC son, para el de subasta iterativa en primer lugar que el punto de partida sugerido en el juego (la suma inicial propuesta) pueden influenciar las respuestas, produciendo el correspondiente sesgo (sesgo del punto de partida). Thayer (1981) encontró poca evidencia de este problema, mientras que otros autores lo consideran de gran importancia (Boyle, Bishop y Welsh, 1985); finalmente un estudio empírico sobre los sesgos producidos en el uso de la subasta iterativa dió como resultado que la influencia del punto de partida era menor cuanto mejor era la información sobre las características medioambientales del lugar provistas por el encuestador. Aunque parece no ser un problema insalvable dependiendo del diseño de la encuesta y la labor del encuestador, otros investigadores prefieren solventar el problema simplemente instando al propio encuestado a que determine el punto de partida (Schulze, D'Arge y Brookshire, 1981). Mitchell y Carson (1981) desarrollaron una variante (Cartas de pago) para evitar el sesgo del punto de partida. Cada una de estas cartas ofrecen un rango de valores y una indicación sobre lo que cada grupo de ingresos pagó en

el año anterior. Devousges, Smith y Mc Givney (1983) modificaron esta técnica eliminando las indicaciones anteriores.

Por el contrario cuando no es sugerida una suma inicial puede haber problemas en el caso de una información insuficiente sobre las características, obteniéndose respuestas con una varianza muy grande que se pueden relacionar con una desorientación del encuestado.

Otro problema de los juegos de encuesta es el vehículo propuesto para el pago. Según Randall et al. (1974) el usuario paga más por un derecho de entrada que por cualquier otro tipo de pago. En respuesta a Mitchell y Carson, Greenley y Young (1981) sostienen que sus estudios detectan una mayor influencia en los resultados debida al vehículo de pago que al punto de partida. En todo caso, en cada situación particular esto puede variar, pero habrá que tener en cuenta ambas fuentes de posibles errores.

ELECCION DICOTOMICA.- (Bishop y Heberlein,1979). En esta técnica, después de la descripción cuidadosa de las características del lugar, se ofrece una única opción al encuestado sobre una cantidad de dinero asociada a un nivel de calidad o cantidad del bien estudiado, el cual sólo podrá aceptar o rechazar la opción. Si bien es de gran simplicidad a la hora de realizar la encuesta, aparecen grandes problemas a

la hora de estudiar la información obtenida para derivar los resultados. Además, la técnica es muy sensible al encuestador, que puede influenciar los resultados en un sentido o en otro.

JUEGOS DE INTERCAMBIO.- Después de la descripción de las características físicas como en las técnicas anteriores, se ofrece una elección de un nivel de pago asociado a un nivel de calidad ambiental; un nivel de pago mayor irá asociado con un nivel mayor de calidad y viceversa. El valor correspondiente a la elección final del encuestado se interpreta como su máxima disposición a pagar.

ELECCION GRATUITA.- (Romm, 1969) Esta técnica se diferencia de las anteriores en que el MDP se infiere en lugar de detectarse directamente. Se basa en proponer al individuo la elección entre varias cantidades de bienes. Una alternativa puede ser un parque natural y la otra una suma de dinero o un conjunto de bienes de consumo, etc. Si el modelo es de doble alternativa la elección puede establecerse entre el parque natural y la suma de dinero; si el individuo elige el parque, la suma de dinero rechazada puede ser tomada como un valor mínimo para el parque. Si la suma de dinero varía y el parque es el mismo, estaríamos ante un juego de subasta. La principal diferencia es que el individuo no tiene que pagar nada para recibir el bien si rechaza el dinero ni pierde el parque natural si escoge el dinero; en ambos casos gana.

VALORADOR DE PRIORIDAD.- (Hoinville y Berthoud, 1970) Similar al anterior pero aquí se asignan unos precios originales a los bienes y luego son ajustados hasta llegar a precios de equilibrio, intentando simular el funcionamiento de un mercado de competencia perfecta. La técnica no está aún suficientemente desarrollada.

OPINION DE EXPERTOS.- La valoración basada en opinión de expertos asume que el conocimiento sobre el bien natural que tienen los expertos da un valor especial a sus opiniones sobre el mismo. El método consiste en valoraciones personales basadas en técnicas de encuestas (Delphi, etc.) donde la diferencia con los demás VC es en la naturaleza y selección de los individuos que participan (expertos). La principal aplicación de esta modalidad es, en general en todo lo referido a ecosistemas naturales, donde la información por un lado y la conciencia sobre los problemas asociada a estos temas es insuficiente a nivel de la población general o de los usuarios del parque o zona. Con la selección de expertos que opinen sobre el tema eliminaremos de una manera segura el primer problema ya que la característica de los expertos es, precisamente su información sobre el particular y, por otro lado, no es ilógico suponer que, asociada a dicha información, su nivel de conciencia de los problemas reales que se pueden derivar de una infravaloración del ecosistema será mayor que

el valor medio de la población.

PROBLEMAS GENERALES DE LOS METODOS VC.- Aunque ya hemos citado algunos específicos de algunas técnicas englobadas en este grupo, enumeramos ahora algunos más, asociados en general con el mismo:

- Naturaleza hipotética.- Existe la creencia de que la gente no puede responder cuestiones hipotéticas de manera exacta. Este problema puede solventarse mediante la proposición de situaciones familiares a las vividas por el usuario, con lo que la naturaleza hipotética desaparecería. En todo caso, surgen problemas a la hora de intentar medir un sesgo de esta naturaleza.

- Free-riding o Sesgo estratégico.- Es un conocido problema el que los individuos encuestados intenten, mediante infravalorar o sobrevalorar las respuestas, influir en los resultados. De este modo, por determinados intereses, los resultados no reflejarían las verdaderas preferencias del individuo. Especial cuidado hay que tener en la elección del vehículo de pago ya mencionado pues esto es una de las mayores fuentes de este tipo de sesgos estratégicos. Sin embargo, la casi totalidad de los estudios empíricos llevados a cabo (Bohm, 1972), (Scherr y Babb, 1975), (Smith, 1977) no han detectado valores significativos de sesgos estratégicos o

free-riding. Schulze, d' Arge y Brookshire (1981) en un estudio de seis investigaciones empíricas llegaron a la misma conclusión.

- Influencia de la información.- La cantidad y calidad de la información proporcionada en la encuesta puede influenciar claramente los resultados de la misma. Plummer (1986) realizó experimentos proporcionando distintos niveles de información a los sujetos de posteriores encuestas obteniendo que "la información apropiadamente seleccionada puede influenciar los resultados de los estudios de valoración".

- Otros problemas.- Hacemos referencia general a los problemas propios de todo proceso de encuestas y su interpretación estadística. Principalmente mencionamos aquí la influencia del encuestador, el diseño del cuestionario, la falta de respuestas, etc. Con un cuidadoso tratamiento de todos estos temas, su posible influencia es al menos en teoría controlable estadísticamente.

Hemos visto los tres métodos más utilizados de valoración monetaria del medio ambiente. Continuamos con las demás técnicas del cuadro 2:

METODO DIRECTO.- Este método lo citamos simplemente para resaltar el hecho de que, en general, al estudiar un caso concreto, es posible que parte de los coste o beneficios sean evaluables directamente a precios de mercado, pues existe ya

mercado para el recurso. No es un método de valoración sino que es una valoración financiera que actúa como un componente más a la hora de evaluar los beneficios y/o costes totales. En el caso de que lo que se evalúe sean aumentos (disminuciones) en la cantidad de producción de un recurso, tenemos dos posibles casos:

a) Que el incremento (disminución) de la producción derivado del proyecto o actividad no afecte a los precios del recurso, en cuyo caso el valor del incremento de la producción será simplemente el resultado de multiplicar el incremento por el precio existente:

$$B = dQ \times P$$

b) Si el incremento en la producción del recurso afecta al precio del mismo, la situación se complica y es necesario conocer datos sobre la demanda y oferta y supuestos particulares, aunque, en términos generales:

$$B = dQ \times (P1 + P2)/2 \quad P2 = \text{nuevo precio}$$

METODO DE CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD- Simplemente se trata de

una variante del anterior que consiste en la valoración de los beneficios de un incremento en la productividad de algún ecosistema debido al proyecto o los beneficios de evitar la caída de la productividad. Pueden existir problemas de medición, sobre todo en el segundo caso.

La aplicabilidad de los dos métodos anteriores, directo y de la productividad está bastante centrada en los sistemas productivos agrarios, forestales, ganaderos y marinos.

METODO DEL COSTE DE OPORTUNIDAD.- Este es un concepto muy importante en economía y, más que un método en sí, la noción abarca un campo de aplicación muy amplio. En general, un coste de oportunidad, asociado a una decisión concreta o proyecto, hace referencia a lo que se pierde al utilizar los recursos en dicho proyecto en lugar de hacerlo en otros usos alternativos.

Como técnica concreta se suele referir al coste de oportunidad para el caso de recursos naturales difícilmente valorables. En este caso se toma como coste de oportunidad de preservar un recurso natural frente a un proyecto potencial que le afectaría la cuantía de los beneficios que se dejarían de ganar por no llevar a cabo el proyecto.

COSTE DE PREVENCION.- Básicamente, la idea central de este método o grupo de métodos es el de tomar como valor de coste de un efecto colateral no deseado la cuantía de los gastos en

que se incurre al ejecutar medidas protectoras contra dicho efecto. Su característica principal es que se trata de un valor mínimo ya que, por supuesto se gastará lo mínimo posible para defenderse o prevenir el daño, pero, la verdadera valoración del coste para los afectados tenderá a ser superior. Su aplicabilidad es amplia en cuanto amplia es la gama de efectos negativos que se pueden dar, tanto para los individuos directamente, como para sus actividades, propiedades, etc. Se han desarrollado diferentes modelos, variando según el tipo de efecto que se quiere evitar.

Un nivel de complicación mayor se da cuando la medida protectora no es tan directa, como por ejemplo un filtro para evitar la contaminación (sería el coste del filtro), sino cuando hay que hacer supuestos a la hora de decidir si la medida ha sido tomada para evitar el daño o por otros motivos (ejemplo: cuando se cambia de residencia para evitar el perjuicio), en cuyo caso, la investigación se complica.

COSTE DE REPOSICION.- Sólo se diferencia del anterior en que se valoran en lugar de las medidas de prevenir o evitar el daño, aquellas que habría que tomar para reparar o reponer el recurso dañado (en el caso de que ésto fuera posible). Podemos poner el ejemplo de los costes de la restauración de un monumento dañado por la polución.

COSTE DE PROYECTOS SOMBRA.- Es una versión particular del anterior y hace referencia al coste de una inversión cuyo objetivo es el de proveer de un sustituto a un área o recurso natural o recreativo dañado por el proyecto. Desde el punto de vista del autor, su aplicabilidad sólo cubre aquellos casos donde el área afectada es de creación artificial ya que, por definición, los ecosistemas naturales son difícilmente reemplazables por el hombre.

COSTE DE EFECTIVIDAD.- Más que un método de valoración en sí, es una comparación entre distintas alternativas técnicas de un proyecto asociadas cada una a un nivel de calidad o impacto ambiental determinado, medido en terminos físicos. La elección puede basarse, según distintos criterios, en fijar un nivel de calidad ambiental y, para este, determinar cuál es la alternativa técnica más barata, o bien, maximizar el nivel de calidad ambiental para un nivel de gasto o de uso de los recursos, etc.

Es prudente, en estos casos, adoptar una postura conservadora como aconseja Krutilla (1967) respecto al medio ambiente, dado que resulta difícil conocer el verdadero alcance de las actuaciones que le afectan, que se traduzca en favorecer la alternativa más conservadora en caso de que no hayan grandes diferencias entre ellas.

Consideramos ahora el bloque de técnicas basadas en mercados sustitutivos o de las preferencias reveladas. En realidad, la separación que se establece entre enfoques basados en el mercado y en mercados sustitutos no tiene gran relevancia, ya que estos últimos están basados en el mercado, aunque indirectamente (Hufschmidt et al.,1983); más relevante es el concepto de preferencias reveladas con el que agrupamos a este grupo por contraposición a preferencias confirmadas con que se designa el grupo de encuestas o valoración de contingentes. Desde nuestro punto de vista, los métodos basados en las preferencias reveladas se caracterizan por que infieren las preferencias de los individuos observando su comportamiento y elecciones manifestadas. No habría ningún problema en aceptar esta inferencia si el comportamiento del individuo respondiera realmente a sus verdaderas preferencias, cosa que difícilmente es el caso general: "Ciertamente, en la manifestación de las preferencias, los individuos no operan aisladamente, sino en un sistema social donde continuamente las actitudes de los otros individuos condicionan mutuamente el comportamiento" (Ruiz, 1985). Concluyendo, existe un sesgo entre el comportamiento de los individuos y sus verdaderas preferencias y otras razones para comportamientos determinados; este sesgo puede tomar dimensiones irrelevantes o por el contrario invalidar los resultados de una investigación, siendo necesario tener mucho cuidado al interpretar el comportamiento de los individuos. Seguidamente

describimos las técnicas más utilizadas de las englobadas en este apartado de las preferencias reveladas.

OTROS ENFOQUES DEL VALOR DE LA TIERRA.- Relacionados con el precio hedónico, visto anteriormente, son más fáciles de aplicar por su menor complicación, siendo especialmente recomendados para situaciones donde exista poca información. De todas formas su simplicidad lleva aparejada una aplicabilidad limitada, por lo que son más bien, métodos aproximativos u orientativos de otros métodos. A modo de ejemplo, citaremos dos:

- Precio pagado por instituciones para la protección.- En todos aquellos casos donde un recurso difícilmente valorable pero con valor cierto cuando las instituciones, gobierno o agencias hayan pagado por la protección, el enfoque considera que las cantidades pagadas son una aproximación mínima a su valor. Es pues condición necesaria para la aplicación de esta técnica que estas transacciones hayan tenido lugar para el recurso concreto o similares que se puedan tomar como equivalentes. Se ha usado esta técnica principalmente para áreas naturales protegidas, zonas de especial valor histórico, cultural, etc.

- Valoración de las mejoras debidas a un proyecto.- En este

caso, se toma el precio de una zona afectada por un proyecto de mejora y se compara con el de una zona aneja que no fue afectada por el proyecto; la diferencia en el valor de ambas zonas reflejaría el de la mejora en sus características. El problema consiste en que, según el caso, estas características normalmente serán varias agrupadas y la que interesa es una concreta. Ejemplo sería el valor de un incremento en la productividad agraria y el correspondiente incremento del precio de la tierra.

METODO DEL SALARIO DIFERENCIAL.- Está muy relacionado con los dos anteriores; de hecho, simplemente hay que sustituir el precio de la tierra o de la vivienda por el salario. El supuesto básico es que, de modo contrario a lo que ocurría con el precio de la tierra que era superior en aquellos lugares donde las características asociadas a la misma (ej: calidad ambiental) eran superiores, en el caso del salario diferencial, un puesto de trabajo concreto asociado a unas características determinadas (riesgo, polución, etc.) percibirá mayor nivel de salario que otro que, desempeñando la misma actividad laboral este asociado con unas características más positivas (menor riesgo, menor polución, etc.). Esto supone la asunción de un mercado libre y competitivo de trabajo, perfecta información y movilidad de los trabajadores, etc. que, en general, son más difíciles de aceptar aún que para el caso de las viviendas o de la tierra. Téngase en cuenta que sobre el nivel de los salarios en casi todos los

países influyen variables sociopolíticas (medidas gubernamentales, sindicales, etc.).

Por otro lado, según el contexto hay infinidad de razones que influyen en que un individuo se vea obligado a aceptar un determinado puesto de trabajo por estar su capacidad de elección condicionada a múltiples factores de diversa índole. Algunos estudios empíricos han tratado de hallar si existe correlación entre el nivel de salario y variables referentes a niveles de contaminación (Cropper, 1979) y de riesgo (Thaler y Rosen, 1976) con resultados más o menos positivos.

COMPENSACION Y LITIGIO.- Se basa en tomar las compensaciones en forma de indemnización que se derivan de las sentencias de resolución de conflictos donde se encuentren involucrados bienes naturales. Sin embargo, en el cálculo de dichas indemnizaciones no suelen considerarse los daños al ecosistema (Maler y Wyzga, 1976), por tanto, este método no parece adecuado para valorar ecosistemas naturales.

Finalmente, como ejemplo de método de valoración no dependiente de las preferencias individuales, tenemos el siguiente:

EL ENFOQUE DE LA ENERGIA.- Veamos el utilizado por Costanza y Farber (1985, 1987) para la valoración de zonas húmedas. El método se basa en el total de energía captado por un ecosistema natural como estimación de su potencial para proporcionar

trabajo útil para la economía. Dicha estimación tenderá a ser superior a la MDP, como posteriormente se comprobó en los resultados, ya que no todo el trabajo del sistema es útil a la economía. Los pasos del método son los siguientes:

- 1) Determinar mediante investigación la producción primaria de energía bruta del área natural en cuestión, con y sin el proyecto.

- 2) Convertir esta estimación (generalmente medido en gramos de carbono fijados por unidad de tiempo o la energía calorífica equivalente contenida en el carbón) a equivalentes de combustibles fósiles, considerando la eficiencia como combustible de cada fuente.

- 3) Convertir los equivalentes de combustibles fósiles en unidades monetarias usando un ratio económico de valor por unidad de energía, generalmente el ratio de PNB/total energía utilizada por la economía (medida en equivalentes de combustibles fósiles).

1.3 LIMITACIONES DE LA VALORACION.-

1.3.1 LA INTERNALIZACION.- Se hace necesario un comentario para aclarar algo más el proceso de internalización de las externalidades, ya que la valoración tendría el objetivo fundamental de servir a dicha internalización. Habría que tener en cuenta, en primer lugar, que el hecho de que haya elementos y recursos sin valorar viene explicado principalmente por que éstos no han sido apropiados, requisito previo a la valoración (Naredo, 1987). Por tanto, quedan fuera del mercado, del cálculo de la rentabilidad privada (financiera) y de su asignación por estos agentes. Sin embargo, sí son usados generalmente, aunque no entren en los balances de las empresas.

Ante este problema, tenemos la mentalidad de la internalización, es decir, hay que valorar e integrar el uso del medio ambiente en el cálculo de la rentabilidad y por tanto en la asignación, corrigiendo así este "fallo" de la economía de mercado. Lógicamente, el agente individual raramente llevará a cabo este proceso mientras no se vea obligado legalmente a ello, por lo que se comprende que el sector público tiene un papel central en el proceso de internalización. Veamos a continuación las vías principales que tiene para realizarlo.

1.3.1.1. LOS IMPUESTOS VERDES.- Los impuestos o primas

correctoras de actividades que producen efectos en el medio ambiente, una idea de Pigou que se ha malinterpretado en la obra de este autor (Aguilera Klink, 1991), el principio de que "el que contamina paga", etc. son ideas de actualidad y responden a una de las vías principales de la supuesta internalización.

Debemos apuntar algunos problemas de este planteamiento. Por un lado, para poder determinar la cuantía del impuesto, desde esta perspectiva "pigouviana" es necesario valorar, en términos monetarios, el efecto sobre el medio ambiente que se quiere internalizar, con lo cual, nos situamos en el gran problema de la valoración del mismo, que, como veremos seguidamente cuestiona de forma casi absoluta el proceso como una vía para gestionar adecuadamente el medio ambiente y los recursos. No queremos decir con esto que sea absolutamente inútil el establecer impuestos "verdes", porque puede servir, en momentos puntuales, para eliminar ciertas actividades adversas y peligrosas para la vida o los ecosistemas, pero, desde luego, no puede ser la solución definitiva, sino una herramienta más de la política económica para forzar el ajuste a unos límites o standards relacionados con el funcionamiento de los ecosistemas. Es decir, para aclararnos, que "no hay que confundir la discusión sobre la efectividad comparada de esos instrumentos (impuestos pigouvianos, normas legales, multas, negociación coasiana) con la discusión de si es posible

traducir a valores crematísticos actualizados los impactos ambientales. " (Martínez Alier, 1993).

Desde la primera perspectiva que planteamos tenemos, además del problema de la valoración, el hecho de que, aunque hipotéticamente se pudiera valorar, la solución podría pasar entonces (y de hecho es lo que habría que esperar) por la compensación a los afectados, el pago del impuesto, etc., es decir la "compra" del permiso para realizar la actividad. Esto podría originar efectos muy diversos, comprometiendo incluso la vida en el planeta, ya que "aunque, en una palabra, se alcanzara al fin ese sueño imposible de los economistas medioambientales, estableciendo una correspondencia completa entre su mundo de lo económico y aquel otro de lo físico; hay que tener muy presente que no por ello habrían de encontrar una solución satisfactoria los problemas que originariamente suscitaba la gestión del medio ambiente, si por solución satisfactoria se entiende aquella que al menos asegure la continuidad de la especie humana. Las condiciones que exige el equilibrio económico no sólo no garantizan la estabilidad ecológica, sino que pueden contribuir a perturbarla" (Naredo, 1987).

1.3.1.2 EL ANALISIS COSTE-BENEFICIO.- La segunda vertiente de lo que podríamos llamar internalización, sería aquella que tiene lugar directamente en el sector público, el cual antes

de realizar cualquier proyecto hace un cálculo de rentabilidad algo diferente de la del nivel privado, al incluir componentes de costes y beneficios que difícilmente incluiría un agente privado, horizontes temporales más largos, etc. El ejemplo más representativo de este tipo cálculo económico es el Análisis Coste-Beneficio, de aplicación bastante importante en países como los Estados Unidos y que, sin embargo, no está exento de problemas.

El Análisis Coste-Beneficio (ACB) fue desarrollado inicialmente por las agencias federales de agua de Estados Unidos para evaluar proyectos hidráulicos. El objetivo general era aportar una visión útil de los costes y beneficios asociados a dichos proyectos de inversión. Sin embargo, sólo a partir de 1950 comienzan los primeros estudios y publicaciones en el ámbito académico. Finalmente, en los últimos años, se ha intentado utilizar el ACB para evaluar las consecuencias ambientales de los proyectos, aspecto este que ha producido un gran desarrollo de la técnica, además de propiciar un importante debate sobre las posibilidades de aplicación en este campo.

La base conceptual del ACB está relacionada con la llamada Economía del Bienestar. A partir de 1940 aparece el concepto de Optimo de Pareto Potencial: si los beneficiarios de cualquier cambio pudiesen compensar a los perjudicados y

además seguir siendo beneficiados, el cambio propuesto sería aceptable aún cuando la compensación, finalmente, no tuviera lugar.

El criterio de que los beneficios deben superar a los costes para un determinado proyecto sería asimilable al concepto anterior, de forma que el ACB es considerado como "un test empírico para el óptimo de Pareto potencial" (Randall,1986). Es decir, sólo se requiere que la suma algebraica de los beneficios para los que ganan con el proyecto supere a la suma algebraica de los costes para los perjudicados, no considerando sobre quién o quiénes recaen costes o beneficios.

Podemos considerar que el ACB es una herramienta para la toma de decisiones a nivel social (institucional), en oposición a la toma de decisiones a nivel individual. Las instituciones "tienen la responsabilidad de tener en cuenta todos los costes y beneficios para los miembros de la sociedad al elegir sus políticas. El ACB puede ayudar en esta tarea" (Lowe y Lewis,1980). Las etapas que normalmente integran un ACB serían (Lowe y Lewis, 1980):

- 1) Identificación de las alternativas a comparar.- Bien pueden compararse varios proyectos entre sí, como un proyecto en comparación con no llevarlo a cabo, etc. Cada alternativa debe quedar perfectamente definida.

2) Predicción de los efectos asociados a cada alternativa.- Cada alternativa estará asociada a unos efectos determinados que deben ser bien delimitados y, en todo caso, predecirse lo más exactamente posible durante el tiempo de duración esperado.

3) Valoración de los efectos.- Los efectos de las alternativas serán valorados en una medida común (en términos monetarios) para poder comparar estas últimas.

Este es el paso que más problemas presenta, por las enormes limitaciones de la valoración, especialmente en el caso del medio ambiente. Por otro lado, dado que se evalúan efectos de duración más o menos larga, pero que recaen también en periodos futuros, es necesaria la actualización de estos valores para su comparación en el momento actual; para ello se utiliza el criterio del valor actual neto y la tasa de descuento, que hay que elegir más o menos arbitrariamente y que es uno de los puntos más polémicos dentro del campo de la economía ecológica, sobre el que volveremos posteriormente.

4) Presentación de los resultados.- En la forma más clara posible para facilitar la toma de decisiones. En caso de que algunos efectos no se hayan podido evaluar, se presentan las

razones de ello así como medidas alternativas en términos físicos. Veamos seguidamente las principales ventajas e inconvenientes del ACB:

a) VENTAJAS.

1) Nivel de decisión social.- Si de lo que se trata es de conseguir el máximo nivel de bienestar para la sociedad en conjunto, es de esperar que las decisiones tomadas a este nivel sean siempre superiores a las tomadas a nivel individual. Sabemos por la teoría de juegos que, normalmente, la búsqueda del interés individual puede llevar a resultados nefastos para la sociedad. Por otro lado, la gran envergadura de los proyectos que se suelen someter a un ACB desaconsejan todo tipo de análisis a nivel inferior al social.

2) Medición en términos monetarios.- Aunque ciertamente el asignar valores monetarios a los efectos de un proyecto cuya naturaleza es diversa resulta cuestionable; "la facilidad de ofrecer una escala monetaria para los diversos costes y beneficios es, por supuesto, la gran atracción del ACB" (Turner,1988).

3) Se consideran todos los efectos.- Este es uno de las mayores ventajas, al menos a nivel teórico, del ACB. La mayoría

de las decisiones de asignación de recursos erróneos se derivan de que los efectos no son considerados en su totalidad, ignorando más o menos deliberadamente ciertos costes o beneficios; en este sentido, es de esperar que las decisiones tomadas en base al criterio de considerar todos los efectos derivados de los mismos sean las más adecuadas.

b) INCONVENIENTES.

1) Problemas de distribución.- Una de las críticas más generalizadas al ACB es el tema de la distribución. Al considerar globalmente costes y beneficios no se tiene en cuenta sobre quién recaen los mismos. "Se ignora el cambio en la distribución de los recursos que produce el proyecto" (Mishan,1971). De esta forma, un proyecto que aumente la desigualdad social puede pasar un test de ACB siempre que los beneficios totales superen a los costes totales. Por otro lado, la distribución intertemporal tampoco es considerada adecuadamente, ya que el uso de la tasa de descuento infravalora costes y beneficios futuros, y produce una asignación sesgada hacia el presente.

2) Ética del ACB.- Asociado a lo anterior, se critica la ética base del ACB, que aceptaría, por un lado, el status quo

social como dado, ignorando, como hemos visto, los temas distributivos, tanto intra como intergeneracionales.

3) El problema de la medición.- Por un lado, cuando existen mercados o situaciones asimilables a estos, los valores monetarios se obtienen sin grandes problemas. Sin embargo, cuando tales mercados no existen, como es el caso del medio ambiente en general, surge el problema, que se intenta resolver con técnicas como las expuestas en el punto 1.2.3, o bien se presenta una mezcla de descripciones cualitativas y cuantitativas en términos no monetarios. El hecho es que, cuanto más admitimos que todos los beneficios (secundarios, indirectos, intangibles, etc.) tienen que ser incluidos en el cálculo del coste-beneficio, más problemática se vuelve cualquier evaluación en términos de un simple standard monetario. Por otro lado, la incertidumbre y el desconocimiento de las consecuencias futuras de muchos de estos efectos constituye el problema más grave con el que se enfrenta actualmente el ACB.

1.3.1.3 RENTABILIDAD ECONOMICA VS RENTABILIDAD FINANCIERA.- Para finalizar el bloque de aclaraciones sobre la internalización, razón de ser de la valoración ambiental, veamos unas cuestiones básicas que están presentes en el centro del debate económico cotidiano y la asignación de los recursos.

Preferimos distinguir entre rentabilidad económica y financiera en lugar de entre privada y pública o social aunque, como hemos apuntado, raramente un agente privado se rige por cálculos no financieros. Las características fundamentales de la visión financiera están en la base del propio sistema capitalista: obtención del máximo beneficio a corto plazo. Este tipo de rentabilidad garantizaría según la economía ortodoxa la asignación más eficaz de los recursos, que serían destinados a las actividades más rentables desde esta perspectiva.

Es necesario, sin embargo, tener en cuenta ciertos aspectos de este planteamiento. Una primera aclaración consiste en tener en cuenta que el mercado y la formación de precios a que da lugar depende directamente del marco institucional presente en su área de funcionamiento. Este marco lo constituyen un conjunto de normas e instituciones que van a definir lo que es un coste para la empresa. Una de las piezas clave en este proceso es la definición por parte de dicho marco institucional de los derechos de propiedad de uso sobre los recursos, ya mencionados con anterioridad. Por ejemplo, para aclarar esto anterior, imagínese que el marco institucional define una legislación que es permisiva con la contaminación producida por la empresa; el resultado de esto es que la empresa, al no incorporar en sus costes el de medidas

compensatorias o preventivas en relación al daño que ocasiona, "infla" sus beneficios. En el otro caso, si la legislación obliga a tomar medidas preventivas anticontaminantes o a indemnizar al resto de la sociedad, etc., este coste lo deberá incorporar la empresa, con lo que su actividad será menos rentable o puede dejar de serlo en absoluto. En cualquier caso, la asignación de los recursos cambiaría, es decir, no hay una única asignación eficaz, quedando este último término en entredicho. Por tanto, el "mercado libre" no es nada más que un paquete de legislación social (Polanyi, 1944) más o menos impuesto o pactado, dependiendo esta imposición o pacto de la distribución del poder político y económico presente en cada momento.

Por otro lado, la tan defendida competencia que lleva a que destaque el mejor o el más eficaz pretende olvidar las condiciones donde esta se desarrolla. Estas condiciones son bien distintas a las del caso que plantea como ideal la economía (competencia perfecta), pues los distintos participantes en el juego no lo hacen en igualdad de condiciones: tienen distinta capacidad económica, que tanto condiciona el nivel de precios (Mishan, 1971), dependen de la legislación para la determinación de sus costes y, además, existen mil y un mecanismos de juego más o menos encubiertos dentro de una sociedad actual compleja, donde comportamientos arbitrarios y especulativos son norma habitual. Así, pues,

podemos decir que la competencia se da entre desiguales y se ignora, como dice Valdés (1980), que la libertad de mercado entre desiguales genera, necesariamente, el abuso y la dependencia.

Otra de las características intrínsecas de las decisiones basadas en la rentabilidad financiera es que sólo suelen considerar el corto plazo y raramente el largo plazo. Así, cuando una decisión económica actual produce efectos de decisión muy larga o indefinida, afectando a personas que no han nacido, se suele emplear el artilugio de la tasa de descuento, es decir, actualizar los valores (generalmente costes) que se estiman para el futuro, lo que equivale invariablemente a desprestigiar dichos efectos digamos 50 años a partir del presente. Al no considerar los efectos futuros de sus actuaciones, lo único que se está haciendo es una traslación de costes hacia el futuro, resultando una asignación de recursos sesgada hacia el presente.

Por otro lado, y esto nos interesa especialmente, la decisión tomada con el criterio financiero rara vez incluye en sus costes (al menos, de manera voluntaria), la consideración de los posibles efectos sobre el medio ambiente, lo que crea problemas más o menos graves y por tanto una asignación de recursos indeseable.

Veamos algunas precisiones sobre el concepto de rentabilidad, para contrastar el carácter relativo que tiene cuando se aborda desde la perspectiva financiera. El problema no es de definición, pues realmente podemos considerar, de forma genérica, que hace referencia a la relación entre costes y beneficios; cuanto mayor sea la diferencia:

$$B - C > 0$$

mayor será la rentabilidad de un uso concreto de un recurso. Las cuestiones clave son:

1) ¿Qué integra y cómo se miden los componentes de coste y beneficio?

2) ¿Cuál es la distribución de los mismos?

1) Como hemos visto en parte, el cálculo que se acostumbra a hacer desde la perspectiva financiera no incorpora todos los componentes de coste y de beneficio, sino sólo algunos (en especial olvida los costes sociales, ecológicos, futuros, etc.,

que no son incorporados). No puede ser considerado serio un cálculo de rentabilidad que deje de lado deliberadamente costes que, no por ignorados dejan de existir y manifestarse más tarde o más temprano, en un lugar o en otro. Si consideramos, por ejemplo, el caso de los recursos renovables, la asignación de éstos bajo el criterio de la rentabilidad financiera es, básicamente erróneo: "fue precisamente un biólogo matemático, Colin Clark, quien estableció formalmente este resultado: si la tasa de actualización (o de descuento o interés) es mayor que la tasa de crecimiento de un recurso (más la expectativa de aumento de precio) entonces lo "razonable" para el propietario privado es agotar el recurso, aunque ése sea renovable" (Naredo, 1992).

2) El otro gran problema inherente al cálculo de rentabilidad financiera es que se ignora su distribución espacial y temporal. Las preguntas: ¿rentable para quién? y ¿rentable por cuánto tiempo o para qué generación? vienen a añadir relatividad a este enfoque de rentabilidad. En este sentido, la toma de decisiones a nivel privado asociada a la mayoría de los cálculos de rentabilidad financiera no se caracteriza precisamente por la búsqueda del interés de la sociedad considerada globalmente, produciendo, por tanto una asignación de recursos sesgada, no social. En el segundo caso, si la rentabilidad está muy sesgada hacia el presente, originando una traslación de costes hacia el futuro, se está

dando una asignación intertemporal de recursos que podría comprometer el futuro de la especie.

Una rentabilidad que calificamos de económica en sentido amplio debería resolver los problemas apuntados anteriormente y su origen sería difícilmente privado. La cuestión de las posibles alternativas a la rentabilidad financiera es más complejo y se intenta una aproximación en el capítulo siguiente. En todo caso, habría que plantear si cabe algún tipo de rentabilidad en el sentido de comparación entre costes y beneficios en la gestión del medio, así como sus posibilidades y ámbito de aplicación.

1.3.2 LIMITACIONES DE LOS METODOS DE VALORACION.- Los dos grandes problemas de la valoración medioambiental son, por un lado, los propios del proceso de valoración en sí mismo, de naturaleza diversa y que compromete dicha valoración y, por otro lado, el utilizar la valoración como guía de gestión del medio ambiente y asignación de los recursos.

Efectivamente, las valoraciones anteriores están todas basadas en los postulados de la economía neoclásica, en concreto, se basan en la aceptación de las preferencias individuales que se tratan, bien vía preferencias reveladas (comportamientos observados), bien vía preferencias confirmadas (opiniones personales), utilizando los conceptos de la máxima

disposición a pagar (MDP) o la mínima disposición a aceptar compensación (MDA). Sin embargo, los axiomas sobre el comportamiento del consumidor de la teoría económica son determinados por necesidades de la lógica matemática, no por el estudio del comportamiento humano. Estos axiomas, que explican cómo ordena sus preferencias el individuo, son artificiales y la condición necesaria y suficiente para que existan las funciones de demanda, la racionalidad con que debe comportarse el consumidor viene definida por dichos axiomas, que son una simple convención (Eberle y Hayden, 1991). Por ejemplo, según estos mismos autores, el axioma de continuidad es necesario para eliminar ciertos comportamientos discontinuos. Si el ofrecer diferentes combinaciones de bienes al consumidor hace que éste reordene sus preferencias, como ocurre a veces, el axioma lógico falla. Por otro lado, los experimentos procedentes de la teoría de juegos dan un resultado muy importante: que la elección no revela la preferencia. La distorsión de la preferencia observada en las elecciones sugiere que la preferencia puede a veces ser revelada y a veces distorsionada en dichas elecciones, lo que cuestiona la teoría de la preferencia revelada, base de muchos métodos de valoración.

Recordemos, por otro lado, algunos de los problemas de derivados de basarse exclusivamente en las preferencias individuales. En primer lugar, hablar de preferencias "in

abstracto" es algo ficticio ya que, necesariamente, en la formación de dichas preferencias ha influido e influye continuamente el contexto social en que se inserta el proceso, modificando y creando nuevas preferencias (existen verdaderos agentes creadores y modificadores de preferencias, como los medios de comunicación, la publicidad, etc.) que actúan como distorsionantes de la verdadera naturaleza propia del individuo que apenas tiene oportunidad de manifestarse en este proceso. Es decir, prácticamente las preferencias son creadas artificialmente de acuerdo a determinados intereses económicos, políticos, etc.

En segundo lugar, como afirma Sen (1973) en una crítica al concepto de preferencia revelada de Samuelson, existe una divergencia fundamental entre el comportamiento (preferencia revelada) y la verdadera preferencia tomada en un sentido racional, maximizador del bienestar individual. El error consiste en suponer este tipo de conductas aisladas de un contexto social donde una decisión individual afecta a otros individuos de la sociedad. Tienen cabida aquí comportamientos sociales que suponen la no maximización del interés individual sino, en su lugar, el del interés de la sociedad, pues el primero no lleva necesariamente al segundo, que puede no ser la simple suma algebraica de los individuos aislados. Para ilustrar esto, el autor citado se apoya en el famoso "dilema del prisionero", donde un comportamiento maximizador del bienestar individual que sería la verdadera preferencia del

individuo aislado lleva a consecuencias nefastas para ambos individuos, mientras que si hubiera comunicación entre ellos (lo cual es más lógico suponer que responde a la realidad social) el resultado es superior para ambos individuos (y por tanto para la sociedad), siendo la verdadera preferencia inalcanzable.

En tercer lugar, se apunta, especialmente en nuestro caso del medio ambiente, un verdadero desconocimiento de las consecuencias del comportamiento humano basado en las preferencias, sobre el medio ambiente; este desconocimiento alcanza incluso a las ciencias que, como la ecología, estudian el comportamiento de los ecosistemas. En este sentido, tenemos que: "Ha habido acuerdo mayoritario de que la falta de conocimiento científico relativo al funcionamiento de los ecosistemas es deplorable. Si bien hay teorías aceptadas que describen el funcionamiento de los ecosistemas en general, los esfuerzos de gestión de los mismos dependen de la recogida de información en relación a especies y ecosistemas particulares" (Norton, 1986). Esto significa que el individuo no está en condiciones de opinar sobre algo que desconoce. La dificultad de evaluar opciones de asignación de recursos cuando nadie conoce incluso de qué recursos se trata es el máximo exponente de este problema, bien ejemplarizado en ecosistemas como los bosques tropicales. Cuando hábitats diversos y especies no han sido aún identificados, el evaluar las consecuencias de su destrucción es pura especulación (Swaney y Olson, 1992). Más

aún, la falta de experiencia condiciona las preferencias, el individuo difícilmente puede apreciar las ventajas de una mejora en la calidad de vida antes de haberla experimentado (Kapp, 1974).

Finalmente, hay que apuntar una última idea a tener en cuenta respecto a las preferencias: La "racionalidad" que se les supone es, como ya hemos apuntado, un concepto relativo, dependiente de un criterio normativo concreto. Por otro lado, se dan comportamientos que contradicen la idea del individuo actuando siempre de manera lógica como se supone en la teoría económica. Esto lo podemos ver, por ejemplo, si consideramos el caso de las incoherencias en el comportamiento con respecto a los riesgos catastróficos. Con seguridad, la preferencia primera para la gran mayoría de los individuos es la propia supervivencia; en un sondeo de preferencias esta respuesta seguro que no tendría rival alguno, sin embargo los comportamientos suicidas o de aceptación de un excesivo riesgo por parte de los individuos y aún de la Humanidad, crea un conflicto con dicha preferencia primera con lo cual, la pretendida racionalidad queda cuestionada. Un análisis de las causas de este fenómeno escapa a la finalidad de este trabajo pero este hecho debe ser tenido

en cuenta a la hora de considerar la tan defendida "soberanía del consumidor".

Finalmente, y volviendo al tema de la valoración, los criterios generales utilizados, los juicios de valor sobre los que se basa cualquier proceso de valoración son específicos para cada contexto socio-histórico. Las valoraciones son reconocidas por corrientes como el movimiento de los indicadores sociales que comenzó en los años 60 como indicadores sociales para indicar que son relevantes en contextos sociales concretos, en lugar de medidas de aplicación universal" (Hayden, 1991).

En cuanto a los conceptos que pretenden medir las preferencias, existen varios problemas. En primer lugar, un punto importante se refiere a la diferencia entre MDP y MDA. En general, cabe esperar que la mínima compensación que se aceptará por la pérdida de un bien (MDA) tenderá a ser mayor que la disposición a pagar por seguir disponiendo del recurso (MDP) (Randall y Stoll, 1980) ya que la primera no está sujeta a restricciones monetarias y la segunda sí (nivel de ingreso); de hecho, en teoría, la MDA podría tomar incluso valores infinitos (no compensación "a ningún precio"). Esto es particularmente grave también en las economías de baja renta, donde "puede haber una disposición a pagar muy reducida por determinadas acciones ambientales, ya que el nivel de renta es tan bajo que prácticamente no se tiene opción de demanda. Sería errónea una política que por atender señales de

disposición a pagar (en este caso inexistentes), dejara de efectuar inversiones en mejora ambiental que supusieran beneficios sociales considerables" (Ruiz, 1985).

La conclusión de esto es que la disposición a pagar o a aceptar compensación depende de la situación o contexto social donde se inserta el individuo. Más concretamente, de acuerdo con Bromley (1978) y Mishan (1971) depende de la distribución de los derechos de propiedad y del marco institucional que condiciona y es condicionado a su vez por dicha distribución. De esta forma, podemos asociar la variación compensatoria (MDP) con una asignación prioritaria de los derechos de propiedad al agente o agentes causantes del daño ambiental, en cuyo caso, son los perjudicados los que se verían obligados a pagar por recuperar la calidad ambiental. En el otro extremo, tendríamos que la variación equivalente (MDA) se relaciona con una asignación prioritaria de derechos de propiedad a los que sufren el daño, siendo en este caso los causantes los que deben compensar a los primeros. Es decir, aunque sería teóricamente recomendable utilizar la MDP a la hora de valorar un beneficio potencial (aumento de la calidad ambiental frente a la situación de partida) y la MDA cuando se trata de aceptar un coste (deterioro ambiental frente a la situación inicial), si ignoramos la distribución de los derechos de propiedad, estamos ignorando una de las causas por las que pueden diferir los dos conceptos anteriores. Esto a su vez significa que la valoración misma estaría condicionada por el marco legal existente, al

menos desde esta perspectiva. Imaginemos el caso de las tribus indígenas; si los indígenas contasen con derechos de participación, su MDA sería elevada: sospechamos que no estarían dispuestos a aceptar incluso grandes sumas a cambio de sus vidas y culturas. En otras palabras, incluir a los pueblos indígenas en la valoración de contingentes produciría la conclusión de que toda reducción sustancial de biodiversidad es antieconómica." (Sweeney y Olson, 1992).

Otra explicación que se apunta para la diferencia entre la MDP y la MDA es que la gente valora las ganancias y las pérdidas sobre la situación original de forma asimétrica, tendiendo así a dar más ponderación a una pérdida que a una ganancia potencial aunque se tratase del mismo nivel absoluto de pérdida o mejora (Pearce y Turner, 1990), cuestión ésta de origen psicológico.

Concluyendo, la teoría de la medición del valor neoclásica que se basa en el concepto del excedente del consumidor está viciada por los conceptos con los que éste se mide (MDP, MDA), dando lugar a valoraciones diferentes según tomemos uno u otro concepto, equivalentes sin embargo en la teoría.

Otros problemas de los métodos de valoración que harían referencia a la naturaleza hipotética de los mismos, el free-riding o sesgo estratégico, la influencia de la información, problemas de diseño de las encuestas,

estadísticos, etc. y se expusieron de forma más particular la descripción de las técnicas en este capítulo.

Por tanto, parece claro que la formación de las preferencias se da en un contexto de desconocimiento general sobre el objeto que se valora (ni siquiera los científicos se ponen de acuerdo sobre los efectos ambientales a largo plazo), donde existen efectos que se prolongan y afectan a generaciones futuras que no pueden expresar sus preferencias, además de otra serie de limitaciones intrínsecas a los métodos o los supuestos. Todo esto aporta serias dudas sobre qué es lo que se obtiene cuando se da una cifra final, en términos monetarios. Pero el tema no queda aquí; a lo anterior viene a unirse un problema de difícil solución: las valoraciones no recogen sino, en todo caso, una mínima parte de los verdaderos efectos ambientales o beneficios del mismo, etc.

Realmente, la mayoría de los estudios de valoración se han centrado en los beneficios recreativos (Smith, 1990), la calidad del aire o el nivel de ruido y casos aislados de control de la erosión (Repetto, et al., 1989). Si consideramos el concepto de Función Ambiental (Huetting, 1971), podemos captar la riqueza de las interacciones entre los ecosistemas y la actividad humana (económica). La cuestión es que todas las funciones ambientales que proporciona un ecosistema tendrían que valorarse y además de una forma objetiva para cumplir el

objetivo de su internalización. En el capítulo 2 profundizaremos en esta cuestión que mediante un estudio empírico para contrastar nuestra hipótesis sobre la imposibilidad de poder llevar a cabo dicha valoración.

1.3.3. LA IRREVERSIBILIDAD, PUNTO CRITICO EN EL DILEMA DE LA VALORACION MEDIOAMBIENTAL

.- El caso más extremo y frecuentemente asociado al medio ambiente es el de los procesos irreversibles o, simplemente, irreversibilidades. Aquí la inconmensurabilidad se hace evidente, aunque es preciso profundizar en este concepto para poder captar su verdadera naturaleza. De esto nos ocupamos a continuación.

1.3.3.1 DIFERENTES ENFOQUES DE LA CUESTION.-

Si consideramos el tratamiento económico de las irreversibilidades, a pesar de que varios autores las incluyen en sus estudios, en nuestra opinión, estos enfoques no captan de una manera adecuada la verdadera esencia del fenómeno, limitándose, en general, bien a) a reconocer la existencia del problema, o bien, b) a incluirlo, como un aspecto más, en los modelos matemáticos.

a) En efecto, la imposibilidad de la Economía Ortodoxa para tratar la cuestión es apuntada por varios autores, que critican la suposición de reversibilidad que se hace en el enfoque general de la misma, de carácter mecanicista. Así

tenemos que "una inflación, una sequía catastrófica o un crash bursátil no dejan huella en la economía. La regla general es que todo es reversible, como en la mecánica." (Georgescu-Roegen,1975). Esta suposición de reversibilidad en la asignación de los recursos es especialmente errónea en la mayoría de los casos donde se involucran efectos ambientales; otros autores confirman este planteamiento: "la irreversibilidad que caracteriza a los fenómenos de la naturaleza plantea dimensiones que no pueden captar los enfoques mecánicos de los mismos" (Naredo y Gascó,1990).

El mismo concepto de capital, fundamental para la economía, es de dudosa aplicación en el caso del medio ambiente (capital natural), ya que "desde el momento en que una cualidad esencial del capital es que es reproducible artificialmente, existe el peligro de usar este término para describir el medio ambiente. Al referirse al medio ambiente como capital, se suele asumir que puede ser sustituido por otras formas de capital, que es reproducible y que puede gestionarse de forma muy similar al capital manufacturado." (Victor, 1991).

Algunos autores van más lejos aún, descalificando incluso el Análisis Coste-Beneficio para tratar el problema, ya que la posibilidad real de compensar a los perjudicados por parte de los beneficiarios (base del Análisis C-B) no está clara en el caso de que a quienes haya que compensar pertenezcan a

generaciones futuras (Mishan,1971).

b) Más allá de este reconocimiento del problema, sólo existen algunos modelos que intentan incorporar el componente de la irreversibilidad. De entre estos modelos, podemos distinguir:

- Por un lado aquellos que consideran dicho componente como una simple restricción, en un enfoque de programación lineal, siendo este grupo el más numeroso. Podemos citar como ejemplo los de Arrow y Fisher (1974) y Forsund y Strom (1988), entre otros. Ambos trabajos relacionan la irreversibilidad con la incertidumbre sobre el futuro, concluyendo que la asociación de ambos componentes supone la existencia de un coste en sí mismo.

En nuestra opinión, estos modelos no captan la verdadera esencia del fenómeno de la irreversibilidad, infravalorando sus efectos reales; en este sentido, Norgaard manifiesta que "los economistas han adaptado la teoría para incluir las interconexiones y la irreversibilidad, pero cuando más de una o dos cosas están conectadas y la irreversibilidad es reconocida de forma completa, el modelo económico es intratable." (Norgaard,1990).

- Por otro lado, tenemos otros modelos con aportaciones originales diferentes. Podemos citar tres de los más conocidos:

* El de Ciriacy-Wantrup, referido al caso de los recursos naturales renovables, este autor, en su importante trabajo sobre conservación de los recursos señala que la irreversibilidad del agotamiento de recursos renovables conlleva el riesgo de pérdidas sociales inmoderadas y establece su conocido Mínimo de Seguridad Standard como medida de política de conservación, que consiste en evitar "la zona crítica, es decir, las condiciones físicas originadas por la acción humana que harían antieconómico detener e invertir el agotamiento." (Ciriacy-Wantrup,1957).

* El de Fisher y Krutilla (1975), que establece unos coeficientes correctores en la tasa de descuento para recoger el supuesto de que los costes asociados tienen carácter creciente, mientras que los beneficios serían de carácter decreciente, por lo que ambos conceptos deber ser descontados de distinta manera. El problema es, desde nuestro punto de vista, que de cualquier forma, descuentan.

* El de Faber y Proops (1986,1987), quienes reconocen que "la real e irreversible naturaleza del tiempo limita posibilidades de decisión intertemporal" (Faber et al.,1987).

Estos autores consideran la asimetría del tiempo y la irreversibilidad de los procesos, hablando así de "la irreversibilidad del tiempo". Plantean además que la falta de mercados futuros y mercados de contaminación ambiental es una limitación principal para la asignación intertemporal óptima vía precios de mercado.

Finalmente, desde la aparición del informe Brundtland (1987) y la aceptación general del concepto de Desarrollo Sostenible, algunos autores consideran esta idea como un principio general con el que casi todo puede resolverse; deberíamos pues encontrar una solución al problema de las irreversibilidades dentro del marco del desarrollo sostenible. Esta es la postura de autores como Huetting (1990) o Pearce, Barbier y Markandya (1990), que consideran suficiente la aplicación del principio de Sustainability (capacidad de sostenimiento). Sin embargo, para aceptar enfoques como estos últimos, sería necesario equiparar dicho principio con "sentido común, ética y algo más", pues el origen y significado estricto del término se referiría sólo al caso de los recursos renovables. De hecho, autores como Redclift (1987) han enfatizado la dificultad de acotar la idea de desarrollo sostenible que se esconde bajo unos términos de significado aparentemente evidente.

En este sentido, se apunta que "sustainability requiere

que pensemos en términos de perpetuidad y que actuemos de forma intergeneracional" (Cumberland,1990). Esto significa que, en un sentido amplio, "sustainability" incluye, al menos:

- Un horizonte de planeación a considerar ilimitado o perpetuo
- Una ética de respeto hacia las generaciones futuras

Nuestro trabajo parte de la aceptación de este carácter general del Desarrollo Sostenible donde se aborda, para una mejor comprensión de este concepto, el análisis económico de las irreversibilidades y sus implicaciones a la hora de llevar a la práctica la aplicación del mismo.

1.3.3.2 PRECISIONES CONCEPTUALES.- En una primera aproximación, definiremos irreversibilidad o proceso irreversible generado por una actividad humana como aquellos efectos derivados de dicha actividad que no son anulables ni es previsible que lo sean en el futuro. Hagamos, en primer lugar, algunas precisiones:

1) Lo que centra nuestro interés son los efectos que se derivan de una acción, pues, obviamente, una acción, desde que se realiza es irreversible (no podemos anularla porque ya ha tenido lugar), sin embargo sus efectos derivados podrán o no ser anulables y su duración será más o menos larga.

2) En este sentido, una irreversibilidad es un efecto no anulable (ni con previsiones de serlo en el futuro) y de duración ilimitada (El tiempo, T, tiende a infinito).

3) Su carácter es casi siempre negativo. El caso de irreversibilidades de carácter positivo es tan extraño que puede considerarse despreciable, aunque el carácter de positivo/negativo es en sí mismo relativo ⁵.

Para poder aceptar la idea anterior, debemos situarnos en un marco "ideal" de asignación de los recursos, pues estamos tratando de obtener un planteamiento general. En este marco ideal, toda irreversibilidad supone, en principio, una reducción de opciones, una reducción del campo de elección en la asignación de los recursos que, necesariamente, empobrece. En la práctica, es posible que existan razones por las cuales una irreversibilidad pueda resultar beneficiosa, pero los motivos que llevarían a esto son más bien de índole política. Volveremos más tarde sobre esta cuestión.

4) Se relaciona no sólo con la generación presente, sino, y fundamentalmente, con las generaciones futuras, a las cuales se les impone un efecto de carácter negativo. Esto implica una

⁵En el caso de la erradicación absoluta de un agente patógeno (suponiendo que no existan muestras en laboratorios) sería un ejemplo de irreversibilidad de carácter positivo. En todo caso, son las irreversibilidades de carácter negativo las que plantean problemas en la gestión de los recursos.

ética determinada hacia dichas generaciones.

Consideramos ahora algunas clasificaciones con el único propósito de aclarar más el concepto anterior.

a) Desaparición/Introducción irreversible de elementos. En el caso de las irreversibilidades de desaparición, tendríamos los diferentes tipos de extinción (especies, ecosistemas, etnias, etc.) y de agotamiento de recursos naturales, en todos los casos, imposibles de recrear artificialmente. Es el tipo más corriente y conocido, de forma que algunos autores hablan simplemente de "pérdidas irreversibles" (Hueting,1990). En el caso de las irreversibilidades de introducción de elementos, estarían los diferentes tipos de contaminación, siempre que esta no sea anulable (ej: residuos radiactivos de larga duración); otro ejemplo sería la introducción de especies exóticas en un ecosistema, siempre que aquella fuese imposible de erradicar una vez introducida.

b) Cuantitativas/Cualitativas. La dimensión cuantitativa de una irreversibilidad supone que el efecto no necesita ser total en cantidad para tener carácter de tal. Pensemos en el caso de una extinción parcial de un ecosistema (una reducción irreversible en su extensión); en el caso en que no pudiera aumentarse de nuevo la extensión del mismo estaríamos en un caso claro de irreversibilidad. Por el contrario, no puede

hablarse de una irreversibilidad de tipo cualitativo, pues la variación en la calidad (y por tanto en ciertas características específicas) de un recurso lo convierten virtualmente en otro distinto (Aguilera y Castilla,1991), con lo que el primero desaparece irreversiblemente.

c) Globales/Locales. Aunque puede ser reducida al caso anterior de irreversibilidades cuantitativas, nos interesa resaltar el hecho de que no es necesario que una irreversibilidad tenga dimensiones planetarias para su existencia. Así, tenemos que "el grado de único no necesita ser absoluto....Puede ser, como el puente de Dupuit, un bien sin sustitutos adecuados en su área "natural" de mercado de su principal clientela, aunque se pueda ofrecer en otras áreas de mercado a las cuales la clientela en cuestión no tenga acceso por razones prácticas" (Krutilla,1967).

d) Catastróficas. Finalmente, un caso particular de irreversibilidad lo constituye el que está relacionado con el riesgo de catástrofe. Un riesgo de catástrofe existe " cuando hay probabilidad (aunque pequeña) de que una acción ocasione en el peor caso consecuencias extremadamente desastrosas para las personas o el medio ambiente" (Collard,1988). Habría que preguntarse hasta que punto los distintos tipos de irreversibilidades podrían originar, finalmente un riesgo catastrófico; en todo caso, muchas de las irreversibilidades

que en un principio no parecerían severas, podrían convertirse en tales en un futuro más o menos próximo. Esta posibilidad debe ser tomada en cuenta a la hora de intentar evaluar los efectos irreversibles.

Aunque somos de la opinión de que las irreversibilidades podrían estudiarse con el carácter general que hemos estado siguiendo, para los planteamientos que siguen preferimos centrarnos en el estudio de tipos de irreversibilidades más concretos, a los cuales dichos planteamientos les serían de aplicación, dejando el campo abierto a la reflexión particular de otros casos diferentes. En concreto, serían de aplicación para los siguientes tipos de irreversibilidad:

- Destrucción de ecosistemas
- Destrucción de etnias y culturas
- Extinción de especies
- Contaminación permanente
- Destrucción de paisajes naturales o seminaturales, restos arqueológicos, históricos o culturales.
- Agotamiento de recursos minerales

1.3.3.3. ANALISIS ECONOMICO.- Desde un punto de vista económico, el carácter negativo de los efectos irreversibles se traduce en un COSTE de naturaleza diversa, cuya principal característica es que recae, además de sobre las generaciones

presentes, sobre generaciones futuras, a las que dicho coste se impone. Así, por ejemplo, "cuando un banco genético es extinguido por la generación humana actual que maximiza su beneficio personal, todas las futuras generaciones pagan el coste" (Rolston,1985 b; Norton,1986; Ehrenfeld,1976,1988). Nuestra tesis central es la siguiente: El coste de una irreversibilidad tiende a infinito. Esta conclusión se obtiene de un triple planteamiento:

a) En primer lugar, considerando el coste que supondría revertir el proceso (Coste de Reposición), desde el momento en que no es posible, tendríamos un coste de reposición infinito, pues "si destruimos el Gran Cañon y lo convertimos en una planta hidroeléctrica....Toda la riqueza y recursos de las generaciones futuras no serían suficientes para restaurarlo" (Baumol,1968). Para otros autores, simplemente, "el coste de reposición de las pérdidas irreversibles es, por supuesto, infinito" (Clark,1990), o bien, "por supuesto, un desarrollo técnicamente irreversible puede ser definido como uno que fuese infinitamente costoso de revertir" (Arrow y Fisher,1974). Por su parte, hay que tener presente que "la oferta del fenómeno natural es virtualmente inelástica" (Krutilla,1967).

b) En segundo lugar, cuando se utilizan métodos de encuestas (evaluación de contingentes) y se intenta medir el valor que otorgan los individuos a un bien natural por medio

de la mínima compensación que se está dispuesto a aceptar por la pérdida del mismo (M.D.A.), se obtienen, a veces, rechazos a responder o unas respuestas de "protesta" (Boyle y Bishop, 1988), que son luego filtradas y excluidas del cálculo de la valoración. Este tipo de respuestas, sin embargo, responden perfectamente a una lógica y a una preferencia real. De hecho, puede haber varios casos donde M.D.A. tienda a infinito, indicando que el individuo no se sentiría compensado "a ningún precio" por la pérdida del recurso, lo que significaría una percepción, por parte del encuestado, de un coste de naturaleza infinita o ilimitada en un caso de irreversibilidad. Las posturas de los grupos ecologistas, por ejemplo, responderían tal vez a este tipo de percepción.

c) En tercer lugar, si realizamos un Análisis Coste-Beneficio Integral, incluyendo a las generaciones futuras, llegamos a la misma conclusión: en este caso, el Valor Actual Neto de una irreversibilidad tendería a $-\infty$ (menos infinito), donde el signo - indica su naturaleza de coste. Para ello, partimos de los siguientes supuestos:

1) Una irreversibilidad se traduce en un coste cierto de diversa naturaleza, $C_i > 0$, para la generación presente y las futuras. Los efectos negativos de un proceso irreversible se originan desde el momento en que se produce el mismo, afectando a la generación que la produce y se prolongan hacia las

futuras generaciones ⁶.

2) Existirá, de manera general ⁷, un beneficio cierto, B_i , derivado de la actividad que causa la irreversibilidad. La característica que destacamos es que este beneficio alcanza, en todo caso, a un número finito de generaciones, pues un beneficio de carácter ilimitado en el tiempo es algo bastante raro ⁸.

3) El número de generaciones futuras, N , es ilimitado en el tiempo ($N \rightarrow \infty$). Es imposible determinar el número de generaciones que sucederán a la actual. Científicamente, se espera que la Vida de la Tierra dure un número de años limitado. Por otra parte, puede que la Humanidad se extinga mucho antes por multitud de causas. Lo importante, sin embargo, es que si adoptamos una consideración de un número muy elevado de generaciones futuras ($N \rightarrow \infty$), estamos adoptando una óptica coherente con el principio de sustainability, y con la ética de consideración de las

⁶El hecho de que no se pueda determinar con exactitud la cuantía de dicho coste no invalida nuestro planteamiento.

⁷Puede ocurrir que se produzcan irreversibilidades sin beneficio, como en el caso de un incendio forestal accidental, cuando sus efectos sean irreversibles. Aún aquí es interesante el análisis, porque puede justificar inversiones de carácter preventivo.

⁸La certeza sobre la duración ilimitada de los beneficios es mucho menos evidente que la de los costes, y es más difícil encontrar ejemplos.

generaciones futuras a muy largo plazo.

4) La tasa de descuento utilizada para calcular costes y beneficios en el caso de las irreversibilidades debe ser $i = 0$. En cualquier decisión económica, el uso (implícito o explícito) de la tasa de descuento supone siempre, sea cual sea la cuantía de ésta, una infravaloración de costes y beneficios futuros al considerar el valor actual de los mismos, momento donde se toma la decisión. Como quiera que, al menos en el caso que estudiamos, lo que predomina en el futuro son los costes, el efecto real es la infravaloración y, finalmente, la no consideración de costes futuros a partir de un periodo determinado. En el origen mismo de la utilización de la tasa de descuento se hallan dos cuestiones fundamentales: el ratio de preferencia temporal y la tasa de productividad (crecimiento) de la economía (Page, 1977). En el primer caso, la justificación del uso de la tasa de descuento sería que se prefiere más el bienestar del presente que el del futuro por parte, claro, de la generación actual. Esto significa que la elección de cualquier tasa de descuento mayor que cero, en este sentido "implica una ética determinada con respecto a las generaciones futuras (Martínez Alier, 1984), caracterizada por un horizonte temporal finito y más bien corto. Por otro lado, "el argumento del descuento intergeneracional es circular porque la tasa de descuento, como otros precios, se determina sobre la base de una distribución dada (distribución

intergeneracional del recurso en este caso)." (Daly, 1992). Sin embargo, normalmente en economía se acepta como válida esta ética (es decir, más bien la ausencia de ética en sentido popular), que justificaría así una tasa de descuento. De esta manera, el cambio de la ética o de los valores aceptados socialmente, afectaría a la misma base de toda la teoría económica convencional. Así pues, si aceptamos el principio de sustainability, "tendría que operarse un desplazamiento ético en favor de la estabilidad a largo plazo de los sistemas económicos y de minimizar los daños infringidos a las generaciones futuras - frente al de maximizar, por encima de todo, las utilidades actuales o próximas - provocándose, en consecuencia, un desplazamiento en la propia idea de racionalidad económica y en el aparato conceptual que la formula" (Naredo,1987).

Es evidente, por otro lado, que en el caso general del medio ambiente y en el caso concreto de las irreversibilidades, lo que sí existe es un desconocimiento de las consecuencias futuras derivadas de ellas; este hecho descalificaría trasladar costes imprevisibles hacia el futuro, costes que, aunque se ignoren de manera más o menos deliberada por la generación actual, no dejan de existir y manifestarse más tarde o más temprano, en un lugar o en otro.

En segundo lugar, el argumento más utilizado para

justificar una tasa de descuento es "la productividad del capital y el crecimiento de la economía. Si la economía crece, aquellos que se beneficien en el futuro de un proyecto serán más ricos y, en consecuencia, valorarán una unidad adicional menos que lo que se valora en el presente" (Dasgupta y Maler,1989). Sin embargo, la idea de crecimiento de la economía es cada vez más contestada; en este sentido, destacan por su claridad las críticas de Soddy (1922), quien basaba su análisis en "la imposibilidad de una acumulación exponencial de capital (...) a causa del absurdo físico de confundir gasto de energía con la acumulación de capital productivo" (Martínez Alier,1987). De esta forma, decía Soddy: "No puedes oponer una convención humana absurda, como el incremento espontáneo de la deuda (interés compuesto) a la ley natural del decrecimiento espontáneo de la riqueza (entropía)" (Daly,1987). En nuestro caso concreto, la suposición de que las acciones que producen irreversibilidades aumenten el capital productivo de forma que hagan más ricas a las generaciones futuras, es, como mínimo discutible. Pensemos, simplemente, que debido a diversas razones como la obsolescencia tecnológica, los cambios en los gustos, las condiciones ambientales, etc. se produciría, finalmente una reducción del valor del capital productivo que se supone debería compensar a las generaciones futuras por unos costes de naturaleza más o menos permanente.

Todo lo anterior no significa que la solución al problema

de una gestión sostenible de los recursos deba conseguirse por medio de la tasa de descuento como instrumento de política económica a nivel general (Baumol,1968), pues si, por ejemplo, bajamos la tasa de descuento, puede producirse un incremento en el número de proyectos de inversión como ha apuntado recientemente Daly (1990). Por el contrario, como partimos de la aceptación del principio de sustainability como guía base de la gestión de los recursos naturales, éste debe ser el instrumento en sí, tomado como condición necesaria, según aconsejan, por ejemplo, Pearce et al. (1990). Lo que ocurre es que, precisamente, el Desarrollo Sostenible lleva implícita una tasa de descuento cero; según lo expresa Clark: "La naturaleza nos dice hoy con palabras claras: no más adelantos de crédito, es hora de devolver lo prestado (...) Páguese al contado, lo que significa "sustainability". " (Clark,1990).

Concluyendo, tenemos que, a la hora de valorar correctamente las consecuencias económicas (Costes y Beneficios) de una actividad relacionada con el medio ambiente y que suponga una traslación de las mismas hacia el futuro, la única alternativa de base real es una tasa de descuento cero (no descontar): "El hecho de que la destrucción total del medio en, digamos, doscientos años fuese muy poco valorada por este método (el descuento) no parece importar. No es una exageración decir que, en este contexto, es inconsistente con la supervivencia de la Humanidad." (Lowe y Lewis,1980). En

resumen, tenemos los siguientes elementos asociados a una irreversibilidad:

- Una corriente de costes para la generación presente y posteriores, ilimitadas en número.

$$C_0, C_1, C_2, \dots \rightarrow \infty$$

- Una corriente de beneficios para un número limitado, k , de generaciones, siendo k la generación donde se agotan los beneficios.

$$B_0, B_1, B_2, \dots B_k$$

- Una tasa de descuento nula, $i=0$

Entonces, tendríamos, en una primera aproximación, un Valor Actual Neto, VAN, que, al no actualizar, se convierte, simplemente en Valor Neto (VN):

$$\begin{aligned} VN = & (B_0 - C_0) + (B_1 - C_1) + \dots + (B_k - C_k) - \\ & - C_{(k+1)} + \dots = -\infty \end{aligned}$$

(1)

Esto es, dado que, a partir de la generación k , sólo tenemos una suma ilimitada de costes, el resultado tenderá a

$-\infty$ (coste infinito). Obsérvese, además, que este resultado no depende de cuál sea esa generación k , basta con que los beneficios sean finitos y, por tanto, k . Profundizando más, podemos considerar:

a) Por el lado de los costes, no es ilógico suponer que estos tengan una naturaleza creciente. Esto es más claro en el caso del medio ambiente, pues la tendencia con respecto al patrimonio natural y a las funciones ambientales es de una reducción y destrucción irreversible de las mismas, donde, además, cada nueva irreversibilidad (ej: extinción), tiene un efecto más que proporcional en el acervo restante. Esto mismo puede decirse para la mayoría de los casos de contaminación, cuyo carácter general es acumulativo.

Por otro lado, desde el punto de vista de la percepción individual de los costes, en la medida en que se espera que la preferencia y conciencia por la naturaleza aumente, se percibirán los costes asociados a su degradación como mayores (crecientes). Es decir, podríamos hablar de un coste marginal creciente para una irreversibilidad, teniendo:

$$dC_i/dT > 0, \quad C_0 < C_1 < C_2 < \dots \rightarrow \infty$$

b) Por el lado de los beneficios, tendríamos justamente lo contrario. La obsolescencia tecnológica, el previsible cambio en las preferencias, etc., nos daría unos beneficios decrecientes con el paso del tiempo:

$$dB_i/DdT < 0, \quad B_0 > B_1 > B_2 > \dots > B_k$$

Esto nos llevaría al resultado siguiente:

$$VN = (B_0 - C_0) + (B_1 - C_1) + \dots + (B_d - C_d) + \\ + \dots + (B_k - C_k) - C_{(k+1)} - \dots = -\infty$$

(2)

Siendo d , la generación a partir de la cual $C_i > B_i$, debido a la naturaleza creciente de los costes y decreciente de los beneficios.

La identidad de los resultados (1) y (2) nos dice que no es necesario suponer costes crecientes para obtener el mismo resultado, basta suponer costes constantes. Suponer, por otro lado costes decrecientes, significaría considerar que, por ejemplo, como se plantea a menudo, la tecnología resolverá todos los problemas. En los casos de irreversibilidad que estudiamos la tecnología no puede ni es previsible que pueda

en el futuro recrear artificialmente especies que se extinguen, etc. En resumen, podemos concluir que, partiendo de la aceptación del principio de sustainability en sentido amplio, y la ética coherente con él, un Análisis Coste-Beneficio Integral para el caso de una irreversibilidad nos daría siempre un coste de naturaleza infinita.

Debemos precisar algunas cuestiones sobre el resultado que hemos obtenido. ¿Qué significa una cifra infinita?. Por un lado, infinito no es un valor concreto, lo que confirma el carácter de inconmensurabilidad; esto es importante, porque apoya nuestra tesis sobre la inadecuación de la valoración monetaria del medio ambiente. De hecho, una cifra infinita no puede compararse con otra cifra infinita para la toma de decisiones, aunque lo que también es cierto es que sí podemos compararla con un valor finito, frente al cual, la elección es evidente. Por tanto, no es posible, en principio, que una acción que origine un efecto irreversible de carácter negativo sea en absoluto rentable económicamente,⁹ constituyendo un caso extremo de ineficiencia en la distribución de los recursos¹⁰. Esto es muy evidente en el caso de los recursos renovables, ya que "de todos los casos de irreversibilidades

⁹Entendemos rentabilidad económica en sentido amplio, es decir, incluyendo costes sociales, ecológicos, etc. e incorporando el largo plazo, por oposición a rentabilidad financiera y a corto plazo.

¹⁰La asignación de recursos, cuando tiene lugar en un contexto intergeneracional, se convierte en distribución: "diferentes generaciones son necesariamente gente diferente, así que, entre generaciones tenemos distribución, no asignación. La distribución es materia de justicia, no de eficacia. Es función de valores éticos, no del tipo de interés" (Daly, 1981).

originadas en la gestión de un recurso, la del agotamiento de un recurso renovable es, con mucho, la que supone una mayor ineficiencia. Frente a unos beneficios a corto plazo para el caso de la sobreexplotación, tendríamos, por el contrario, unos beneficios ilimitados en el tiempo si el recurso se usa de forma sostenible" (Aguilera y Castilla, 1991).

1.3.3.4 EL BENEFICIO DE OPORTUNIDAD DE LA CONSERVACION.-

Una cifra de coste infinito significa en sí misma la idea de algo inasumible, incompensable, etc. El problema desde el punto de vista económico sería determinar el coste de la alternativa, es decir, de evitar la irreversibilidad y el beneficio que se obtendría al evitarla. El hecho de evitar las irreversibilidades supondrá, en casi todos los casos, incurrir en un coste, independientemente de que podamos o no determinar su cuantía. Este coste incluiría las medidas necesarias para la prevención de las irreversibilidades y, en general, un coste de oportunidad cuando haya que reducir o eliminar actividades generadoras de beneficios o incluso por el hecho de no realizar otras potenciales. Podemos hablar entonces de coste de la conservación a este conjunto de costes, ya que nos referimos especialmente al caso del medio ambiente. Pues bien, el beneficio de la conservación no puede ser captado adecuadamente en forma de beneficio anual proporcionado por el medio ambiente. Por un lado está el problema de medición antes

mencionado que imposibilita obtener cifras anuales de beneficios monetarios ¹¹. Por otro lado, el hecho es que, en cada momento, se están evitando costes de naturaleza infinita que, de no realizarse producirían irreversibilidades más o menos rápidamente. Esto indica que, para poder captar la verdadera esencia de los beneficios de la conservación, hayamos de considerar el BENEFICIO DE OPORTUNIDAD de la misma, consistente en "el coste en que se incurriría si no hubiésemos elegido la alternativa actual (la conservación)" (Castilla, 1991). Como quiera que este coste sería en nuestro caso infinito, tendríamos un beneficio de oportunidad infinito para las medidas de conservación que evitasen procesos irreversibles. Este beneficio infinito sería imputable a cada una de las medidas que, continuamente (anualmente, si se quiere) evitasen la irreversibilidad, ya que cada inversión de esta naturaleza realiza la misma función.

1.3.3.5 IMPLICACIONES DE POLITICA ECONOMICA.- Esto se traduce, a nivel de política económica en una necesidad de evitar toda acción que origine irreversibilidades. Howe

¹¹Por ejemplo, podemos preguntarnos cuál es el valor monetario del beneficio anual que nos proporciona la diversidad biológica.

considera como puntos fundamentales en una política de recursos naturales responsable el evitar irreversibilidades en todos los sistemas de recursos renovables, en las condiciones locales del medio ambiente y en los sistemas ambientales globales (Howe,1979). Esta es una implicación general para la gestión sostenible de los recursos naturales, desde el nivel global (mundial), macroeconómico, y, finalmente, microeconómico, pues en todos ellos se pueden originar las irreversibilidades. Por otro lado, y dado que el beneficio de oportunidad de la conservación es infinito, serían rentables todas las medidas necesarias para garantizarla, lo que nos hace destacar la importancia de actuar a nivel preventivo.

En este momento, cabe preguntarse si es posible algún caso en que la producción de una irreversibilidad pueda justificarse por alguna razón. En primer lugar, la realidad socioeconómica actual, cuya continuidad es incompatible con la supervivencia de la especie humana, habrá de sufrir un proceso de transformación global hacia un modo de vida mundial donde la producción de irreversibilidades finalmente, desaparezca. En este proceso de transformación, es posible que tengan lugar nuevas irreversibilidades o que haya que establecer prioridades entre dos o más de ellas, para lo cual se necesitaría un sistema de criterios de elección no necesariamente económico. Esto es especialmente cierto en el caso de los recursos naturales no renovables, donde la lógica

del Desarrollo Sostenible indica una necesaria transición hacia recursos renovables. Desde nuestra perspectiva, la irreversibilidad que supone el agotamiento de un recurso no renovable debería ser suficiente, si se considera en toda su dimensión, para forzar el cambio hacia otra alternativa de carácter renovable antes de darse el agotamiento del primero.

En segundo lugar, el caso más "justificable" de producción de irreversibilidades sería aquel en el que existiera un conflicto real entre evitar la irreversibilidad y atender las necesidades básicas de los seres humanos, pues "a nivel de supervivencia no hay posible intercambio de estos bienes básicos. En el límite, cada uno tiene un valor infinito" (Farber,1990). Esto es cierto, al menos, desde la propia percepción del valor por parte de los seres humanos.

No obstante, la noción amplia de sustainability incluye el hacer compatible el ecodesarrollo con las necesidades básicas (O'Riordan,1988), con lo que la transición hacia un modo sostenible eliminaría el conflicto existente entre conservación y necesidades básicas. Este proceso debe darse a nivel global, pues el conflicto actual entre conservación y necesidades básicas se centra en los países pobres, pero no es independiente de los países desarrollados. De hecho, estos últimos, además de haber originado en muchos casos las

condiciones de extrema pobreza de los primeros, fuerzan con sus pautas de consumo, producción e intercambio, que se agudice el conflicto (Aguilera, Castilla y Sánchez, 1990). Nos hallamos, nuevamente en un caso de distribución y de ética. Además de lo anterior, debemos añadir que el conflicto necesidades básicas-conservación es, muchas veces, relativo. Basta considerar el ejemplo de Brasil, donde "hay 800.000 Km² de tierra fértil sin otro aprovechamiento que el especulativo de unos pocos terratenientes. Bastaría utilizar una parte de los 5 millones de Km² que Brasil tiene aparte de la selva para resolver las necesidades del país" (Da Cruz,1989). Así pues, "la decisión sobre política ambiental es, finalmente, política." (Martínez Alier,1989).

1.3.4 CONCLUSION SOBRE LA VALORACION.- Hemos estudiado los problemas de distinta naturaleza que se enfrentan a los intentos de valoración monetaria del medio ambiente. Resumidamente, tendríamos:

1) Problemas que afectan a la base conceptual de los métodos de valoración. En particular, toda la teoría sobre el comportamiento y las preferencias del individuo.

2) Problemas de los métodos en sí, diversos. En general, además, "el medir el valor de contingente de mercado que la gente da al medio ambiente implica que el único propósito de la naturaleza es el disfrute de los seres humanos (...). Estas

técnicas de valoración ignoran que los ecosistemas o la flora y fauna particulares cumplen funciones distintas de las que demandan los humanos. Por tanto las técnicas son inapropiadas para establecer sistemas de evaluación u ordenaciones cardinales de estos bienes no mercantiles" (Eberle y Hayden, 1991).

3) Casos de imposibilidad en la medición, frecuentes. Por ejemplo, tenemos una de las funciones más importantes de los ecosistemas, la biodiversidad, asimilable en último término con la propia supervivencia de los mismos. Un biólogo establece que "asignar valor a aquello que no nos pertenece y cuya función no conocemos sino de la forma más superficial es lo último en arrogancia e idiotez" (Ehrenfeld, 1988). Destacamos los procesos irreversibles como demostración de la inconmesurabilidad del medio ambiente, siendo éstos comunes en la interacción actual del hombre con los ecosistemas.

CAPITULO 2. OPCIONES PARA LA GESTION AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCION.- En el presente capítulo intentamos esbozar las principales opciones que se presentan actualmente para la gestión ambiental. Nuestro punto de partida es la problemática existente en la valoración ambiental, que hemos tratado en el capítulo anterior y que nos lleva a descalificar casi de forma absoluta esta opción, pese a que tiene muchos defensores en la actualidad. ¿Sirven para algo entonces las valoraciones?. Realmente, en teoría, no, por las limitaciones que hemos visto. Solamente razones de tipo práctico, como la preferencia de los políticos por medidas monetarias (Hueting, 1988), podrían justificar ciertas valoraciones, tomadas en un sentido coyuntural, ilustrativo y acompañadas de medidas en términos físicos, pero nunca, y esto es lo importante, en el sentido definitivo que parecen postular los defensores de la valoración ambiental.

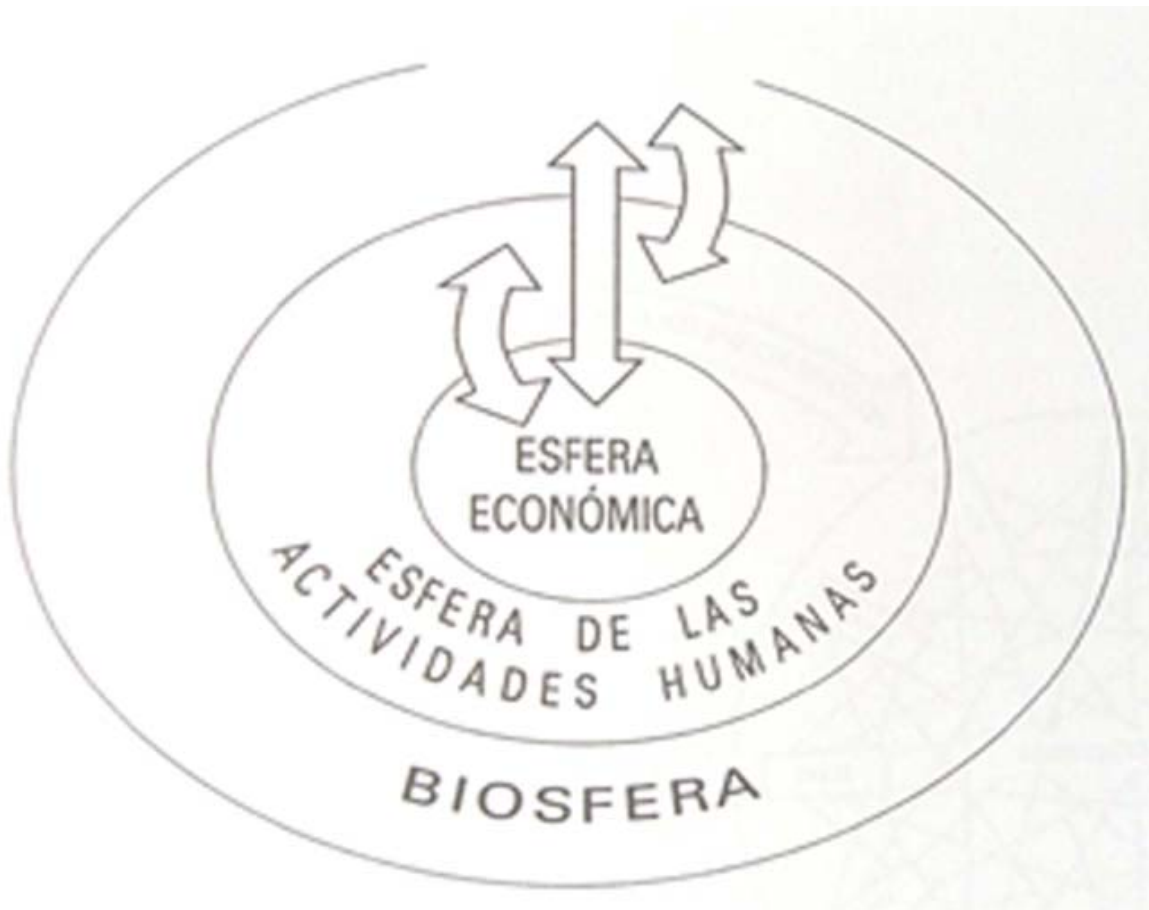
¿Cuál es el problema que subyace en el enfoque que tratamos?. Si consideramos a la Tierra como un gran ecosistema, lo primero que habría que hacer, para realizar actividades en su seno, sería conocer sus leyes de funcionamiento. La economía no ha tenido en cuenta para nada las leyes naturales, no es exagerado atribuir al desconocimiento real o intencionado de estas leyes naturales la crisis actual ambiental y de recursos. De hecho, el medio se

ha gestionado hasta ahora desde perspectivas diversas pero, en todo caso, alejadas de la consideración del mismo (economía cerrada).

Por el contrario, "los sistemas económicos están íntima y recíprocamente relacionados con los otros sistemas y, en este sentido, son fundamentalmente sistemas abiertos. Es posible que el considerar a la economía como un sistema cerrado resulte conveniente desde el punto de vista metodológico y que le permita a la teoría económica formular sus conceptos y teorías de acuerdo con los cánones de la lógica matemática formal, pero ello tiende a perpetuar una equivocada percepción de la realidad que reduce nuestro horizonte teórico" (Kapp, 1978).

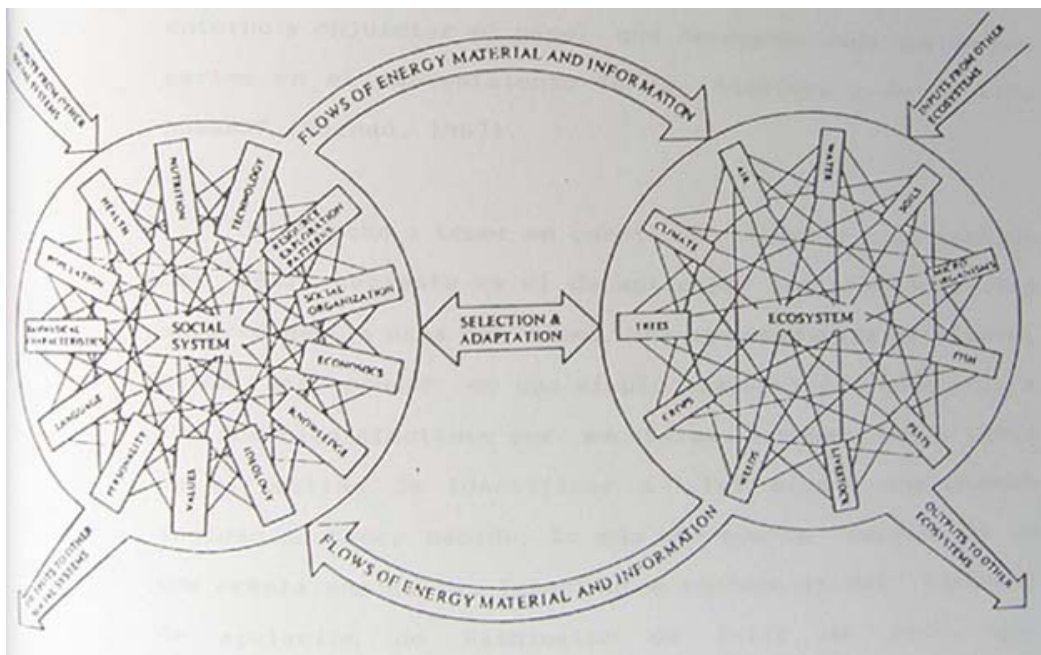
El origen económico de la mayoría de las actividades que afectan al medio natural y la cada vez más evidente dependencia de las actividades económicas respecto al mismo, resalta la interacción fundamental que se da entre los dos sistemas. En realidad, el sistema económico está incluido en el ecológico, del que constituye un subconjunto (fig. 9).

FIGURA 9: LA ECONOMIA Y LA BIOSFERA



Fuente: Passet (1980).

FIGURA 10: CONCEPTUALIZACION DE LOS SISTEMAS ABIERTOS



Fuente: Eberle y Hayden (1991).

En términos más concretos, tenemos una serie de complejas interrelaciones y flujos entre sistemas, subsistemas, etc. como ilustra claramente la figura 10. Por tanto, "si se desea adaptar la gestión de recursos a las características del entorno con vistas a evitar su degradación, no cabe partir de una valoración puntual e incompleta de algunos de sus componentes, atendiendo a los caprichos de la subjetividad humana, sino preocuparse de analizar directamente las características intrínsecas de este entorno y enjuiciar el papel que desempeña cada una de sus partes en el mantenimiento de la biosfera y de la vida humana" (Naredo, 1987).

Otro hecho a tener en cuenta con respecto a la gestión del medio ambiente es el de anticipar los efectos de las actividades o usos del mismo. Una vez producido el efecto, no es fácil pensar en una simple compensación monetaria a los posibles afectados por muchísimas razones, entre ellas la dificultad de identificar a los mismos que pueden incluso no haber nacido. Lo más que podría hacerse es lo que señala una de las importantes sentencias del tribunal de apelación de Washington de Julio de 1989, que descalifican la valoración ambiental y establecen que "la restauración es el remedio apropiado para el daño en la propiedad cuando la medición del daño por cualquier otro método no puede compensar totalmente por el mismo" (Eberle y Hayden, 1991). Sin embargo, a pesar de ser un principio interesante, los autores que lo recomiendan

parecen olvidar que, en el caso del medio ambiente, la restauración está comprometida en muchos casos, siendo imposible en aquellos donde el efecto tiene carácter de irreversible. Es por ello que el tema de la irreversibilidad tiene que ser incluido necesariamente en cualquier opción que se plantee la gestión adecuada del medio ambiente.

2.2 OPCIONES DE GESTION.- Hasta la aparición del informe Brundtland (1987) y la idea del Desarrollo Sostenible, las opciones más destacadas han sido el Análisis Coste Beneficio en la llamada aplicación caso por caso (Case by case approach), el concepto del Standard Mínimo de Seguridad (Safe Minimum Standard) y los Enfoques Energéticos. Todas ellas se hallan en pleno desarrollo, y diríamos convergencia, hacia la idea central citada del desarrollo sostenible. El debate actual es muy importante y podríamos concretarlo bastante entre dos opciones genéricas:

a) Los partidarios de la valoración ambiental.

b) Los que intentan basar la gestión en criterios de standards físicos.

Tras una breve revisión de las opciones anteriores, daremos una propuesta de gestión particular para aplicar a nuestro caso de estudio del capítulo 3, basada en los criterios desarrollados hasta el momento.

2.2.1 EL ANALISIS COSTE-BENEFICIO CASO POR CASO.-

Conociendo los problemas que presenta el ACB, se plantea si éste es apropiado cuando se trata del medio ambiente. Existen varias posturas al respecto, sin embargo, la única corriente importante a nivel académico que desaconseja el uso del ACB para el caso de la evaluación de los efectos ambientales basa su argumentación en la existencia de incertidumbre e irreversibilidad para dichos efectos. De esta forma, "cuando se involucran efectos irreversibles de consecuencias inciertas, todo lo que la literatura puede hacer es advertir de que un ratio beneficio/coste positivo no significa necesariamente que el proyecto deba realizarse. En estas circunstancias, el ACB sólo debe usarse sujeto a unos condicionantes ambientales previos" (Nash y Bowers, 1988). Es decir, en este caso el ACB debe limitarse a comparar entre alternativas que cumplan unos determinados requisitos ambientales de partida. En este caso, el ACB queda reducido a lo que se denomina un Coste de Efectividad, no siendo un ACB propiamente dicho. Los partidarios de esta postura suelen utilizar como expresión de esas condiciones ambientales de partida el concepto del Standard Mínimo de Seguridad (SMS), que trataremos en el siguiente punto.

La otra gran corriente defiende la validez del ACB, basada en que las limitaciones del mismo pueden ser superadas con el desarrollo cada vez mayor de sus técnicas de aplicación. Por ejemplo, Resources for the Future reserva un papel central al ACB, aunque, conscientes de la dificultad de éste para captar adecuadamente todos los beneficios de la conservación, aconseja otorgar el beneficio de la duda a la conservación. Sin embargo, esto puede resultar ambiguo, ya que "los conservacionistas se resistirán aún a medir en términos monetarios los beneficios de la conservación, mientras que los contrarios a ella tomarán el beneficio de la duda como una justificación a toda conservación" (Randall,1986).

Resumiendo, se perfilan como alternativas en la literatura el ACB y el SMS para la toma de decisiones relativas a proyectos que afecten al medio ambiente. Sin descalificar ninguna de ellas, surge finalmente el concepto de Desarrollo Sostenible, que unifica criterios en el campo de la gestión de los recursos naturales, del cual nos ocuparemos en un apartado posterior. Por otro lado, dado que el tema más problemático del ACB serían los efectos futuros irreversibles e inciertos de tipo ambiental, así como la dificultad de captar adecuadamente los beneficios de la conservación, desarrollaremos más tarde un enfoque que trata de solventar estas cuestiones, lo que nos llevará finalmente a la utilización de un ACB adaptado a nuestras necesidades e inspirado en el concepto de desarrollo

sostenible para tratar el caso de los bosques de Canarias, aunque el enfoque es de aplicación más general.

2.2.2 EL CONCEPTO DEL STANDARD MINIMO DE SEGURIDAD.-

Inicialmente propuesto por Ciriacy-Wantrup (1957) y defendido posteriormente por Bishop (1978), el concepto de Standard Mínimo de Seguridad (SMS) es la expresión más extendida de política de conservación basada en cantidades físicas de carácter fijo. La idea tuvo su origen y es de aplicación para el campo de los recursos renovables, especialmente de carácter biológico y se puede definir como "el nivel mínimo de conservación que asegure la supervivencia" (Randall,1986).

Se relaciona fundamentalmente con las irreversibilidades originadas por el agotamiento o extinción de un recurso renovable que puede causar pérdidas sociales inmoderadas. Este agotamiento o extinción se produciría si en el uso del recurso se sobrepasa su zona crítica; por tanto, con el mantenimiento del SMS se evitaría el sobrepasar esta última, es decir, "las condiciones físicas originadas por la acción humana que harían antieconómico detener e invertir el agotamiento" (Ciriacy-Wantrup,1957).

En otras palabras, se trata de garantizar que el uso de un recurso no supere en ningún momento un nivel mínimo, que supondría su agotamiento o extinción. En este enfoque, se

rechaza todo intento de cuantificar los beneficios de la conservación y, de esta forma, en lugar de maximizar beneficios se trata de minimizar o evitar pérdidas de carácter irreversible. De hecho, la regla del SMS es una modificación del principio Minimax de la teoría de juegos (Turner,1988). La característica a destacar es, pues, que se dan por aceptados los beneficios de la conservación como punto de partida. Sin embargo, la crítica principal que se hace a este enfoque consiste precisamente en que se desconoce cuál es el coste de oportunidad de la conservación, es decir, cuándo resultaría esta demasiado cara. Los autores anteriores sólo proponen que se utilice el SMS a menos que los costes de su mantenimiento sean demasiado altos, pero no resuelven así la cuestión. Se limitan posteriormente a estudiar la aplicación práctica del concepto en una serie de especies para demostrar que, realmente, los costes de la conservación son bastante reducidos. Evidentemente, "la decisión sobre el nivel en el cual los costes de la conservación se convierten en excesivos tendrá que incorporar consideraciones de equidad intergeneracional y otras cuestiones éticas" (Randall,1986).

Por otro lado, el SMS tiene en común con el ACB que es una decisión de tipo social basada en el principio del óptimo de Pareto potencial, es decir, se presume que los beneficios totales (de la conservación) exceden a los costes totales, pero

sin considerar sobre quién recaen; por tanto, le es aplicable, en este sentido, la crítica sobre la distribución intrageneracional que expusimos para el ACB en el punto anterior. No ocurre así en el caso de la distribución intergeneracional, punto este que quedaría cubierto por la política de SMS.

Finalmente, queremos hacer una última apreciación sobre el SMS. Si bien pensamos que este concepto puede ser operativo en ciertos casos de gestión de recursos naturales, como por ejemplo, la gestión de un acuífero (Aguilera y Castilla, 1991), tiene una limitación importante, que consiste precisamente en tratarse de una política de mínimos. Como veremos posteriormente, esto puede ser insuficiente en un doble sentido:

- En primer lugar, dado que muchos casos de recursos, una vez que son reducidos en cantidad hacia un mínimo, este último puede mantenerse pero no aumentarse; por tanto, si se necesitasen mayores dotaciones del mismo, el optar sólo por mantener un mínimo sería una grave limitación en este sentido (irreversibilidades cuantitativas).

- En segundo lugar, el trabajar con niveles mínimos supone un riesgo en el caso de fenómenos imprevisibles que puedan afectar al recurso en cuestión (por ej: enfermedades, etc.)

que, al estar ya en el límite hacia la extinción o agotamiento, no cuenta con un contingente suficiente para afrontar tales amenazas.

2.2.3 LOS ENFOQUES ENERGETICOS.- En el capítulo 1 incluimos lo que denominamos el método de la energía en las técnicas de valoración de recursos naturales. Este método tiene una ventaja de especial interés: la independencia de las preferencias individuales, lo que supone, al menos en teoría, un grado elevado de objetividad. Realmente, no se trata de un sólo método, pues todos los enfoques que utilizan de una manera u otra la energía como objeto central de estudio al valorar el funcionamiento de los sistemas ecológico y económico se encuentran aún en proceso de desarrollo, existiendo diversas tendencias y formas de abordar la cuestión. No obstante, la importancia que tienen las investigaciones que se llevan a cabo en este campo justifica que, al menos someramente, demos algunas notas sobre este tipo de enfoques, aunque no lo utilicemos en este estudio sobre los bosques.

Aunque el primer análisis energético de la agricultura se atribuye a Podolinsky en 1880, destacan como trabajos pioneros, entre otros, los de Leach (1976), Pimentel (1979), etc. Una de las corrientes principales parte de la idea utilizar las unidades energéticas (calorías, julios,...) como una medida traducible a valores monetarios, dado que la energía utilizada

tendría un coste de oportunidad, es decir, podría utilizarse para fines alternativos.

Otros trabajos como los de Naredo y Campos sobre los balances energéticos de la agricultura española (Naredo y Campos, 1980) comparan simplemente la eficiencia de dos sistemas agrarios (tradicional y modernizado) con respecto a la energía (input y output energéticos). Es precisamente en la determinación de qué entra a formar parte del input y del output energético donde existe polémica para los distintos autores. Sin menoscabo de la importancia de los trabajos anteriormente citados, una de las críticas que hace algún autor consiste en qué considerar como input en el caso del trabajo humano (Punti, 1987), pues, por ejemplo, el consumo de energía utilizado por el ser humano, tomado este como input del proceso productivo, variaría si consideramos las calorías de los alimentos que consume más la energía que aporta en forma de trabajo o si consideramos, además, la energía necesaria para la reproducción y mantenimiento del ser humano como mano de obra, que variará mucho de una cultura o sistema de vida a otro.

Otros enfoques similares al anterior pero centrados en ecosistemas naturales, que se intentan valorar en base a la energía, tratan de estimar la producción primaria de energía de dichos ecosistemas (Costanza et al.1987). Estos autores obtuvieron, para el caso de humedales, unas valoraciones

finales, en términos monetarios, bastante superiores a las obtenidas por otros métodos de valoración basados en preferencias individuales.

En las últimas tendencias de análisis energético lo que se cuestiona principalmente es que las distintas formas de energía sean equivalentes, es decir, se va más allá del primer principio de la termodinámica. El tema de la degradación entrópica de la energía (segundo principio de la termodinámica) es considerado, por ejemplo, en el llamado enfoque exergético, (Valero, 1993) que mide la eficiencia de los sistemas termodinámicos, dando prioridad a su capacidad para realizar trabajo mecánico. Se define la exergía como la cantidad máxima de trabajo que se puede obtener de un sistema termodinámico, definiendo la calidad de la energía según las pérdidas entrópicas. En resumen, este enfoque tendría en cuenta que las formas de energía no son idénticas desde la perspectiva de su producción de entropía y de su capacidad de transformación en trabajo.

Por otro lado, se plantea que las formas de energía tampoco son equivalentes desde el punto de vista de su renovabilidad o, finalmente, desde el tiempo que han tardado en acumularse; en este sentido, una forma de energía (por ejemplo, las fósiles) serían más concentradas y el coste de su utilización debería considerar el tiempo que tardaron en

formarse (Punti,1987), lo que nos indicaría su renovabilidad y, por tanto, el análisis sería, de esta forma, un test a la capacidad de sostenimiento del sistema productivo que utiliza la energía.

Por último, uno de los enfoques más recientes, el eco-energético de Odum (1983), diferencia las distintas formas de energía según la energía solar necesaria para generar una unidad de dichas formas de energía. Se mide para cada forma de energía su ratio de transformación en energía solar, es decir, el número de julios de energía solar incorporados en una unidad de la forma de energía que se mide. Implícitamente, este enfoque consideraría también el tiempo necesario para la formación, a partir del sol, de cada forma de energía y, por tanto, su renovabilidad. Por otro lado, el método también mide la producción de entropía asociada al uso de la energía.

Ambos enfoques, el exergético y el eco-energético serían complementarios, no opuestos (Faucheux,1990). Las limitaciones principales de los enfoques energéticos en general consisten en su inadecuación para medir determinados beneficios y costes de diversa naturaleza, no traducibles a unidades energéticas. La extinción de especies, algunos tipos de contaminación, etc. constituyen ejemplos claros de gran importancia en la gestión de los recursos naturales que quedarían fuera del campo de este tipo de análisis. Sin embargo, en muchos casos, la

utilización de un enfoque energético puede servir de guía para una adecuada gestión de los recursos, dado que la energía, su origen, renovabilidad, etc. está presente en la mayoría de los procesos vitales y de las actividades de los sistemas económicos.

2.2.4 LAS FUNCIONES AMBIENTALES.- El concepto de función ambiental lo hemos definido anteriormente (punto 1.2). Hueting (1990) desarrolla un método para evaluar el coste de mantener estas funciones ambientales en un nivel sostenible desde el punto de vista físico. El autor parte de sustituir las preferencias individuales por un standard de aceptación general, el Desarrollo Sostenible. Efectivamente, "después de la publicación del informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo "Nuestro Futuro Común" (1987) (también llamado informe Brundtland), políticos y organizaciones en todo el mundo se han declarado en favor del desarrollo sostenible. Esto puede ser tomado como la preferencia social, lo que abre la posibilidad de basar los cálculos en standards para un uso sostenible de las funciones, en lugar de en las preferencias individuales (desconocidas)." (Hueting, 1990). El método propuesto por dicho autor consiste en los siguientes pasos:

- 1) Determinar las distintas funciones ambientales del recurso.

- 2) Definir los standards físicos de uso sostenible para cada una de las funciones ambientales.

- 3) Formular las medidas necesarias para alcanzar o mantener dichos niveles standard de las funciones ambientales. Las medidas pueden ser, tanto de carácter preventivo como correctivo, así como de eliminación o reducción de actividades.

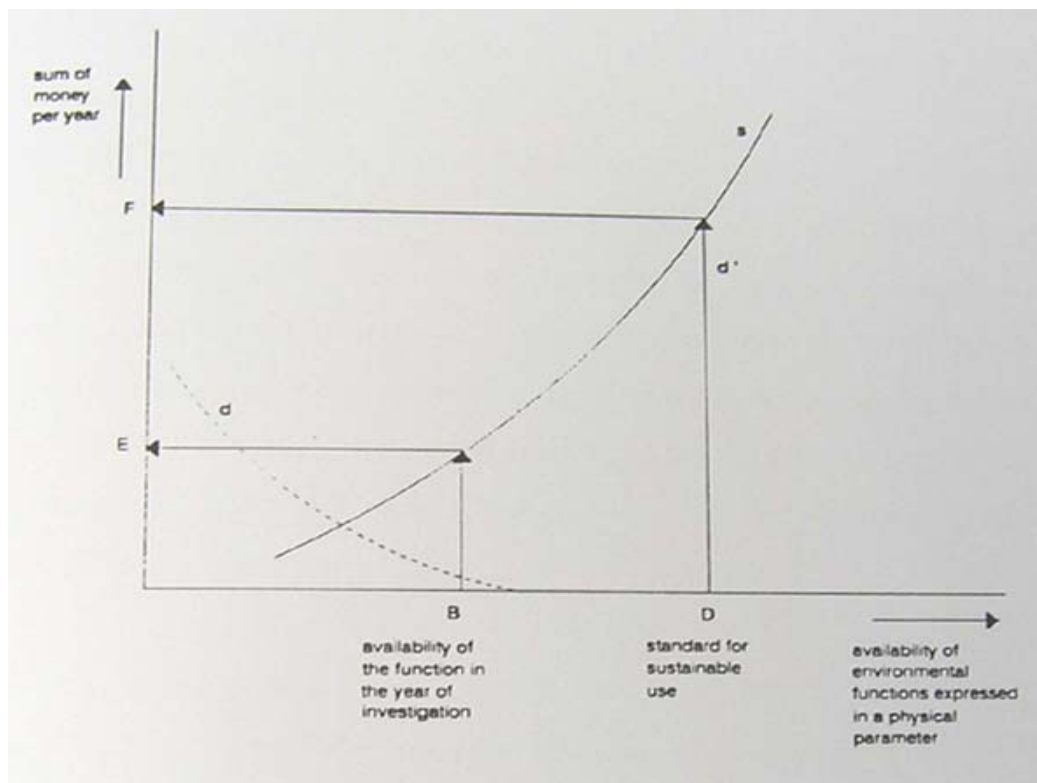
- 4) Estimar en términos monetarios el coste de las medidas del punto anterior. (En el caso de eliminación o reducción de actividades no hay dificultad en expresarlo en términos monetarios como coste de oportunidad).

En cierto sentido, se puede equiparar el planteamiento de Huetting con el de los defensores del SMS, ya que lo que realmente hace el autor es partir ya del mantenimiento de los standards sostenibles en sentido físico, cuya aceptación se da por sentada (preferencia social), sólo que diferenciando funciones ambientales concretas, quedando reservada la valoración monetaria sólo a la determinación de los costes

necesarios para alcanzar y mantener dichos standards. No es pues, un método de valoración del medio ambiente en sí, aunque tiene mucha utilidad como instrumento de gestión de los ecosistemas. El problema principal es que tampoco aclara demasiado el principal interrogante de los defensores del SMS que consistía en saber cuando era demasiado cara la conservación, llevando ésta cuestión al tema de los valores y considerándola como algo obvio. Aunque estamos de acuerdo con este planteamiento, quizás fuese necesaria alguna demostración de los grandes beneficios que proporcionan los ecosistemas, de cara a los responsables de la política. También considera las pérdidas de función como un coste (OF en la fig. 11), pero en la determinación de estos costes utiliza los conceptos principales de la compensación y la reposición (que forman la curva de oferta s de la fig. 11). Esto crea el problema de la no consideración de aquellos casos donde no es posible ni la compensación ni la reposición o restauración de la función. Es el caso de las pérdidas irreversibles, cuyo estudio complementaría el método de Huetting, reforzándolo. Es decir, el autor citado no enfatiza suficientemente qué es lo que ocurre cuando nos movemos hacia la derecha del standard sostenible (punto D de la fig. 11), aunque tal vez se puede suponer que el coste de reposición/compensación crecería muy rápidamente. En este trabajo intentamos aclarar las cuestiones anteriores que, desde nuestra perspectiva son necesarias para el enfoque de las funciones ambientales. No obstante, no utilizaremos el

método en sentido estricto: no estimamos el coste real del mantenimiento de los standards sostenibles por no disponer de la información necesaria pero, por el contrario, sí intentamos captar los beneficios de dicho mantenimiento.

FIGURA 11: TRADUCCION DE COSTES FISICOS A MONETARIOS



s : Curva de oferta (costes de compensación y reposición asociados a niveles de la función)

d : Curva de demanda incompleta (preferencias individuales)

d': Curva de demanda (standard sostenible de la función)

BD : Distancia para llegar al nivel sostenible

OF : Costes monetarios de la pérdida de función

2.2.5 EL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE.- Si aceptamos la finitud del Planeta en términos puramente físicos, la única vía posible de comportamiento a largo plazo es la consecución de un equilibrio Hombre-Planeta (Economía-Ecología), donde la tónica general sería la adaptación a los flujos de materia y energía en lugar de la actual, muy orientada hacia el uso de los stocks, además de procurar el mantenimiento de los sistemas de vida sobre la Tierra, tomada como un gran ecosistema. Esto se concretaría en el principio de Capacidad de Sostenimiento (Sustainability) y su aplicación práctica, el Desarrollo Sostenible, que podemos entender así en una aproximación general al concepto.

Si observamos las definiciones más extendidas del concepto de Desarrollo Sostenible que lo consideran como aquél que satisface las necesidades humanas actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (CMMAD,1987), o el nivel óptimo de interacción entre los sistemas biológico, económico y social (Barbier,1989), podemos intuir una idea que subyace en estas definiciones: el uso de los ecosistemas debe ser tal que permita su continuidad en el tiempo.

Sin embargo, podemos preguntarnos, por ejemplo, qué hacer en el caso de los recursos no renovables, donde cualquier uso de los mismos conduce tarde o temprano a su agotamiento.

También, podríamos cuestionarnos a qué nivel aplicar el principio, pues lo que es sostenible a nivel microeconómico puede no serlo a gran escala y viceversa. Estas y otras cuestiones nos llevan a una reflexión: un concepto de significado aparentemente evidente encierra serias dificultades de interpretación, pues "Desarrollo Sostenible significa diferentes cosas para diferentes personas" (Redclift, 1991). Como prueba de los esfuerzos que se llevan a cabo actualmente a nivel académico para la interpretación del Desarrollo Sostenible y, sobre todo para su aplicación, tenemos la reciente conferencia sobre Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible celebrada en Washington en Mayo de 1990, donde las diferentes aportaciones de los autores mostraron la complejidad del concepto y sus implicaciones de todo tipo, especialmente políticas. A pesar de todas las diferencias de interpretación, parece, sin embargo, que quedan claras algunas ideas implícitas en el concepto como la de la consideración del largo plazo, una ética de respeto hacia las generaciones futuras, etc. En todo caso, como hemos dicho anteriormente, la idea de lo "sostenible" ha venido a unificar criterios de cara a la gestión de los recursos naturales, en la forma de un principio-guía de dicha gestión. Para autores como Huetting, por ejemplo, el Desarrollo Sostenible "puede concebirse como una preferencia social que puede sustituir a las preferencias individuales (desconocidas)" (Huetting, 1990).

Sin profundizar demasiado en todas estas implicaciones, es interesante tener en cuenta algunos aspectos de importancia para el caso que nos ocupa, como es la relación entre Desarrollo Sostenible y Estilos de Desarrollo. Podemos, de entre las diferentes definiciones existentes sobre el concepto de Estilo de Desarrollo, elegir la que se puede considerar más típica desde el punto de vista económico. Tal definición conceptualiza el Estilo de Desarrollo como: "la manera en que, dentro de un determinado Sistema, se organizan los recursos humanos y materiales con objeto de resolver los interrogantes sobre que, para quiénes y cómo producir los bienes y servicios" (Sunkel, 1980). La relación entre ambos conceptos reside en que el Desarrollo Sostenible sería un Estilo de Desarrollo entre los posibles y que la existencia de otros estilos de desarrollo con una lógica distinta puede comprometer el éxito del primero a nivel mundial. Máximo exponente de un estilo de desarrollo incompatible con el desarrollo sostenible es el que se sigue actualmente en Occidente. A su vez, Desarrollo Sostenible y Estilos de Desarrollo están relacionados con la idea de Desarrollo Coevolucionario (Norgaard, 1984), concepto este que hace referencia a la no separabilidad entre los sistemas económico y ecológico: uno influye en el otro que, a su vez, influye en el primero. Llegando a este punto, es obligado a destacar el papel que tienen los sistemas tradicionales de uso y gestión de los recursos, fruto de la adaptación hombre-medio natural cuya

evolución conjunta (coevolución) ha producido los procesos de aprovechamiento y uso de los recursos naturales más eficaces y sostenibles, que se están actualmente "redescubriendo" por parte de muchos investigadores. En este sentido, destacan los sistemas de agricultura tradicional, poco o nada mecanizados; así, "es posible que una mayor atención a la vida campesina pudiera hacer revalorar la contribución que ella estaría en condiciones de dar a formas de desarrollo que respeten a largo plazo el medio ambiente y sus recursos" (Ortega,1980).

En el caso de Canarias, "existe una gran variedad de agrosistemas a pesar de tratarse de un espacio reducido. Estos agrosistemas se localizan en torno a la llamada agricultura de mercado interior o de subsistencia, aunque en algunos de ellos se puedan encontrar cultivos de exportación. La gran variedad de los agrosistemas canarios viene explicada por las características del suelo y el clima, en íntima relación con la adaptación de la agricultura al medio adverso. El agricultor canario ha creado un paisaje singular de indudable valor estético en la actualidad, con una importancia socioeconómica destacable hasta épocas recientes. La necesidad de defender estos espacios agrícolas no consiste únicamente en su valor como patrimonio cultural y científico, sino en la viabilidad económica (en sentido amplio) de los cultivos que aquí se han desarrollado" (Rodríguez Brito,1990).

Este mismo tipo de desarrollo coevolucionario se ha dado tradicionalmente con respecto a los bosques en las más variadas culturas. Esto puede afirmarse para los guanches de Canarias, al menos para la laurisilva (García Morales, 1989). Posteriormente, han coexistido, junto con aprovechamientos de tipo sostenible, otros de naturaleza destructiva ligados a los monocultivos de exportación (caña de azúcar, plátano..); estos últimos, unidos en ocasiones a aprovechamientos condicionados por el hambre o la pobreza, redujeron el bosque de una manera, a veces, dramática, como en el caso de Gran Canaria.

Actualmente existen importantes leyes de protección de los bosques en Canarias, cuyo objetivo sería el hacer compatible los usos que se dan o pueden darse con la conservación de los mismos de forma ilimitada en el tiempo. La relación con los estilos de desarrollo existentes en Canarias condiciona, en las distintas islas esta compatibilidad de diferente manera, de aquí que no se puedan desligar ambas cuestiones.

Concluyendo y retomando el concepto fundamental para nuestro planteamiento de función ambiental de Huetting, podemos, finalmente, proponer el traducir el Desarrollo Sostenible como el mantenimiento indefinido de las funciones ambientales de los ecosistemas, en nuestro caso de los bosques de Canarias.

2.3 PROPUESTA DE GESTION PARA LOS BOSQUES DE CANARIAS.- En la introducción explicitamos la ética de partida de nuestro trabajo, identificable con el principio de sostenibilidad, que se interpretaría en un primer nivel general como el mantenimiento de la vida de forma indefinida. Si consideramos la Tierra como un gran ecosistema, del que el hombre forma parte, es evidente que las amenazas a ese ecosistema son amenazas a su supervivencia, no existiendo pues sino dos opciones claras: su conservación (supervivencia) y su destrucción (fin de la Humanidad) (Sweeney y Olson, 1992). Es decir, partimos por tanto del mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales, nuestro caso de estudio. Ahora bien, para aclarar una serie de cuestiones que podrían plantearse desde una perspectiva económica, desarrollamos a continuación un planteamiento teórico concreto, base del posterior estudio empírico. Las cuestiones a que nos referimos son las relativas a la elección de opciones, a la toma de decisiones sobre cómo gestionar los recursos o los ecosistemas.

En definitiva, las cuestiones centrales de las que se ocupa la economía ecológica o el nuevo enfoque de lo económico tal como se planteaba en el primer capítulo. El planteamiento que se hace a continuación es sólo una de las perspectivas desde las que puede establecerse una comparación de

alternativas. Trata incluso de utilizar herramientas típicas de la economía convencional, aunque modificadas, en un intento de relativizar aún más este tipo de economía, al menos en lo referido a la gestión del medio.

2.3.1 ANALISIS COSTE-BENEFICIO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.-

El bosque es un ejemplo típico de recurso renovable; por otro lado, en especial en este caso, hay que entender que lo que se gestiona es un ecosistema más que un recurso (Toledo, 1985). Por tanto, el desarrollo sostenible del bosque es la única vía posible de gestión del mismo a largo plazo, implicación lógica como hemos visto en puntos anteriores para los recursos renovables.

En segundo lugar, hemos definido este desarrollo sostenible como el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales. Lo que nos interesa destacar es que, aunque separemos las distintas funciones ambientales del bosque para facilitar su estudio y de cara a su posible valoración, el ecosistema constituye una unidad que debe ser contemplada y gestionada en su globalidad.

Por tanto, partimos de la aplicación del principio del desarrollo sostenible al bosque como la única opción posible para su gestión. Sin embargo, desde el punto de vista

económico, puede considerarse que todo tiene un coste de oportunidad, es decir, cualquier alternativa que se elija tendrá un coste implícito que habrá que considerar. Es fundamental, entonces, que la alternativa elegida suponga unos beneficios superiores a los costes como primer requisito (rentable económicamente), en segundo lugar, habría que considerar si se está cumpliendo la ética elegida (distribución intra e intergeneracional). Hay que decir que, no obstante, existirán otras razones además de las económicas que pueden justificar cualquier elección. Aunque estas razones son las fundamentales en el caso de los bosques, y aunque hemos descalificado la valoración monetaria como guía para la gestión de los ecosistemas, intentamos demostrar en este trabajo que, desde el punto de vista económico, la opción del mantenimiento de las funciones ambientales es la más rentable, incluso en términos monetarios. Además de esto, el planteamiento de un análisis coste-beneficio integral nos proporcionará un test empírico sobre la posibilidad de valoración monetaria de las funciones ambientales para contrastar nuestra hipótesis sobre la imposibilidad de una valoración monetaria correcta.

2.3.2 EL ANALISIS COSTE-BENEFICIO INTEGRAL.- En un capítulo anterior vimos las características del ACB, sus ventajas e inconvenientes principales. Es cierto que hay muchas formas de aplicar el ACB, el cual, a lo largo de su historia ha intentado ir superando sus limitaciones y ampliar

su campo de aplicación. En este sentido, nuestra idea es la de comparar, efectivamente, los beneficios que actualmente y en el futuro proporcionan los bosques que estudiamos con los costes necesarios para el mantenimiento ilimitado de sus funciones ambientales y, más propiamente de los ecosistemas forestales mismos.

Esta comparación debe ser real, aunque el mercado no recoja la mayoría de los costes y beneficios o, simplemente estos no se conozcan o consideren habitualmente, de aquí que hemos dado el calificativo de ACB integral. Piénsese que el problema a la hora de defender la conservación de un ecosistema suele estar en que esta sólo se percibe como coste (incluyendo el coste de oportunidad) y las razones que se suelen aportar para justificar esa conservación suelen ser de tipo biológico, etc. Esto no deja de ser importante y, de hecho, suelen ser los mismos beneficios que nosotros vamos a considerar, lo que ocurre es que aquí se presentan con una consideración de beneficios en sentido monetario, lo que tal vez contribuya, a nivel político, a una mejor justificación de los costes que supone el mantenimiento de estos ecosistemas. Las consideraciones sobre la irreversibilidad tendrán, como veremos seguidamente, especial importancia en el análisis, constituyendo una pieza esencial a la hora de captar los verdaderos beneficios que se derivan de la conservación de los bosques. Estos beneficios así considerados serán de tal

magnitud que finalmente convertirán el ACB en un análisis de coste de efectividad, es decir, los beneficios serían tan elevados que harían gratuita toda comparación con costes, comparándose entonces costes entre sí: es decir, se trataría de estudiar qué opción de gestión sostenible tiene un coste menor.

2.3.3. COSTES: METODO DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES.- La cuestión que centra este punto es la de los costes del desarrollo sostenible de los bosques, es decir, el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales. Hemos dicho anteriormente que el ecosistema forestal debe ser gestionado globalmente, aunque esto no impide que se establezcan diferentes medidas para diferentes aspectos del mismo de cara a su conservación.

Podríamos hablar, por otro lado, de tres niveles de actuación con respecto a estas medidas: mantenimiento, prevención y reposición. El mantenimiento de las funciones ambientales es el punto central de la gestión sostenible del bosque, como ya hemos apuntado; sin embargo, existen otros dos niveles de vital importancia en el caso concreto del bosque, por un lado, las medidas de carácter preventivo, en una dimensión dinámica de la conservación que anticipe eventos futuros más o menos imprevistos que puedan afectar a la misma; en concreto, será de especial consideración la prevención de

incendios, para nosotros la amenaza más seria que hoy tienen los bosques canarios.

Por otro lado, el enfoque de reposición se refiere a la reparación de daños causados al ecosistema, cuyo principal exponente sería la repoblación. Esta repoblación debe entenderse, a su vez, en un sentido amplio, en referencia a las condiciones y extensiones potenciales de cada ecosistema forestal original, con lo que se puede hablar así de aumento de superficies forestales. Una idea básica que hay que tener en cuenta y en relación al tema de la irreversibilidad es que, en Canarias, actualmente no existe conflicto conservación de los ecosistemas forestales vs. necesidades básicas de la población, aunque puedan existir conflictos locales con ciertos usos tradicionales. La implicación que se deriva de esto es que no existe un coste de oportunidad extraordinario (atender a las necesidades básicas de la población) cuya cuantía ilimitada pudiese justificar la producción de irreversibilidades sobre los bosques.

El único coste de oportunidad que estaría presente es el de limitar o reducir aquellos usos actuales que pudieran afectar negativamente a la conservación. Este coste de oportunidad, caso de existir, estaría englobado junto con las demás medidas de conservación en el método de las funciones ambientales, que hemos descrito en el capítulo 1.

Resumiendo, tendríamos en principio, respecto a los costes del desarrollo sostenible de los ecosistemas forestales:

- Método de Valoración: De las funciones ambientales

- Tipos de Coste:

*Mantenimiento de los standards sostenibles de las funciones ambientales

* Medidas preventivas

* Medidas de reposición (aumento)

2.3.4 BENEFICIOS: DOBLE PLANTEAMIENTO.- La cuestión de cuáles serían los beneficios del mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales canarios tiene, como veremos seguidamente, una respuesta doble. En primer lugar, tendríamos una serie de beneficios de distinta naturaleza que podríamos identificar con las distintas funciones ambientales, que más tarde se detallarán. Estos beneficios variarían, de cara a su valoración, desde los directamente recogidos en el sistema de precios de mercado (ej. diversos productos forestales), pasando por los beneficios de tipo recreativo, para los que se puede emplear una especie de sustituto del mercado, (muy discutible) hasta aquellos beneficios en absoluto trasladables a precios pero que, por supuesto, no

pueden quedar fuera de consideración.

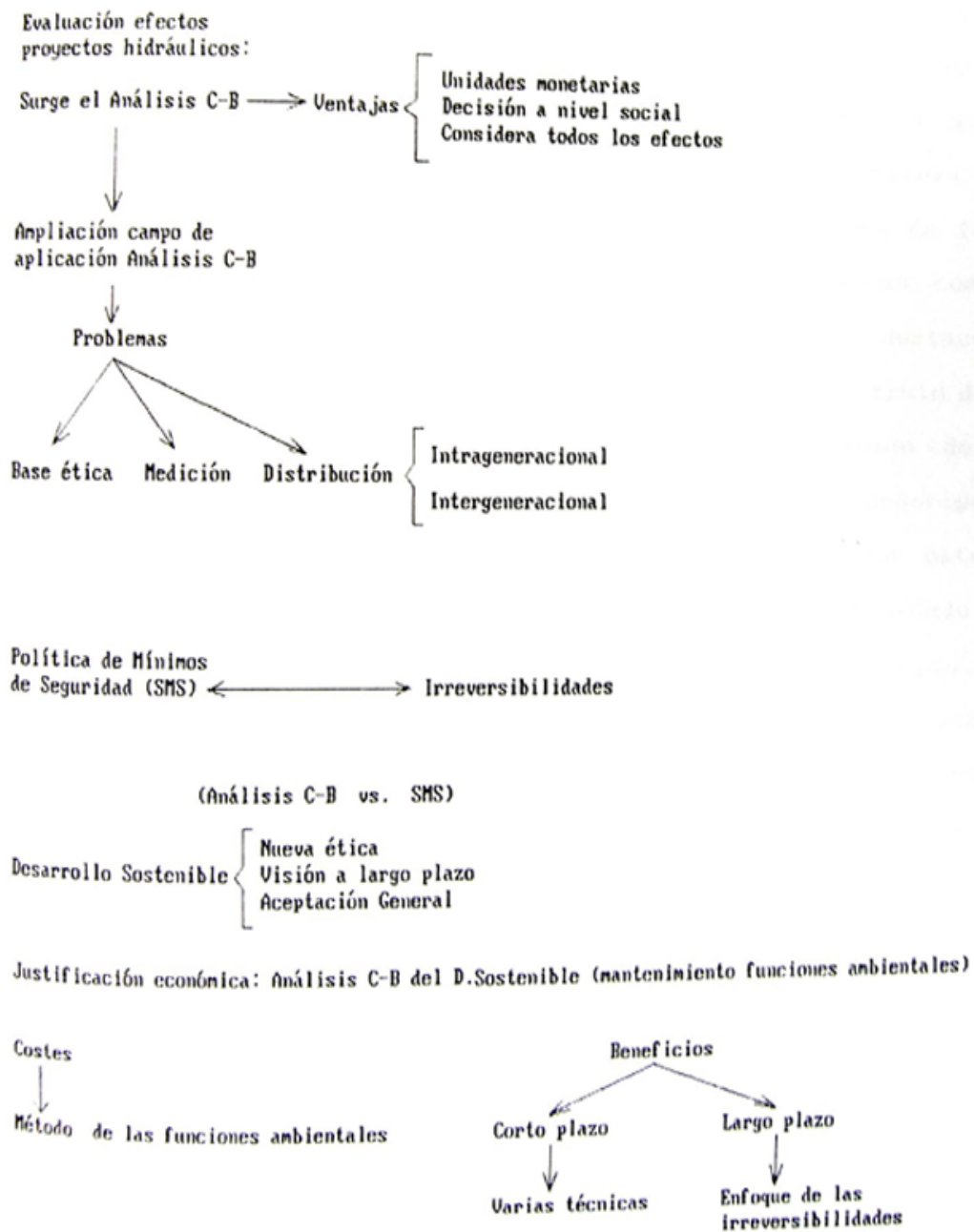
En segundo lugar, tendríamos los BENEFICIOS DE OPORTUNIDAD del desarrollo sostenible. El concepto de coste de oportunidad es fundamental en economía, pues bien, el beneficio de oportunidad vendría a ser su antónimo, es decir, el coste en que se incurriría si no hubiésemos elegido la alternativa actual. Según hemos visto, cualquier alternativa que no suponga una gestión sostenible del bosque llevaría a la producción de irreversibilidades, cuyo coste tiende a infinito; por tanto, según la definición anterior, el beneficio de oportunidad de la gestión sostenible de los bosques sería el de evitar un coste de naturaleza infinita. No podemos sumar ambos tipos de beneficio, pues estaríamos en un caso de doble contabilidad. Bastarían entonces los beneficios de oportunidad para cubrir sobradamente los costes de la gestión sostenible de los bosques, que quedarían así plenamente justificados. En este caso, la comparación que habría que hacer sería entre las distintas opciones de gestión sostenible susceptibles de utilizarse, de entre las cuales se elegiría la de menor coste que cumpliera los objetivos previstos; estaríamos por tanto en un análisis de coste de efectividad.

¿Qué papel jugarían entonces los beneficios del primer tipo que hemos considerado?. Aunque no estrictamente para

justificar los costes de la gestión sostenible de los ecosistemas forestales, estos beneficios tienen un interés destacado, pues permiten captar de una forma bastante concreta las utilidades que proporcionan estos ecosistemas de modo constante, muchos de los cuales apenas se intuyen o perciben con una connotación económica. La importancia de estas funciones no depende de si son o no expresables en términos monetarios (caso excepcional), sino de su importancia para el mantenimiento del ecosistema y por tanto de la vida, así como el hecho de ser base para muchas actividades humanas directa o indirectamente.

2.3.5 ESQUEMA METODOLOGICO.- Como resumen del enfoque metodológico a aplicar en la valoración de los ecosistemas forestales canarios, tenemos el siguiente esquema:

FIGURA 12: ESQUEMA METODOLOGICO



CAPITULO 3. BENEFICIOS DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DE CANARIAS

3.1 INTRODUCCION.- Los ecosistemas forestales desempeñan un papel principal en el mantenimiento de los sistemas de vida y de la capacidad portante, más destacado en el caso de las islas. Estos ecosistemas realizan una serie de funciones ambientales que, como veremos posteriormente, pueden consistir en usos humanos más o menos directos o en otros procesos de naturaleza más intrínseca al ecosistema aunque no se perciban de forma muy clara por el hombre. El capítulo comienza con la identificación de las funciones ambientales más destacadas que, en una primera aproximación experimental y fruto de un trabajo interdisciplinar¹², produjo un listado de 10 funciones, con algunas subfunciones. Tras la descripción necesaria de cada función y sin pretender un estudio profundo de las mismas ya que hubiera desbordado el objetivo de este trabajo, se intenta, en cada caso, la valoración monetaria de los beneficios que proporciona la función. La finalidad de este proceso es la de contrastar a nivel práctico el alcance y limitaciones de la valoración monetaria de los ecosistemas en un caso de aplicación real.

Por otro lado, la característica más destacable con

¹²Agradecemos en particular la colaboración de J.M. Fernández-Palacios, Antonio Rodríguez y Pedro Padrón, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de La Laguna.

respecto a estas funciones es su carácter de renovable, es decir, son susceptibles de mantenerse ilimitadamente en el tiempo si se respetan las reglas que permiten dicha renovabilidad. Por tanto, posteriormente a la identificación de las principales funciones ambientales de los ecosistemas forestales que estudiamos y su intento de valoración, el resto del capítulo se centrará permanentemente en este enfoque de sostenibilidad para las distintas funciones. Esto servirá de comparación, ya de cara a la gestión de los ecosistemas, entre ambos enfoques, valorativo y sostenible. De esta comparación se obtendrán los resultados últimos del trabajo.

Dependiendo de los autores se establecen diferentes clasificaciones para los ecosistemas forestales de Canarias, distinguiéndose hasta 7 ó más, sin embargo, a nivel didáctico destaca la clasificación que aparece en el cuadro 3. De los ecosistemas forestales, fueron seleccionados para el estudio, por razones eminentemente prácticas, el pinar y la laurisilva. Veamos de forma muy resumida algunas de las características y estado actual de las diferentes formaciones anteriores:

CUADRO 3: TIPOS DE BOSQUE EN CANARIAS

Termófilo (agrupa varios tipos de vegetación)

Monteverde: - laurisilva
 - fayal-brezal

Pinar

- El llamado bosque termófilo engloba diferentes manifestaciones cuya característica común es ocupar altitudes bajas, donde la temperatura es más elevada. Entre éstos podemos citar a los tarajales, palmerales, sabinares, acebuchales, almacigales, etc. Se trata del bosque peor conservado, con pocas representaciones destacables, salvo en la Gomera y en el Hierro.

- El monteverde, nombre vernáculo que designa tanto a la laurisilva como al fayal-brezal, se extiende exclusivamente a barlovento, bajo el influjo del mar de nubes debido a los vientos alisios, entre los 600 y 1200 m. de las islas occidentales (Tenerife, La Palma, Gomera y el Hierro). La laurisilva, relicto de flora que en el Terciario pobló los márgenes del mar de Tethys (actual Mediterráneo), es probablemente la comunidad más rica de Canarias. Está dominada por árboles como el laurel, el acebiño, el viñátigo, el barbuzano o el brezo entre otros, alcanzando su cúpula en los fondos de barrancos, zonas favorecidas por la acumulación de agua y nutrientes, unos 20 m de altura. Su biomasa aérea supone

unas 100.000 Kcal/m² y su PPN ¹³ es del orden de 4.250 Kcal/m² año (Fernández-Palacios et al.,). En la actualidad, la extensión total de la laurisilva es de unas 19.000 Has. (Velázquez Padrón, 1985), que apenas representa el 1% de la superficie potencial de Gran Canaria, menos del 10% de la de Tenerife y la Palma y sólo en la Gomera (Garajonay) se encuentra bien representada.

El fayal-brezal, bien como formación de sustitución de la laurisilva o como comunidad madura de las zonas más escarpadas y expuestas al viento, es un bosque bajo dominado por fayas y brezos que no suele rebasar los 5-10 m. de altura. Es bastante más pobre que la laurisilva y tanto su biomasa como su PPN son inferiores. Existen masas importantes en las cuatro islas occidentales.

- El pinar es una formación boscosa oligoespecífica, cuya cúpula puede alcanzar los 30-40 m., dominada por el pino canario. Se extiende por encima del matorral costero (o en su caso del bosque termófilo) hasta los 2.300 m. en las vertientes de sotavento y por encima del monteverde a barlovento hasta los 2.100 m. de altitud. El pinar crece en zonas con condiciones climáticas muy diferentes, soportando bien temperaturas altas y bajas (heladas incluidas) así como precipitaciones escasas y

¹³La Producción Primaria Neta es una medida de la producción de materia vegetal por período de tiempo (masa seca).

abundantes. Es una comunidad de riqueza variable dependiendo de su estado de conservación, siendo común encontrar áreas pobladas exclusivamente por el pino. Su biomasa podría cuantificarse como cercana a las 170.000 Kcal/m² mientras que su PPN se aproxima a las 3.825 Kcal/m² año (Fernández-Palacios et al.). Durante los últimos 50 años se ha repoblado intensamente, aunque no siempre con el pino autóctono ni respetando la estructura de los pinares naturales. Su status en la actualidad puede considerarse como aceptable, con importantes masas en Gran Canaria, Tenerife, la Palma y el Hierro. La extensión actual del pinar en Canarias es de aproximadamente 66.000 Has. (Blanco Andray, 1989).

Finalmente, resaltaremos el hecho de que los ecosistemas que hemos elegido constituyen, en un medio insular de características orográficas, climáticas, etc. muy especiales, sendos exponentes máximos de adaptación evolutiva a dichas características específicas, pudiendo considerarse que ambos están "diseñados" para aprovechar en lo posible las potencialidades de vida en las islas. Sirva como ejemplo de lo que decimos la adaptación del pino canario para resistir en gran medida el fuego, lo que puede explicarse sólo tras miles de años de erupciones volcánicas, jugando un papel único en la colonización de suelos de esta naturaleza. Por su parte, la laurisilva puede considerarse como el mayor captador de agua, aprovechando al máximo la especificidad climática que

representan los vientos alisios. De este hecho se deduce la insustituibilidad de ambos ecosistemas, ya que son óptimos de adaptación a las condiciones naturales, idea básica a tener presente en la política medioambiental. Téngase en cuenta que, si son óptimos ecológicos, significa que también lo serán desde el punto de vista económico desde una perspectiva sostenible, ya que, considerando el largo plazo, son los que utilizan los recursos de forma más eficaz y de manera ilimitada en el tiempo, por lo que los esfuerzos inversores en materia forestal deben centrarse en los ecosistemas forestales autóctonos.

3.2 FUNCIONES AMBIENTALES DE LOS MONTES.-

3.2.1 ESTUDIO DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES.- Aunque con diferencias entre el pinar y la laurisilva, se han identificado, al menos, 10 grandes funciones. Ya que una exposición detallada de cada una de las funciones que acabamos de citar necesitaría de sendos tratados individuales, nos limitaremos a hacer una descripción breve de las mismas que nos permita captar sus rasgos más destacables, con objeto de conocer la importancia del papel que juegan a diversos niveles, intentando, en segundo lugar obtener cifras monetarias de beneficios en cada caso. Las funciones que hemos considerado son las que aparecen en el cuadro 4.

1) **FUNCION GENETICA.-** Se caracteriza, en general, por su especial relación con las generaciones futuras y, en última instancia, con el propio mantenimiento y perpetuación de la vida en el presente y el futuro. Cada vez es mayor, a nivel mundial, el reconocimiento de este tipo de funciones, tomándose incluso como el objetivo principal de la conservación. Hay que entender que, manteniendo esta función, casi todas las demás quedan aseguradas. Podemos distinguir algunas subfunciones:

a) Reserva biológica de flora y fauna.- Cada especie posee una información genética, fruto de su adaptación al medio en

el que se desarrolla. Incluso dentro de una misma especie se pueden presentar pequeñas diferencias en las poblaciones que habitan distintos lugares, al variar el entorno natural de las mismas. Esta información genética es, por otro lado, insustituible desde el punto de vista de la especialización, es decir, una especie adaptada a un entorno dado será la más apta para vivir en él, si dicho entorno no ha sido modificado. Tomando el ejemplo del pino canario, este endemismo "a lo largo de su evolución ha conseguido adaptarse al clima volcánico de las islas, mostrando gran resistencia al fuego. Huye del fondo de valles y muestra preferencia por laderas medias, no importándole la pendiente, ni el terreno erosionado, ni la pedregosidad superficial. Existen bosques de pino canario en zonas cuya precipitación anual apenas supera los 300 mm. de lluvia. Su tenacidad al rebrotar una y otra vez después de los incendios. Su frugalidad en cuanto a necesidades de suelo y agua, hacen del pino canario todo un ejemplo de adaptación al medio y un símbolo emblemático de la naturaleza canaria." (Blanco Andray et al,1989).

CUADRO 4: FUNCIONES AMBIENTALES PINAR Y LAURISILVA

- 1) FUNCION GENETICA:
 - Reserva genética de flora y fauna
 - Contribución a la diversidad biológica

- 2) FUNCION ACUIFERA:
 - Lluvia horizontal
 - Amortiguación impacto lluvia
 - Aumento de la infiltración
 - Aumento tiempo de permanencia del agua en el ciclo

- 3) FUNCION EDAFICA:
 - Formación del suelo
 - Fijación del suelo, agua y nutrientes
 - Fertilización del suelo

- 4) FUNCION PRODUCTIVA:
 - Productos forestales diversos(madera, tea, pinocha, frutos..)
 - Plantas medicinales y de otros usos
 - Pastos

- 5) FUNCION RECREATIVA:
 - Recreación
 - Turismo

- 6) FUNCION CLIMATICA:
 - Regulación del clima
 - Creación de microclimas

- 7) FUNCION CIENTIFICA Y EDUCATIVA:
 - Investigación científica (biológica, ecológica, farmacéutica, etc)
 - Educación a diversos niveles

- 8) FUNCION HISTORICA

- 9) FUNCIONES GENERALES:
 - Fijación de la energía solar
 - Regulación atmosférica

- 10) FUNCION PSICOLOGICA

Por otro lado, cada especie es un recurso actual o potencial, no pudiendo descartarse a priori ninguna de ellas,

ya que no se conocen ni las necesidades futuras ni las cualidades de todas las especies. En este sentido, cabe decir que una buena parte de las especies de Canarias no están ni siquiera medianamente estudiadas, que la investigación sobre el propio funcionamiento de los ecosistemas es aún insuficiente (esto es especialmente cierto en el caso de la laurisilva) y es lógico suponer que las potencialidades de aplicación de dichas especies a distintos campos podría revelarse como muy importante en un futuro más o menos próximo; la investigación sobre este tema está en pleno desarrollo.

b) Contribución a la diversidad biológica.- "La expresión "diversidad biológica" abarca a todas las especies de plantas, animales y microorganismos, así como a los ecosistemas de los que forman parte. Es una expresión general que traduce la diversidad que se encuentra en la naturaleza, o sea tanto el número como la frecuencia de los ecosistemas, especies o genes que se encuentran en un conjunto natural dado. Generalmente se consideran tres niveles de diversidad: la "diversidad genética", la "diversidad de especies" y la "diversidad de ecosistemas". La diversidad genética es la variedad que existe dentro de una misma especie, medida en base a la variación de los genes (unidades químicas de información hereditaria que puede transmitirse de una generación a otra) dentro de una especie, variedad, subespecie o raza. La diversidad de

especies describe la variedad de los organismos vivos que existe en el Planeta, que ha sido calculada, según las estimaciones, entre 5 y 30 millones o más, si bien hasta ahora sólo se han descrito alrededor de 1.400.000 especies (Wilson, 1989). La diversidad de ecosistemas se relaciona con la diversidad de los biotopos, comunidades biológicas y procesos ecológicos que existen en la biosfera". (Morillo,1991).

La conservación de la diversidad biológica debe entenderse que "es para las personas" (Morillo, 1991). Esto significa simplemente que el hombre es parte interesada en dicha conservación pero no sólo en un sentido comercial o similar sino a nivel general, pues depende en toda su actividad existencial del medio natural. En este sentido, la diversidad biológica "proporciona los elementos básicos con los que cada comunidad humana se adapta a los cambios y la pérdida de una especie adicional reduce las opciones de la naturaleza (y de las personas) para responder a condiciones cambiantes" (Mc Neely et al.,1990).

Por otro lado, la diversidad biológica es una función de carácter general, ya que el Planeta entero puede considerarse como un gran ecosistema, siendo cada fracción de biodiversidad importante por contribuir a la diversidad global. Puede considerarse que la diversidad biológica es "un activo global que beneficia a todos los habitantes del mundo" (Mc Neely et al., 1990).

La contribución de Canarias a la diversidad biológica global es importante en términos relativos y, de modo especial, en proporción a su extensión territorial. Las condiciones orográficas y climáticas han propiciado la aparición de una gran variedad de ecosistemas y de especies en un territorio reducido. En cuanto al número de especies destacan las vegetales y las de fauna invertebrada, aunque también son importantes las aves y los reptiles. Se citan para Canarias unas 574 especies florísticas endémicas (Machado, 1986), que representan casi un tercio del total de las especies vegetales naturalizadas y la mitad de las autóctonas. Este alto porcentaje de endemismos confiere a los ecosistemas canarios una especial relevancia por su exclusividad en su contribución a la diversidad biológica global.

En el caso de los ecosistemas que estudiamos, la diversidad biológica es muy alta a distintos niveles. Podemos observar, por ejemplo, en el Cuadro 5 los componentes arbóreos de la laurisilva y su proporción de endemismos. Para el caso del pinar, destaca la importancia del sotobosque (matorrales) en el que se detectaron en un estudio reciente 166 especies diferentes (Blanco Andray et al., 1989). En lo que respecta a la fauna ligada a ambos ecosistemas, repetimos lo que se dijo anteriormente: destaca por su grado de diversidad la fauna

invertebrada, siendo importante, además el caso de las aves entre los vertebrados. Podemos citar como ejemplo típico las famosas palomas turqué (*Columba trocaz bollei*) y rabiche (*Columba junoniae*), ambas exclusivas de la laurisilva y cuyo papel en la repoblación natural de este tipo de bosque es de destacar (González Henríquez et al., 1986).

Existe una importante similitud en la flora de la región Macaronésica, y en particular entre Canarias y Madeira. Si consideramos que de un total de 22 especies de árboles (algunos no son exclusivos de la laurisilva), 19 son endémicos de la Macaronesia, es decir el 85%, comprobaremos la importante contribución a la diversidad biológica de tipo exclusivo que tiene esta región. Nos encontramos con un tipo de función imposible de valorar con unos supuestos mínimamente razonables. Sabemos, por un lado, que la diversidad biológica de los ecosistemas que estudiamos es muy importante. Por otro lado, dado que esta diversidad a nivel mundial se está reduciendo, el valor relativo de la que existe podría aumentar; lo que sí es cierto es que a nivel humano se reconoce cada vez más su valor. En el límite, hay que considerar que el valor de toda la diversidad biológica del Planeta es equivalente a la propia vida, con lo que su dimensión es absoluta (valor infinito). Ahora bien, si sabemos que la suma total de la diversidad biológica planetaria tiene un valor ilimitado, ¿cómo atribuir un valor finito a una fracción de infinito?.

Esto no es posible, y por lo tanto, no podemos dar un valor concreto a la diversidad de los bosques de Canarias, aún sabiendo que es muy notable. Por otro lado, tampoco se podría considerar en forma de beneficios anuales o cualquier otro periodo de tiempo, ya que no es susceptible de dividirse por su naturaleza no cuantitativa. La conclusión que se obtiene es que este tipo de funciones, cuyo valor es indiscutiblemente importante en nuestro caso, no puede ser traducido a términos monetarios, confirmando la existencia de funciones no susceptibles de valoración.

CUADRO 5: ARBOLES DE LA LAURISILVA

Especie	Endemicidad
- Loro o laurel (<i>Laurus azorica</i>).....	Macaronesia
- Barbusano (<i>Apollonias barbujana</i>).....	Macaronesia
- Viñátigo (<i>Persea indica</i>).....	Macaronesia
- Barbusano blanco (<i>Apollonias ceballosi</i>)..	Canarias
- Til o tilo (<i>Ocotea foetens</i>).....	Canarias, Madeira
- Paloblanco (<i>Picconia excelsa</i>).....	Canarias, Madeira
- Hija (<i>Prunus lusitanica</i>).....	Canarias, Madeira
- Aderno (<i>Heberdenia excelsa</i>).....	Canarias, Madeira
- Delfino (<i>Pleiomeris canariensis</i>).....	Canarias
- Madroño (<i>Arbutus canariensis</i>).....	Canarias
- Brezo (<i>Erica arborea</i>).....	Macaronesia Africa, Europa
- Tejo (<i>Erica scoparia</i>).....	Canarias
- Acebiño (<i>Ilex canariensis</i>).....	Canarias, Madeira
- Naranjero salvaje (<i>Ilex perado</i>).....	Canarias
- Faya o haya (<i>Myrica faya</i>).....	Mac., Sur de Portugal
- Faya herreña (<i>Myrica rivas-martinezi</i>)....	Canarias
- Mocán (<i>Visnea mocanera</i>).....	Canarias, Madeira
- Sanguino (<i>Rhamnus glandulosa</i>).....	Canarias, Madeira
- Marmolán (<i>Syderoxylon marmulano</i>).....	Canarias
- Sauce (<i>Salix canariensis</i>).....	Macaronesia
- Cedro (<i>Juniperus cedrus</i>).....	Canarias
- Adelfa de monte (<i>Euphorbia mellifera</i>)...	Canarias Madeira

Fuente: - Velázquez Padrón et al. (1987). La laurisilva. Estudio de Conservación forestal. Monografía Icona N. 46.

- Santos, A. (1979). Arboles de Canarias. Edirca.

- González Henríquez, M. et al. (1986). Flora del archipiélago canario. Edirca

2) **FUNCION ACUIFERA.**- No es necesario enfatizar la enorme importancia que representa el agua en Canarias, tanto para los ecosistemas como para el uso humano y la economía. Las lluvias tienen lugar de modo muy diferente según el tipo de isla y su orografía, variando desde cantidades inapreciables hasta más de 1000 mm. al año en las zonas de máxima pluviosidad, y teniendo a veces carácter torrencial; en todo caso, son muy escasas en algunas islas o zonas, constituyendo un factor limitante en muchos sentidos. Como veremos seguidamente, las funciones acuíferas de los bosques desempeñan un papel clave en el ciclo del agua que se traduce, en último término, en un incremento de la captación y de la infiltración, favoreciendo a los ecosistemas y aumentando la aportación a los acuíferos subterráneos. Veamos algunas de las subfunciones destacables:

a) Lluvia horizontal.- En los ecosistemas forestales hay un incremento del elemento agua; este incremento se produce, no por el aumento de las precipitaciones en forma de lluvia o nieve, salvo excepciones, sino por el aumento de la condensación (rocíos, escarchas, precipitaciones ocultas) y de la captación del agua de las nieblas. Este incremento de recursos es importante y, en determinadas situaciones, trascendente, y no puede dejar de considerarse sin producir serias distorsiones (López, 1984).

El régimen climático predominante en Canarias es el de

los vientos alisios, de carácter constante, procedentes del Noreste y con una frecuencia según algunos autores de un 90% en verano y hasta un 50% en el resto del año. El aire procedente del océano llega cargado de humedad y, debido al componente superior del alisio (a partir de los 1500 m.), seco y más cálido, se produce una inversión térmica que impide el desarrollo vertical de las nubes y las precipitaciones, al no poder enfriarse las nubes lo suficiente; se produce así una condensación de las nieblas por debajo de esa altitud, formándose el conocido "mar de nubes".

Las precipitaciones verticales son escasas en el régimen de alisios y sólo se producen prácticamente cuando dicho régimen es alterado principalmente en invierno por invasiones de aire marítimo polar la mayor parte de las veces. Sin embargo, los vientos alisios tienen una importancia hidrológica notable debido al fenómeno de precipitación horizontal o de niebla, que aumenta aún su importancia cuando se producen frentes marítimos polares. Las nubes, al ser arrastradas por el viento a través de obstáculos, depositan por contacto las gotitas de agua. Posteriormente, el conjunto de gotitas se transforma en una gota de mayor diámetro y cae al suelo por la acción de la gravedad. Para que se produzca el fenómeno es necesario pues, la existencia de obstáculos, por lo cual, en islas o zonas de altitudes inferiores a las del dominio del alisio (500-1500 m.), no se produce. Por otro

lado, en las islas más altas, la orografía impide el paso del alisio a las vertientes Sur, siendo el fenómeno exclusivo de las vertientes del Norte. Pues bien, los árboles son los principales obstáculos que causan la precipitación de niebla, ya que son lo suficientemente altos para destacar por encima de la capa de aire cercana al suelo, pobre en vientos y niebla. La forma del obstáculo y la fuerza de los vientos constituyen los factores más determinantes de la cuantía de la precipitación. Los bosques despejados con calveros entre los árboles grandes y aislados ofrecen los valores más altos de la precipitación de niebla. En los bosques cerrados la precipitación de niebla se produce casi exclusivamente en las partes del árbol que sobresalen del conjunto (Santana,1987).

Por otro lado, se atribuye la precipitación horizontal al depósito de agua por condensación del vapor atmosférico en la inmensa superficie que ofrecen las hojas lustrosas y frías de los árboles. (Henríquez et al.,1986). En todo caso, las experiencias de medición llevadas a cabo por varios autores demuestran que el agua recogida en zonas boscosas es, en muchas ocasiones, muy superior a la recogida a cielo abierto, barajándose cocientes medios entre ambos valores de 3 y más, es decir tres veces superior que la de cielo abierto. Kämmer (1974) habla de 2.500 mm. de incremento anual medio en las precipitaciones en zonas de lluvia horizontal. Este mismo autor sostiene que el pinar y la laurisilva no aprovechan estas

masas de agua, pues no constató diferencias notables entre áreas de laurisilva con este fenómeno y otras en las que apenas se daba. La influencia de la precipitación horizontal sobre la laurisilva viene determinada pues, por el alto grado de humedad que mantiene en el aire y no por el aporte hídrico en sí (Velázquez Padrón et al,1987). Esto explicaría la existencia de manantiales y cursos de agua permanentes, especialmente en la laurisilva, pues "la precipitación normal caída en zonas despejadas de arbolado no justifica los numerosos manantiales naturales que brotan en las laderas y barrancos de nuestros montes" (Santana, 1987).

Los datos de la tabla 1 no recogen experiencias efectuadas en las islas de Tenerife, La Palma, Gomera, El Hierro y Gran Canaria. Puede apreciarse la relativa regularidad de los cocientes para el pinar, debido a que por sus características es especialmente apropiado para la precipitación horizontal.

b) Amortiguación del impacto de la lluvia.- Como hemos dicho anteriormente, las lluvias en Canarias tienen muchas veces características torrenciales; cuando esto sucede en zonas desprovistas de vegetación, se producen importantes fenómenos de erosión. Esto es particularmente grave en las áreas de montaña, ya que si el suelo es lavado con ellas, se convierte generalmente en un fenómeno irreversible. Canarias

tiene una orografía accidentada y la principal causa de erosión es el agua ¹⁴. Cada vez que llueve con cierta intensidad los barrancos discurren hacia el mar cargados de sedimentos que tiñen de marrón las aguas en amplias zonas costeras.

El bosque juega un papel fundamental para evitar estos fenómenos erosivos, pues amortigua el impacto de la lluvia, que llega al suelo con muy poca energía cinética al ser frenada por las hojas de los árboles. Si a esto unimos la fijación del suelo por medio de las raíces, tenemos que prácticamente no se produce erosión en áreas forestales; cuanto más denso es el bosque menos impacto causa la lluvia. Por otro lado, el papel del sotobosque y del humus del suelo tiene gran importancia en esta función además de los propios árboles. Sirva como ejemplo que las primeras lluvias después de un incendio forestal provocan una importante erosión inmediata, debido en gran parte a la desaparición del sotobosque.

TABLA 1: COCIENTES LLUVIA HORIZONTAL/ABIERTA

Cociente	Tipo de monte	Autor	Año
4.8	laurisilva	Kammer	1974
1.2	laurisilva	Kammer	1974
< 1	laurisilva	Kammer	1974
3.15	pinar	Ceballos y Ortuño	1952
3.18	pinar	Ceballos y Ortuño	1952
3.4	pinar	Icona	1985

¹⁴Seminario sobre Erosión de Suelos en Ecosistemas Insulares. Colegio Oficial de Biólogos. Abril de 1991. No publicado.

1.76	sabinar	Icona	1985
3.7	laurisilva	Icona	1985
1.09	laurisilva	Icona	1985
0.86	laurisilva	Icona	1985
3.3	pinar	Icona	1985
0.8	laurisilva	Icona	1985
1.87	pinar	Icona	1985

=====

Fuente: Santana, L. (1987) "Estudio de las precipitaciones de niebla", Icona. No publicado.

c) Aumento de la infiltración.- La amortiguación del impacto de la lluvia que hemos tratado en el punto anterior, unida al fenómeno de lluvia horizontal, supone una aportación de agua al suelo en forma de suave goteo. Si a esto unimos un suelo muy receptivo por su textura, rico en humus, tanto para la laurisilva como para el pinar, y además, tenemos en cuenta la sombra proporcionada por los árboles, máxima en el caso de la laurisilva, que evita evaporaciones directas importantes, tenemos que todos estos factores se traducen en un gran incremento de la infiltración del agua, de vital importancia para el propio ecosistema como para la recarga del acuífero subterráneo.

d) Aumento del tiempo de permanencia del agua en el ciclo.- A través de los procesos anteriores de amortiguación del impacto de la lluvia, infiltración lenta del agua, disminución de la escorrentía, absorción del agua por los vegetales, etc. se produce una ralentización en el recorrido del agua que aumenta el tiempo de permanencia de ésta en el ciclo. La consecuencia de esto es un aumento a su vez de la

producción de biomasa del ecosistema (Machado,1986), con lo que el rendimiento del agua captada por éste es máximo.

e) Mejora en la calidad del agua.- La inexistencia de pérdidas de suelo por erosión bajo una cubierta forestal, y la transferencia a aguas de percolación de gran parte de la escorrentía superficial, producen la virtual desaparición de sedimentos en las aguas de los cauces que drenan los espacios forestales, con la consiguiente mejora de su calidad, aparte de otros beneficios fundamentales como la prolongación de la vida útil de los embalses de regulación a los que acceden estas aguas limpias.

Igualmente hay que considerar que los ecosistemas boscosos son los que introducen menores cargas de nutrientes, nitrógeno y fósforo, en las aguas que drenan. Esto implica una mejora importante en esas aguas, no solamente por evitar los conocidos problemas de eutrofización de embalses, sino también por los riesgos que se derivan, en el caso de los suministros de aguas potables, de la presencia de un exceso de nitratos, difícil de corregir en las plantas de tratamiento de aguas (López, 1984).

De las subfunciones consideradas, al menos la primera y tercera tienen, aparentemente, ciertas posibilidades de una valoración monetaria, ya que el objeto a valorar es muy claro:

el incremento de caudal de agua susceptible de aprovechamiento que es motivado por la existencia del bosque; por otro lado, existen precios para el agua. Sin embargo, estos dos puntos presentan sus respectivos problemas:

- El objeto a valorar, si bien parece claro, necesita, para una determinación precisa de su cuantía real, la existencia de una investigación concreta por parte de especialistas, no disponible actualmente. Por otro lado, existen distintas posturas científicas para varias de las cuestiones que atañen al tema del agua y los bosques, a veces enfrentadas. Esto nos ha obligado a tener que establecer los supuestos partiendo de la información disponible, lo que proporciona unos resultados cuestionables.

- Los precios existentes para el agua en Canarias son ficticios o muy subjetivos no incluyendo, en ningún caso, costes sociales, ecológicos ni de agotamiento, con lo que debe suponerse que estos precios son inferiores a lo que correspondería si se incluyesen dichos aspectos. Este tema tiene cierta complicación y volveremos más tarde sobre él, de todas formas, usaremos ciertos precios pero siendo conscientes de sus limitaciones.

La primera cuestión de debate importante es si el bosque incrementa o no la captación. Hemos de diferenciar aquí dos

temas, al precisar a qué nos referimos como incremento de captación:

1) Si a lo que nos referimos es al agua captada de la atmósfera, es claro que la existencia del bosque incrementa esta captación, al menos en las zonas afectadas por precipitación de niebla. Los diversos experimentos llevados a cabo así lo demuestran, aunque la magnitud de esta captación aún se discute y aunque ciertos autores como Michaeli (1972) le resten importancia o incluso la nieguen. Una de las causas que se atribuyen a esto es la falta de datos, pues la mayoría de zonas en donde se da este fenómeno son lugares de montaña donde la Organización Meteorológica Mundial y los constructores desaconsejan colocar los pluviómetros. Sin embargo datos de diversos lugares del Planeta confirman su importancia: las precipitaciones de niebla pueden alcanzar los 4.176 mm. en Serra Malagueta, Santiago, en el archipiélago de Cabo Verde, a 900 metros de altura y 1.354 mm. en la Montaña de la Mesa (1.086 m. de altura) en África del Sur, sobre la ciudad El Cabo (Santos et al., 1993).

Por otra parte, la condensación es otro fenómeno a tener en cuenta en el incremento de captación (precipitación de rocío), aunque este tema sí es desconocido y aún más polémico.

2) Si lo que se busca es la cantidad real que se infiltra hacia el acuífero o produce escorrentía (ambos caudales aprovechables finalmente por el hombre), el tema no está tan claro, porque el ecosistema forestal consume parte del agua que recibe cuando no es maduro, mientras que en ecosistemas maduros no habría consumo del exterior, ya que todo se produce y se consume en el propio ecosistema, aplicándose este principio también al agua ¹⁵. Por otro lado, la evapotranspiración es menor en las zonas forestales que en las áreas descubiertas. En las salidas por cambio de estado líquido a vapor en el bosque hay una drástica reducción en la vaporización directa del agua del suelo que, en líneas generales, compensa el incremento de la transpiración y la evaporación del agua retenida por intercepción (López, 1984). El balance final en los ecosistemas que estudiamos necesitaría de estudios específicos para obtener datos fiables. En algunos países se han llevado a cabo estudios de balances energéticos, de materiales e hídricos en bosques (Gosz et al., 1998), (Escarré et al., 1984), por medio de cerramiento de cuencas. En Canarias sería muy interesante un estudio de este tipo, dada la importancia de estas funciones en un contexto insular, aunque parece existir cierta problemática debida a la alta permeabilidad de los suelos.

Podemos partir de un hecho claro, el bosque actúa como

¹⁵Fernández-Palacios, J.M. Departamento de Ecología de la Universidad de La Laguna (Comunicación personal).

regulador de forma que capta y retiene el agua que necesita para su mantenimiento, como mínimo. Esto supone un primer beneficio importante: la propia supervivencia del bosque y por tanto el mantenimiento de las demás funciones asociadas. Antes de continuar, veamos, de forma resumida, el ciclo del agua en los bosques; la fórmula general de la figura 13 explica el proceso de captación de agua y su destino. En los orígenes tenemos la lluvia normal o abierta, la lluvia horizontal o de nieblas que se produce de manera abundante en presencia de árboles y la condensación, fenómeno asociado a los ecosistemas como la laurisilva, donde adquiere especial importancia. Toda el agua que se recibe de las fuentes anteriores o bien se infiltra directamente, proceso que favorece el humus del bosque y su sombra, o bien produce escorrentía superficial una parte de la cual a su vez se evapora o se infiltra, o bien se produce la evapotranspiración, término que engloba la evaporación directa hacia la atmósfera por la acción del sol y la transpiración de las plantas a través de las hojas. Finalmente, el destino final del agua es el uso como recurso por el hombre, bien del agua infiltrada o bien de la escorrentía superficial y, por otro lado, es aprovechada en parte por el propio ecosistema forestal. El resto del agua va al mar o a la atmósfera. Según la fórmula anterior, veamos más concretamente cuáles son los temas objeto de discusión:

- 1) Lluvia horizontal o precipitación de niebla.-

Históricamente siempre se ha asociado el bosque con el agua, desde el mítico Garoé de El Hierro hasta la actualidad, perdurando esta idea en la mentalidad popular, e incluso en las prácticas actuales que se conservan de forma especial en el entorno del propio Garoé.

FIGURA 13: EL CICLO DEL AGUA

ORIGENES	DESTINOS PRIMARIOS	DESTINOS FINALES
LLUVIA ABIERTA	INFILTRACION	HOMBRE (RECURSO)
+	+	
LLUVIA HORIZONTAL	EVAPOTRANSPIRACION	ANIMALES, PLANTAS
+	+	
CONDENSACION	ESCORRENTIA	MAR, ATMOSFERA

Adaptada de: "El agua en el Hierro". Resumen del Avance del Plan Hidrológico.

Desde los primeros estudios de medición se ha producido en los últimos años una difusión de esta idea a nivel de enciclopedias y libros de carácter más o menos técnico o divulgativo. Contrasta con esto la postura de cierto tipo de científicos (hidrólogos, ingenieros) que niega la importancia del fenómeno ¹⁶, aunque las razones que aducen para ello es el poco peso que representaría con respecto a la captación total de agua debido a lo reducido de la superficie afectada con respecto a la superficie total de la isla en cuestión; de este modo, dejan de lado el tema pero sin medirlo realmente; es lo que Funtowicz y Ravetz sostienen sobre negar la incertidumbre en lugar de manejarla. Lo que sí está claro es que los experimentos realizados por varios autores demostraron la existencia de captación de agua en días sin lluvia, lo que

¹⁶Estudios como el Spa-15, por ejemplo, descartan abiertamente la cuestión.

demuestra la existencia del fenómeno.

Si unimos a ésto la coherencia que podemos ver en los resultados obtenidos, podemos tomar como aceptable una cifra aproximada de cociente lluvia horizontal/abierta de 3, para las zonas afectadas por la primera. Por otro lado, podemos considerar que no existen diferencias importantes entre la laurisilva y fayal-brezal con respecto al tipo de pinar que se da en esas zonas, según los mismos estudios.

2) Condensación o precipitación de rocío.- Poco podemos decir de un fenómeno tan poco estudiado, al menos en los montes. Existe algún experimento pero para zonas deforestadas ¹⁷ donde se dice que la evapotranspiración consume la totalidad del rocío con lo que no habría aporte al acuífero, pero no se puede decir lo mismo en el caso de los bosques.

3) Evapotranspiración.- Si observamos, en primer lugar, la Tabla 2, podemos ver, para las diferentes islas, la cuantía media de la evapotranspiración, en tanto por ciento sobre la pluviosidad media. Según estos datos, podemos asociar unos porcentajes de evapotranspiración menores para las islas con bosques, frente a los porcentajes más altos para las islas deforestadas. Incluso podríamos equiparar los porcentajes de

¹⁷Proyecto Fontanales, Gran Canaria. Spa-15.

Fuerteventura y Lanzarote, muy similares, a los de una zona deforestada, en general, es decir, en torno al 90% del total de agua recibida. No hay que olvidar, por otro lado, que los datos del cuadro, para el caso de las islas con montes, no significa que sean aplicables a las zonas forestales, al tratarse de medias para la totalidad de la superficie de cada isla.

TABLA 2: EVAPOTRANSPIRACION POR ISLAS

ISLA	EVAPOTRANSP. (Hm3/año)	% SOBRE PLUVIOSIDAD
Gran Canaria	374	65
Fuerteventura	217	90
Lanzarote	99	89
Tenerife	531	57
La Palma	236	49
Gomera	122	66
Hierro	84	78

===== Fuente: Spa-15. y elaboración propia =====

En este sentido, parece fuera de duda que la evaporación, dentro de cada isla es menor en las zonas cubiertas de bosque que en las zonas deforestadas, aunque la influencia del tipo de clima en este hecho debería tenerse también en cuenta. Comparando los mapas de los Planes Hidrológicos de La Palma, El Hierro y La Gomera (el de ésta última aún no disponible), en proceso de elaboración actualmente, puede apreciarse la

cuantía de la evapotranspiración para las zonas forestales, siendo muy inferior a las de las zonas más bajas. Por otro lado, los estudios de cerramiento de cuencas a que nos referimos anteriormente, muestran, para unos 40 casos diferentes, que la evapotranspiración, en la mayoría de los ecosistemas forestales, es inferior al 50 % (Escarré et al.,1984), lo que contrasta con la cifra del 90 % para zonas deforestadas que vimos anteriormente.

4) Infiltración.- No hay estudios realizados sobre la cantidad real que se infiltra finalmente al acuífero en zonas forestales. Si hemos visto que la captación es mayor y la evapotranspiración menor en una zona forestal en relación con una desforestada, la infiltración tendría que ser mayor de no ser porque el ecosistema consume agua también. La cuantía de este consumo no es conocida para el caso de los ecosistemas que estudiamos.

En resumen, tenemos que al comparar una zona cubierta de bosques como los que estudiamos con una zona deforestada, existe un incremento de la captación de agua de la atmósfera en las zonas afectadas por precipitación de niebla, en torno al triple de la cantidad de agua de la lluvia abierta, a lo que se une una disminución de la evaporación para toda la superficie forestal de aproximadamente un 50% del agua recibida.

Por otro lado, sin embargo, el ecosistema consume una parte del agua que recibe para su mantenimiento, cuya cuantía desconocemos. La única referencia que conocemos al respecto es la de Kämmer (1974), que supone, para el caso de la laurisilva y el pinar, que éstos no aprovechan en absoluto las masas de agua procedentes de la lluvia horizontal, pues dicho autor no constató diferencias notables entre áreas de laurisilva donde ocurre este fenómeno y otras donde apenas se daba (Velázquez Padrón et al., 1985). A esto podemos unir lo dicho sobre los ecosistemas maduros, donde no hay consumo externo de agua, aplicable a ciertas zonas de los bosques que estudiamos. En estas condiciones, vamos a centrarnos entonces en la lluvia horizontal, dejando de lado la reducción de la evaporación al no poder determinar qué parte de esta reducción es aprovechada por el ecosistema. De esta forma, independientemente de cuál sea el consumo de agua del mismo quedaría asegurado por esta reducción de la evaporación que propicia (microclima). Este supuesto es el principal a tener en cuenta a la hora de considerar el carácter experimental e ilustrativo del proceso que estamos siguiendo, ya que sin datos reales y definitivos sobre lo que realmente se infiltra al acuífero, no existe rigor en los resultados que siguen.

Vamos a calcular, aproximadamente, el incremento en la captación que es debido a la lluvia horizontal en Canarias.

Sólo conocemos un estudio ¹⁸ que ha evaluado la captación extra producida por el fenómeno, para el caso de La Gomera, el cual aprovecharemos aquí, descontando luego la evapotranspiración correspondiente; para las demás islas con bosques utilizaremos otra metodología basada en lo que vimos anteriormente. Finalmente, hemos tenido que dejar fuera el caso de Gran Canaria por no haber estudios sobre la precipitación de niebla para esta isla. Los pasos metodológicos a seguir fueron los siguientes:

1) Según los mapas de las zonas de precipitación de niebla (Santana,1987) y mapas generales geográficos, se estimó la superficie afectada en Hectáreas para las islas de La Palma, Tenerife y El Hierro (Tabla 3).

2) Con mapas pluviométricos diversos se calculó la precipitación media anual para las zonas anteriores.

3) Utilizando mapas de evapotranspiración (Planes Hidrológicos de La Palma y El Hierro) se estimó la evapotranspiración media en las zonas estudiadas para estas dos islas.

4) Combinando los datos del punto 3 con los datos

¹⁸Santana, L. : Estudio pluviométrico de la isla de La Gomera.

generales de evapotranspiración dados en la Tabla 1 anterior, se estimaron las cifras aproximadas de evapotranspiración media de las zonas correspondientes a las islas de Tenerife y La Gomera.

5) Tomando como supuesto el cociente lluvia horizontal/lluvia abierta de 3, se calculó el incremento de captación de agua para la Palma, Tenerife y El Hierro, tomando por válido el incremento calculado para la Gomera en el estudio antes citado.

6) De los datos así obtenidos, se restó la evapotranspiración correspondiente calculada en base a los datos de los puntos 3 y 4, obteniendo las cifras finales de incremento de caudal de agua disponible para las cuatro islas debida a la lluvia horizontal (Tabla 4).

TABLA 3: ZONAS AFECTADAS POR LLUVIA HORIZONTAL

ISLA	ZONAS, SUPERFICIE (Has.)	PLUVIOSIDAD MEDIA (mm./año)
Tenerife...	Tigaiga 200	900
...	N. Cord. dorsal 1500	1000
...	Teno alto 700	850
...	Cumbres Anaga 1500	900
La Palma...	Noreste 2600	1000
...	Cumbre vieja, Bejenao 900	900
...	Cumbre nueva 800	600
El Hierro..	Norte pinares 850	600

FUENTE: Santana, L., MOPU-Gobierno de Canarias
y Elaboración Propia.

TABLA 4: INCREMENTO DE CAPTACION POR LLUVIA HORIZONTAL

ISLA	INCREMENTO (Hm3/año)	EVAPOTRANS. % s/lluvia	INCREMENTO REAL (Hm3/año)
Tenerife.....	72,5	35	47,2
La Palma.....	77,8	32,7	52,4
Gomera.....	21,7	37	13,7
El Hierro....	10,5	40	6,3
Total			119,6

FUENTE: Elaboración propia

Para ver la importancia relativa que tienen los aportes

anteriores, vamos a compararlos con las cantidades de lluvia abierta que reciben las islas en su totalidad, es decir, en toda su superficie, incluyendo las zonas de monte y las deforestadas (Tabla 5). Según las cifras obtenidas, la precipitación de niebla tiene un peso importante en el aporte hídrico de las islas, con cifras algo superiores al 20% de la cifra correspondiente al total de la precipitación de lluvia abierta. De aquí se deduce la importancia que tiene conservar los bosques existentes en estas zonas y de reforestar las mismas en los casos en que sea necesario (por ejemplo en Gran Canaria).

Si aceptamos los datos anteriores, podríamos intentar la valoración de este tipo de beneficio aportado por los bosques, que sería directa: multiplicar el volumen de agua por el precio de ésta. Antes de este paso, sin embargo, hay que aclarar una serie cuestiones. El problema no es que coexistan distintos precios, pues se podría tomar un promedio; la verdadera limitación es el precio del agua en sí. Si partimos de que el agua es un recurso renovable y, por tanto, susceptible de ser usado de forma sostenible, hay que considerar que los instrumentos que pueden garantizar una gestión de este tipo se refieren a cantidades máximas de extracción, métodos de extracción, etc, mientras que, por diversos motivos que no podemos desarrollar aquí, el precio del agua no se relaciona con estas cuestiones, llevando con toda probabilidad a otro tipo de gestión diferente, tal como

puede apreciarse actualmente. Quedaría pendiente el papel del precio en la distribución del agua extraída, punto discutible al existir alternativas como la planificación en un recurso con las características específicas del agua.

TABLA 5: IMPORTANCIA RELATIVA DE LA PRECIPITACION DE NIEBLA

ISLA	LLUVIA (- EVAPOT.) (Hm3/año)	PREC. NIEBLA (Hm3/año)	COCIENTE (%)
Tenerife.....	202	47,2	23
La Palma.....	244	52,4	21
Gomera.....	63	13,7	22
El Hierro.....	24	6,3	26

FUENTE: Spa-15 y Elaboración propia

Las cuestiones serían si podemos tomar algún precio y, en su caso, qué precio elegir. La elección del precio nos ha parecido que sería algo más correcta si tomamos el coste del agua de mar desalinizada en potabilizadoras, ya que éste es el precio mínimo que debería tener el agua cuando la demanda superase el uso sostenible, es decir, la recarga natural anual, debiéndose entonces recurrir al uso de las potabilizadoras. El precio medio del agua procedente de las potabilizadoras de Las Palmas se situaría siempre por encima de las 175 Pts./m³ en datos del año 1992, (Torres, M. y Betancor, J., 1992) precio este que podría considerarse mínimo

(coste de producción). Sin embargo, incluso el coste de producción que tomamos es un coste promedio entre diferentes técnicas y está distorsionado por baremos de tipo legal, sin base científica clara. Esto debe ser tenido en cuenta a la hora de relativizar los resultados que siguen. Si multiplicamos ahora el incremento de captación de agua debido los bosques por el precio anterior, tendríamos unos beneficios anuales para toda Canarias de:

$$\begin{aligned} \text{BENEFICIO ANUAL} &= 119,6 \text{ Millones m}^3 \times 175 \text{ pts/m}^3 = \\ &= 20.930 \text{ Millones pts} \end{aligned}$$

Veamos ahora una tabla resumen final por islas:

TABLA 6: BENEFICIOS INCREMENTO CAPTACION AGUA POR ISLAS

ISLA	INCR. CAPTACION (Hm ³ /año)	BENEFICIOS (mill.pts/año)
Tenerife	47,2	8.260
La Palma	52,4	9.170
Gomera	13,7	2.397,5
Hierro	6,3	1.102,5
TOTAL	119,2	20.930

=====

FUENTE: Elaboración propia.

3) FUNCION EDAFICA.- El suelo es un recurso básico e insustituible, pues permite el asentamiento y desarrollo de las

comunidades vegetales y, por tanto de las animales, además de ser utilizado por el hombre para actividades agrícolas y ganaderas. El suelo se forma y también se pierde; lo ideal sería que existiera un equilibrio entre ambos flujos, situación original posiblemente de los ecosistemas no alterados. Nos encontramos muy lejos hoy de esa situación que, de hecho debería ser el marco de referencia en lo que atañe a este importante recurso. Pues bien, el bosque tiene un enorme peso en el proceso de formación y conservación del suelo, además de otras funciones relacionadas que trataremos a continuación.

a) Formación del suelo.- Comenzaremos por decir que "en Canarias, el suelo disponible es el que hay, y no más. Aquí no existen ríos que arrastren sedimentos desde lejanas montañas, ni los aportes eólicos que nos llegan de Africa son de envergadura como para ser tenidos en consideración. Un centímetro de suelo tarda en formarse, por lo general, entre 200 y 400 años, de manera que el suelo que se pierde es, a efectos prácticos, irrecuperable, y con él, la capacidad de producción" (Machado,1986). Vemos pues, en primer lugar, que la formación de los suelos es un proceso lento. Por otro lado, tanto la laurisilva como el pinar juegan un importante papel en la formación de sus respectivos suelos, de características diferentes. En el caso del pinar, poco exigente en cuanto a las condiciones para su asentamiento, éste se convierte en un

tipo de bosque especialmente indicado para la colonización de terrenos volcánicos, superadas unas condiciones mínimas de altitud y pluviosidad, principalmente, creando así suelos que luego pueden ser además aprovechados por otras especies. Por su parte, la laurisilva "al mantener constantemente durante todo el año la humedad edáfica acelera los procesos de pedogénesis, es decir, alteración física y química de la roca, etc." (Velázquez Padrón et al., 1987).

b) Fijación del suelo, agua y nutrientes.- Toda la vegetación, en general, retiene el suelo en un mayor o menor grado mediante las raíces principalmente, unido a la amortiguación de los agentes erosivos (agua, viento, etc.). En el caso del bosque, estos efectos protectores se potencian. No puede considerarse una casualidad que se citen datos de un 50 % y más de superficie afectada por erosión en las Islas Orientales, desprovistas de bosques totalmente o con bosques muy escasos, mientras que en las Islas Occidentales, las cifras son de un 20 a un 30% ¹⁹.

Experimentos realizados recientemente por el Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna para la zona de Ravelo, en el Norte de Tenerife son ilustrativos al comparar la

¹⁹Seminario sobre Erosión de Suelos en Ecosistemas Insulares. Colegio Oficial de Biólogos. La Laguna, Abril de 1990. No publicado.

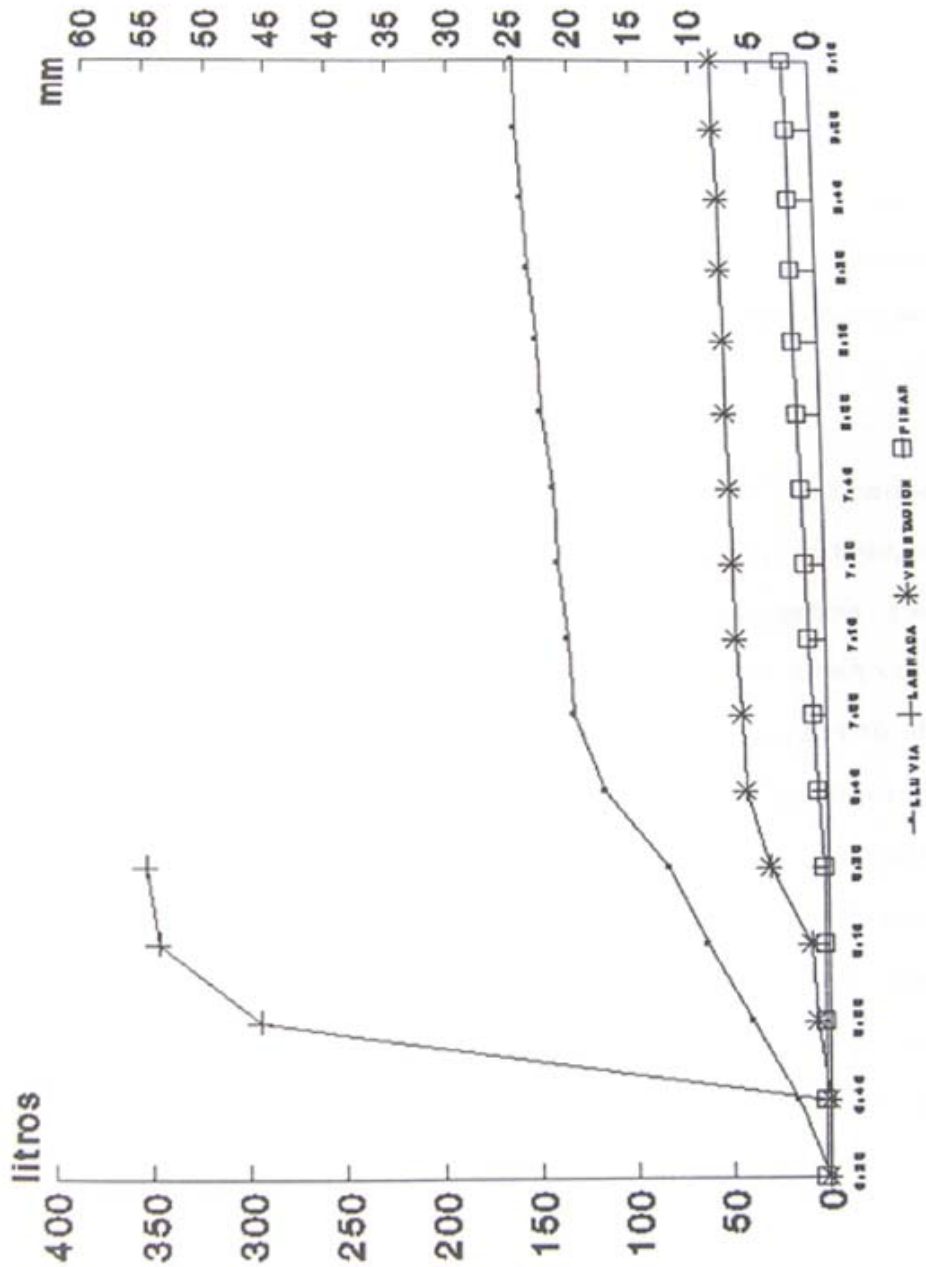
escorrentía en litros (fig. 11) para tres parcelas próximas: labrada sin vegetación, con vegetación de matorral y pinar en un episodio lluvioso. Se puede observar en el eje horizontal, que mide el tiempo, cómo la zona desprovista de vegetación registra una gran escorrentía en apenas 10 minutos de lluvia, en los demás casos, y especialmente en el bosque, la escorrentía es mucho menor y tarda más tiempo en producirse.

Por otro lado, los árboles también mantienen la riqueza en nutrientes al bombear con sus raíces las sustancias alimenticias, las cuales serán depositadas en sus tejidos y hojas para caer posteriormente sobre la superficie del suelo, evitando que dichas sustancias sean lavadas por el agua que percola. Gran importancia cobra también en Canarias la protección contra la erosión de los suelos que ejerce el bosque en zonas de elevada pendiente (Velázquez Padrón et al., 1987).

Finalmente, hay que destacar la capacidad de retención de agua que tienen los suelos forestales. En el caso de la laurisilva, el agua almacenada en el suelo y las especiales condiciones de humedad constante de este ecosistema son tales que permiten un crecimiento continuo de sus especies sin la diferencia típica en otros casos entre verano e invierno.

FIGURA 14: COMPARACION DE ESCORRENTIAS

**MUESTREO 16 MARZO 1993
RAVELO**



c) Fertilización del suelo.- Podemos considerar que, en
220

general, cada ecosistema forestal produce por sí mismo lo que necesita, es decir, referido a la fertilización del suelo, cada cual tiene su propio sistema de aportar los nutrientes apropiados a sus necesidades, de forma que "una situación climática con respecto a la vegetación se corresponde con una situación clímax del suelo (pedoclímax) y, cuando ésta se altera, posiblemente también quede modificada la situación vegetacional óptima" (González Henríquez et al., 1986).

En este sentido, la laurisilva, más exigente, necesitará y producirá un tipo de suelo más rico, mientras que el pinar, menos exigente, creará un suelo menos rico que el anterior. Ambos tipos de bosque, no obstante, cumplen una misión primordial a nivel de fertilización del suelo ya que, en el caso del pinar, ésta se produce de manera importante en lugares donde tal vez sea el único bosque posible, dadas las condiciones climáticas. Para el caso de la laurisilva, tal vez puede asimilarse en parte a lo que ocurre en los bosques tropicales, donde el suelo es pobre y está muy lavado, con lo que el papel del mantillo que produce el propio bosque es fundamental para el mantenimiento del mismo. (González Henríquez et al., 1987).

Las funciones anteriores son muy difíciles de valorar de una forma más o menos razonable. Realmente, deberíamos limitarnos a reconocer su gran importancia, dejando de lado

las valoraciones monetarias, pues nos tropezamos de nuevo con las limitaciones que apuntamos para el caso de las funciones acuíferas, pero con carácter mucho más grave. En concreto, la primera limitación era la falta de investigaciones específicas sobre el objeto a valorar; en este caso, la carencia de datos suficientes nos obligará de nuevo a partir de unos supuestos basados en cifras muy generales o puntuales pero dudosamente extrapolables que suponen un grado de arbitrariedad importante. En segundo lugar, el otro problema apuntado, el carácter ficticio de los precios, es, en este caso, nuestra principal limitación.

Como veremos, el precio del suelo es ridículo, siendo a veces inexistente, lo que refleja un sistema de valoración irreal para un activo de la importancia del suelo. No obstante, a pesar de estos dos grandes obstáculos, llegaremos a cifras monetarias que, desde ahora, sabemos que deben tomarse como ilustrativas, con todas las reservas y teniendo en cuenta que la verdadera importancia de esta función es que es básica para el mantenimiento del propio ecosistema y que es susceptible de originar procesos irreversibles si no se garantiza su mantenimiento. Para poder garantizar el mantenimiento de las funciones edáficas en condiciones que permitan el desarrollo de ecosistemas forestales como los que estudiamos, es preciso que la tasa de pérdida de suelo no supere a la de formación de suelo. Es difícil evaluar la tasa

de formación de suelo, que depende de muchos factores; a nivel general, "se suelen dar valores de 25 mm. en 30 años (12,5 Tm/ha/año) para suelos sometidos a cierta alteración, aireación y lixiviación." (Rodríguez Rodríguez y Padrón Padrón,1991). Por otro lado, hay que diferenciar, según los mismos autores, entre erosión natural y erosión acelerada o inducida por el hombre, siendo esta última la realmente peligrosa para los ecosistemas. En el caso del monte, la erosión acelerada se originaría por ciertos aprovechamientos, incendios, etc. En general, puede pensarse en los bosques como grandes protectores contra la erosión, siempre que se respeten sus condiciones naturales.

Otra cuestión a tener en cuenta es que, tanto la formación como la pérdida de suelo, varían con ciertos factores según la zona, destacando, para el caso de la formación, el material de origen (por ej. mayor facilidad en los suelos volcánicos), la topografía (mayor dificultad en las pendientes), el clima y la vegetación (un clima húmedo permite una vegetación que favorece la formación). Asimismo, tampoco son iguales en este sentido los distintos tipos de bosque, e incluso, dentro de un tipo pueden haber variantes importantes, como es el caso del pinar, donde hay distintas comunidades vegetales, distintas condiciones geológicas, climáticas, etc. que se traducen en diferentes comportamientos del ecosistema con respecto al suelo. En general, según experiencias realizadas por el

Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna, tendríamos que diferenciar entre:

a) Laurisilva y fayal-brezal.- Estos ecosistemas presentan siempre un incremento neto de suelo, es decir, prevalece la formación de suelo sobre la pérdida.

b) Pinar.- Existe un incremento (aunque menor) siempre que exista un sustrato vegetal no arbóreo y/o suficiente materia orgánica en el suelo (pinocha). En casos donde no haya sotobosque o haya insuficiente materia orgánica, se pueden producir pérdidas netas de suelo, debido a la erosión de "splash"²⁰. Piénsese que, al menos en el caso de la pinocha, si el hombre no interviniera siempre habría suficiente como para evitar esa posible pérdida de suelo.

Tenemos entonces una primera conclusión: En los dos ecosistemas predomina, en estado natural, la formación de suelo sobre la pérdida, como cabría esperar (puesto que los ecosistemas se mantienen a sí mismos). Sólo pues debido a alteraciones diversas por intervenciones humanas pueden originarse procesos de pérdida neta de suelo de mayor o menor medida, especialmente en el caso del pinar.

²⁰Los árboles concentran la lluvia fina o la niebla, aumentando la dimensión de las gotas que caen al suelo, favoreciendo la erosión por goteo.

Ya en términos más concretos, tenemos dos ejemplos de lo anterior basados en experimentos realizados en El Hierro (Padrón, 1988):

1) Comparación entre un suelo cubierto de fayal-brezal (asimilable a laurisilva en cuanto a suelo) y una zona contigua deforestada:

Bosque de fayal-brezal	Zona deforestada contigua
Ganancia neta:	Pérdida neta:
3,3 mm/año (25 Tm/ha/año)	8,3 mm/año (75 Tm/ha/año)

2) Comparación entre una zona natural sin vegetación arbórea (tomillar disperso) y la zona adyacente, repoblada con pino canario, sin sustrato vegetal ni materia orgánica:

Tomillar disperso	Pinar canario repoblado
Pérdidas y ganancias alternadas	Pérdida neta:
	1,6 mm/año (13 Tm/ha/año)

En resumen, hemos de resaltar la gran importancia que, respecto a la formación y conservación del suelo tienen los ecosistemas que estudiamos. El caso especial de la laurisilva destaca por su elevada tasa de formación, aunque debemos recordar que el pinar tiene la cualidad especial de propiciar la formación de suelos en lugares de condiciones pobres, difíciles de aprovechar por otras especies arbóreas.

La falta de suficientes datos a que la que aludimos al principio de este apartado se refiere a la cuestión de extrapolar los datos anteriores a los ecosistemas en su conjunto. Según lo que hemos visto, no hay uniformidad en los factores presentes en cada zona, ni tampoco en cada ecosistema, especialmente en el pinar. Un intento generalizador debería centrarse, en todo caso, en la laurisilva, considerando que las diferencias climáticas, de vegetación, etc., dentro de este ecosistema no son demasiado importantes en cuanto al suelo (aunque esto es discutible). Aún así, extrapolar los datos de un sólo experimento a la globalidad de Canarias es muy poco prudente; por lo tanto, los datos que se presentan a continuación son sólo referenciales.

Extensión de la laurisilva en Canarias: 19.000 Has.

Formación de suelo:

$$25 \text{ Tm/ha/año} \times 19.000 \text{ has.} = 475.000 \text{ Tm/año}$$

Control de la erosión (pérdida de suelo evitada):

$$75 \text{ Tm/ha/año} \times 19.000 \text{ has.} = 1.425.000 \text{ Tm/año}$$

Realmente, las cifras anteriores ayudan a captar la importancia de esta función de los ecosistemas forestales, habida cuenta de la importancia del suelo para la vida y de las importantes consecuencias de la erosión. Los datos anteriores serían equivalentes, para dar una idea, a la creación anual de 158 Has. de tierra cultivable con una profundidad de 30 cms. y a evitar, anualmente, la pérdida de 475 Has. de tierra con la misma profundidad. Para no repetir demasiado, el lector puede juzgar por sí mismo la validez de las cifras monetarias que se darán a continuación. El segundo paso y último sería multiplicar las cantidades anteriores por el precio del suelo. Según consultas realizadas en Tenerife, isla donde es corriente el trasvase de suelo fértil con el objetivo principal de preparar fincas para el cultivo de productos tropicales en el Sur de la isla, el precio de un camión de tierra de 12 Tm. (aparte del transporte) es de unas 6.000 pts.; si bien, se dan casos donde no se paga nada por la tierra, sino sólo por su traslado. Es claro que un precio tan bajo e incluso nulo no incorpora la escasez, ni los costes ecológicos

asociados a su pérdida en el lugar de origen ni mucho menos los de su agotamiento en zonas donde no es renovable (irreversibilidad).

La conclusión es que la cifra que presentamos a continuación es, desde cualquier perspectiva, insignificante en comparación con la importancia real de esta función. De todas formas, esto mismo es, en sí, un resultado de la investigación que nos ocupa. Si, por simplificar, hacemos equivalente la T_m al m^3 , tendríamos entonces un precio de unas 500 pts/ m^3 , de donde:

Beneficio formación de suelo:

$$475.000 \text{ m}^3/\text{año} \times 500 \text{ pts}/\text{m}^3 = 237,5 \text{ mill. Pts./año}$$

Beneficio control erosión:

$$1.425,000 \text{ m}^3/\text{año} \times 500 \text{ pts}/\text{m}^3 = 712,5 \text{ mill. Pts./año}$$

BENEFICIO TOTAL (sólo laurisilva) = 950 millones pts./año ---

Recordamos para terminar que si evaluásemos los daños concretos de los efectos asociados a la erosión, obtendríamos una cifra importante a sumar a estas dos obtenidas. De entre estos efectos, habría que destacar el relleno de embalses por materiales arrastrados por las lluvias, destrucción de carreteras, caminos, fincas de cultivo, etc. Nuevamente nos encontramos con falta de estudios específicos sobre este tema, por lo que no podemos ofrecer una evaluación de estos efectos de la erosión. Por otro lado, no sabemos el peso exacto que tendrían los bosques como controladores de los mismos, aunque no se escapa la relación directa que tienen con el fenómeno, como ya apuntamos anteriormente, la provincia de Las Palmas de Gran Canaria, pobre en bosques, se encuentra por encima del 50% de su territorio afectada de erosión, frente a un 20-30% la de Santa Cruz, con mayor extensión forestal.

El caso del aterramiento de embalses tiene gran

importancia en Gran Canaria, con un 84% de la capacidad de embalse de Canarias, donde aproximadamente un 20% del agua que se consume procede de los mismos (Quirantes, 1981). El aterramiento es de carácter acumulativo, supone una disminución del caudal almacenable en casos de lluvias importantes que requieran de la máxima capacidad del embalse, perdiéndose, en ese caso, un volumen equivalente al del aterramiento, lo que significa un coste determinado; en último término, se hace necesario el vaciado del mismo de cara a su limpieza, con lo que se incurren en costes importantes, a los que hay que sumar el uso que se pierde del agua embalsada mientras duran los trabajos (Quirantes, 1981). Sirvan de ejemplo las cifras siguientes ²¹ :

- El embalse de Cueva de Las Niñas recibió 20.000 m³ de sedimentos en 10 años. La capacidad total del embalse es de 5,18 millones de m³.

- La presa de Siverio recibió 8.000 m³ de materiales erosivos en un solo episodio lluvioso. La capacidad total de la presa es de 4 millones de m³.

²¹Guerra, J.L. Comunicación personal.

Estas dos presas son de las mayores de la isla, en presas de menor capacidad, el efecto del aterramiento se agravaría.

4) FUNCIONES PRODUCTIVAS.- El aprovechamiento de los productos forestales ha pasado por fases muy diferentes a través de la historia en Canarias. Sin analizar estos distintos períodos históricos, lo que se saldría del propósito de este trabajo, simplemente diremos que el bosque se ha sobreexplotado, y la prueba de ello es la reducida extensión que ocupa en relación con la original, en especial en algunas islas como Gran Canaria.

Muchos de los usos del bosque han ido desapareciendo o bien se desarrollan en proporciones mínimas. La política de protección de los mismos, cada vez más estricta, hace que su mayor enemigo actual sea el fuego, no suficientemente controlado aún. Sin embargo, no olvidemos que un uso racional, sostenible del bosque no sólo no atenta a su conservación, sino que ayuda a ésta, al aumentar el interés por la misma. En este sentido, lo que se necesita es una buena ordenación de los distintos aprovechamientos de los que es susceptible el bosque, de forma se garantice su conservación como ecosistema. Los aprovechamientos que merecen destacarse hoy, aunque en conjunto no sean cuantitativamente importantes, se detallan a continuación:

a) Productos forestales diversos.- De entre los distintos productos forestales que se han aprovechado hasta fechas recientes o se aprovechan actualmente con más o menos intensidad, destacan:

- La madera.- El uso directo de la madera tuvo en el pasado una importancia muy grande, con diversos destinos finales (material de construcción, muebles, aperos y utensilios agrícolas, leña, elaboración de carbón, brea, etc.). Hoy se ve muy reducido y sometido a control. De los distintos usos históricos de la madera, subsisten algunos a pequeña escala debido a la protección las cortas de pinos para serrerías y las de varas de frondosas (más bien en el fayal-brezal) en algunas zonas para la elaboración de horquetas y otros materiales de uso en la agricultura principalmente y, en menor medida, en la artesanía.

Los demás usos directos tienen menos importancia, siendo su carácter más bien testimonial (elaboración de carbón, leña para cocinar, etc.). En definitiva, la función de bosque como productor de madera no tiene, en el momento actual, gran importancia en Canarias, importándose la mayoría de la madera.

- La pinocha o pinillo.- Son las hojas de pino secas, que se han utilizado y se utilizan aún, aunque en menor cantidad que hace unas pocas décadas, donde tuvieron una importancia

económica muy elevada, del orden de dos a tres veces superior a todos los demás productos forestales juntos, incluyendo la madera (Parsons,1981). Los principales usos consistían en material de embalaje y acolchado de las cajas de plátanos para exportación, principalmente y como cama para el ganado y abono de las tierras. La recogida de pinocha se encuentra hoy, al igual que el corte de madera, bastante controlada. Por otro lado, en zonas de monteverde se utilizan ramas y hojas de frondosas para alimento y cama del ganado.

- Las frutas.- Los distintas frutas que proporciona el bosque no han sido nunca utilizadas en su totalidad. Se han consumido algunos frutos como alimento, variando según la época histórica. Al menos se conoce que se hayan utilizado con este propósito, los siguientes productos comestibles:

- Bicacarero(frutas)
- Tacorontilla (raíces, semillas)
- Mocán (frutas)
- Berros (planta entera)
- Faya (frutas)
- Zarzas (frutas)
- Setas y Hongos
- Helechos (raíces)

Además de las anteriores, son comestibles, aunque no se hayan usado con este fin, al menos:

- Marmolán (frutas)
- Barbusano (frutas)
- Aderno (frutas)
- Gibalbera (frutas)
- Delfino (frutas)
- Norza (frutas)
- Saúco (frutas)

b) Plantas medicinales y de otros usos.- Hemos considerado este uso por separado dada su importancia en la cultura popular canaria. El uso de las diversas especies, principalmente herbáceas, con fines medicinales tiene aún una gran importancia en Canarias, cultivándose en las propias huertas o jardines familiares recolectándose en estado salvaje. De las originarias de los bosques que estudiamos, podemos citar, al menos las siguientes, contenidas en el Cuadro 6. Igual que las frutas, la variedad es grande y sus potencialidades aún no se han agotado. Además del uso medicinal, tenemos otros diferentes para las especies forestales, como por ejemplo el culinario (laurel, tomillo, etc.), como tinte natural, con fines decorativos, etc.

CUADRO 6: ESPECIES FORESTALES DE USO MEDICINAL

A) Laurisilva:

- * - Cedro (*Juniperus cedrus*)
- * - Laurel (*Laurus azorica*)
- * - Viñátigo (*Persea indica*)
- * - Hija (*Prunus lusitanica*)
- * - Madroño (*Arbutus canariensis*)
- Brezo (*Erica arborea*)
- * - Acebiño (*Ilex canariensis*)
- Faya (*Myrica faya*)
- * - Mocán (*Visnea mocanera*)
- * - Sanguino (*Rhammus glandulosa*)
- * - Follao (*Viburnum tinus*)
- * - Saúco (*Sambucus palmensis*)
- * - Adelfa (*Euphorbia mellifera*)
- * - Pininana (*Echium pininana*)
- * - Peralillo (*Maytenus canariensis*)
- * - Hediondo (*Bosoa yerbamora*)
- * - Tasaigo (*Rubia fruticosa*)
- * - Algaritofe (*Cedronella canariensis*)
- * - Tomillo salvaje (*Micromeria varia*)
- * - Cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*)
- No me olvides (*Myosotis latifolia*)
- * - Zarzaparrilla sin espinas (*Smilax canariensis*)
- * - Geranio de monte (*Geranium canariense*)
- * - Botón de oro (*Ranunculus cortusifolius*)
- * - Ortigón de monte (*Urtica morifolia*)
- * - Bicácaro (*Canarina canariensis*)
- * - Reina de monte (*Ixanthus viscosus*)
- Hiedra (*Hedera helix*)
- Helecho hembra (*Pteridium aquilinum*)
- Yerba candil (*Asplenium hemionitis*)
- Helechilla (*Davallia canariensis*)

B) Pinar:

- * - Pino canario (*Pinus canariensis*)
- * - Amagante (*Cistus symphytifolius*)
 - Jara salvaje (*Cistus monspeliensis*)
- * - Tomillo (*Micromeria herpyllomorpha*)
- * - Tomillo salvaje (*Micromeria varia*)
- * - Poleo de monte (*Bystropogon origanifolius*)
- * - Corazoncillo (*Lotus hillebrandii*)
- * - Retama de cumbre (*Teline microphylla*)
 - Hirdana (*Teline linifolia*)
- * - Codeso (*Adenocarpus foliolosus*)
- * - Sanjuanera (*Gonospermum canariensis*)
- * - Centáurea de Teno (*Cheirolophus canariensis*)
- * - Centáurea del Teneguía (*Cheirolophus junonianus*)

=====
* : Endémicas de Canarias o la macaronesia

c) Pastos.- Actividad muy importante en el pasado, en especial en el pinar, más apropiado para el pastoreo que la laurisilva, se encuentra en regresión acentuada. Además del pastoreo en el propio monte, esta actividad incluye la recogida de hierbas para el alimento del ganado. Hay que destacar, además el cultivo de ciertas especies forrajeras, originarias del monte, cuya importancia es elevada. Como ejemplo tenemos el caso del tagasaste (*Chamaectysus palmensis*), en la isla de La Palma.

Nos encontramos aquí con el único tipo de función que tradicionalmente se ha considerado por la economía ortodoxa como constituyente de la "producción forestal". Nos referimos

a los diferentes aprovechamientos directos del bosque que tendrían un precio, cuyo origen es diverso.

Hoy existe una importante protección del bosque en Canarias; los aprovechamientos se han ido limitando y están sometidos a un gran control. En este sentido, no hay acuerdo en el grado de uso ideal de esta función de los montes en Canarias, ante el proteccionismo máximo se encuentran posturas que defienden que el aprovechamiento racional y adecuado de ciertas masas de bosque contribuiría a su conservación (Velázquez Padrón et al.,1985), aunque las condiciones ideales de aprovechamiento que proponen estos autores creemos que, en la práctica, son difíciles de cumplir. Uno de los temas más polémicos es el caso de la pinocha: frente a los que defienden su aprovechamiento, argumentando que es un uso tradicional, que favorece la repoblación natural y que previene la propagación de incendios, tenemos los que consideran que lo que se produce con la recogida de la pinocha, que además se hace de forma inadecuada, es un empobrecimiento del único abono natural de los pinares, con repercusiones imprevisibles sobre el ecosistema. Lo importante de estas controversias es que se hacen sobre la base de los efectos sobre los ecosistemas de distintas actividades, en lugar de discutirse en relación a beneficios monetarios.

Este conocimiento, todavía incompleto, del funcionamiento

de los ecosistemas como guía base fundamental en la gestión de los mismos, es lo que propone la economía ecológica, haciendo énfasis en el largo plazo, a diferencia de la economía convencional. Por tanto, es necesario un conocimiento exhaustivo del funcionamiento real de los ecosistemas y de los efectos que producen las actividades que les afecten antes de tomar decisiones acerca de posibles aprovechamientos. Mientras tanto, una política donde prime la conservación nos parece la más idónea para evitar posibles decisiones de consecuencias imprevistas, tal vez, irreversibles.

Los aprovechamientos más importantes en las últimas décadas han sido, fundamentalmente: madera, leña, pinocha y otros subproductos (ramas, hojas, etc.) y pastos. En general, la evolución de los mismos ha sido hacia una progresiva reducción, destacando, en este sentido el caso de la madera, siendo el caso de la pinocha el más que se ha mantenido constante. En la Tabla 7 podemos ver la evolución de los aprovechamientos más importantes en la provincia de S/C de Tenerife (básicamente en La Palma y Tenerife) en el periodo 85-90. Se han tomado pesetas corrientes y se han agrupado los diferentes usos con su precio correspondiente para obtener los beneficios totales. Realmente habría que descontar los costes de operación que supone la recogida de los distintos productos, la cual no conocemos.

Por otro lado, en relación a los precios, existen

importantes diferencias según el régimen de propiedad de los bosques, sobre todo en el caso de los montes vecinales, donde funciona el autoconsumo y no la compra de los productos, resultando un precio (valoración asignada) bastante inferior a los otros tipos de monte.

TABLA 7: APROVECHAMIENTOS FORESTALES MAS IMPORTANTES (SANTA CRUZ DE TENERIFE)

AÑO	MADERA (m3)	LEÑA (estereos)	PINOCHA, ETC. (Qm.)	PASTOS (Has.)	VALORACION (mill.pts)
1985	8.399	32.113	223.003	1.625	36,6
1986	3.203	32.602	443.500	-----	33,3
1987	7.673	31.410	421.400	1.175	39,2
1988	7.450	25.684	383.050	1.880	35,7
1989	1.474	26.710	354.200	1.655	32,5
1990	900	15.052	281.700	130	25,6

FUENTE: Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias

Lo más importante con respecto al régimen de propiedad es, sin embargo, el control que se hace sobre el uso del monte; en este sentido, en la isla de Gran Canaria están prohibidos actualmente todos los aprovechamientos forestales, y salvo en los montes privados, donde tuvo lugar hace pocos años una

corta de madera importante, actualmente no se realizan aprovechamientos.

5) FUNCION RECREATIVA.-

a) Recreación.- No cabe duda de que el esparcimiento de la población es cada vez más importante a todos los niveles. Una de las opciones que se tienen para el mismo es la de los montes, antaño la primera actividad, superada hoy por las playas en términos cuantitativos de uso. Aún así, el bosque reúne importantes contingentes de población con fines recreativos, especialmente durante los meses de verano, centrándose mayoritariamente en las áreas recreativas, habilitadas para tal fin por los organismos responsables de la conservación del bosque. La actividad más frecuente consiste en visitas familiares, de una jornada y concentradas normalmente en días festivos. Con carácter menos masivo existen otras modalidades como excursiones y acampadas de diversos grupos, colegios, etc.

b) Turismo.- Una parte, aunque minoritaria en proporción al número de turistas que visitan las islas, acude a también a los montes, sobre todo, para conocerlos, dado su carácter diferencial con respecto a otros bosques continentales, a diferencia del carácter recreativo de la mayoría de las visitas locales. Estas visitas pueden tener carácter libre o ser

organizadas pero, en todo caso, mueven una importante cantidad de recursos que tiene que ser tenida en cuenta como fuente de ingresos derivados del bosque. Asimismo, debe cuidarse que estas actividades no supongan un desequilibrio en cantidad o calidad que pueda perjudicar a los ecosistemas forestales.

En el campo de la valoración de los bienes y servicios naturales para los que no existe un precio destaca, tanto por el número de estudios realizados, como por el desarrollo de las correspondientes técnicas de valoración, el caso de los beneficios recreativos de los parajes o parques naturales. En efecto, según un estudio reciente, aunque centrado en los Estados Unidos, se contabilizaron unos 200 estudios de demanda recreativa desde 1970 (Smith, 1990). Las razones que explican la rápida proliferación de este tipo de estudios de valoración la encontramos en la misma base de la economía de los recursos naturales y, si se quiere, en la economía convencional: se estudian comportamientos humanos, supuestamente guiados por su sistema de preferencias individuales, uno de los pilares básicos de este tipo de economía. Es decir, en resumen, este tipo de beneficios encaja bastante bien, con ciertas modificaciones, en el aparato conceptual de la economía ortodoxa, de aquí su gran difusión. Como veremos, sin embargo, el enfoque es muy cuestionable, además de requerir unos supuestos muy restrictivos y unos modelos que sólo en ciertos casos se pueden aplicar; el intento constante de mejorar estos

modelos se puede explicar por un afán final de obtener siempre un valor monetario.

El método generalmente más utilizado para la evaluación de los beneficios recreativos es el del Coste de Viaje, que explicamos con detalle en el capítulo 1. Simplemente recordamos la idea base del método: los individuos están dispuestos a pagar un precio mínimo por disfrutar del espacio recreativo equivalente a los gastos originados por el viaje a dicho lugar. Se construye una curva de demanda hipotética y se determina el excedente del consumidor total como medida aproximada de los beneficios recreativos del lugar.

Veamos ahora las posibilidades de aplicación en el caso de los montes de Canarias. Ciertamente, nuestro caso añade una limitación importante a las limitaciones generales del método, ya explicadas en el capítulo 1. Esta limitación adicional, que también apuntamos en su momento, es la inexistencia real del usuario marginal. El usuario marginal es el individuo que viaja desde más lejos y, por tanto, incurre en el coste más alto para disfrutar del lugar recreativo. En realidad, no es que no se encuentre este individuo para cada lugar, que puede encontrarse, lo que ocurre es que, debido a las cortas distancias y a la existencia de numerosos lugares de recreo en los bosques, realmente se viajaría desde más lejos si las distancias fueran mayores y hubiera exclusividad de lugares recreativos. Esto significa que el usuario marginal para un

lugar recreativo concreto no estaría representando la máxima disposición a pagar por disfrutar del mismo como el método supone. No obstante, intentamos la aplicación del método, más que para obtener una cifra monetaria de beneficios, para ver las limitaciones que supone su aplicación práctica, independiente de las teóricas ya explicadas. Las etapas seguidas fueron las siguientes:

a) En primer lugar, se procedió a la elección de los lugares que, en teoría, reunían unas condiciones más idóneas para la aplicación del método, con los siguientes criterios:

- 1) Uso masivo (número elevado de visitantes)
- 2) Variedad de lugares de procedencia de los visitantes
- 3) Propósito exclusivo del viaje
- 4) Inexistencia o lejanía de sustitutos
- 5) Tamaño y población de la isla (las más pobladas y con mayores distancias a recorrer)
- 6) Razones culturales o de costumbres que hagan un lugar especialmente adecuado como prototipo.

Combinando los criterios anteriores, se eligieron tres lugares: Las Raíces y La Caldera en Tenerife y el Pinar de Tamadaba en Gran Canaria; veamos algunas de sus características:

- Las Raíces (monte de La Esperanza, Tenerife).- Situado en una isla de las dos islas más pobladas y mayores distancias a recorrer, de uso masivo, con procedencias diversas de los visitantes y gran antigüedad, que le proporciona un conocimiento y tradición de uso importantes.

- La Caldera (monte de La Orotava, Tenerife).- Similar al anterior, aporta la ventaja adicional de cierto alejamiento de los núcleos poblacionales, con distancias notables.

- Pinar de Tamadaba (cumbres de Gran Canaria).- Situado en la isla más poblada, con grandes distancias y muy pocos lugares recreativos forestales, característica que lo hace especialmente idóneo. Muy alejado de los núcleos de población, por lo que el propósito exclusivo de la visita está prácticamente garantizado.

b) Con objeto de determinar la procedencia de los individuos, se realizaron las correspondientes encuestas. Un estudio profundo sobre el uso de los lugares recreativos necesitaría de una investigación completa independiente de nuestro trabajo. Dentro de nuestras posibilidades, se trató de obtener el máximo de información con las mínimas encuestas, para lo cual se efectuó, en una primera etapa, una sola encuesta en cada uno de los lugares elegidos pero cubriendo la

totalidad de la población presente en el momento de la encuesta, realizada en días de máxima afluencia de visitantes (domingos). En una segunda etapa, una vez analizados los datos de la primera fase, que supusieron la eliminación de Las Raíces y Tamadaba por la imposibilidad de aplicación del método, se realizaron dos nuevas encuestas en La Caldera de La Orotava, con un total de tres encuestas en este lugar. Las fechas de realización de las encuestas fueron:

- Las Raíces : 18/08/91 (domingo)
- La Caldera : 18/08/91 , 27/10/91, 17/11/91 (domingos)
- Tamadaba : 25/08/91 (domingo)

Por un lado, al entrevistar a toda la población se evitaba cualquier tipo de error muestral. Por otro lado, para obtener la fiabilidad estadística máxima hubiera sido necesario, además, repetir el proceso de encuestas periódicamente durante todo el año, lo que quedaba totalmente fuera de nuestras posibilidades. En estas condiciones, no puede hablarse de representatividad en modo alguno para la zona recreativa seleccionada finalmente, por las razones anteriores. Sin embargo, el otro resultado, es decir, que de 5 encuestas sólo se haya podido adaptar un modelo a los datos de una sola de ellas, no puede ser pasado por alto, independientemente del grado de representatividad, no parece posible atribuir este hecho simplemente al azar. Concretamente, en las encuestas, se recogió:

- Población total de visitantes
- Distribución por orígenes
- Número de vehículos

De la población se excluyeron los menores de edad, por considerar que sólo los adultos están en disposición de pagar.

Por otro lado, se efectuó una depuración de los datos, consistente en eliminar los elementos que pudiesen sesgar los resultados, tales como excursiones de guaguas, campamentos, etc. dejando solamente a los visitantes que se habían desplazado ese día con el propósito de pasarlo en el lugar.

Seguidamente se agruparon los distintos orígenes de los individuos en conjuntos homogéneos según la distancia al punto de estudio, tomando distancias medias. Se calculó el coste medio de viaje para cada uno de estos conjuntos de procedencia, tomando para ello los kilómetros (ida y vuelta), a un coste de 20 pts. por kilómetro, cifra media aproximada que se obtuvo de los gastos de desplazamiento en vehículo propio que están estimados en los convenios colectivos de distintas ramas de actividad; no se incluyeron gastos de alimentación durante el viaje o similares. Dividimos, finalmente, este coste por el número de individuos medio por vehículo, obteniendo una relación de cifras de coste.

Por otro lado, calculamos las tasas de visita para cada uno de los grupos de procedencia, dividiendo el número de

individuos del grupo por la población de derecho de la zona de procedencia. Llegamos así a obtener los dos conjuntos de datos que son necesarios para la aplicación del modelo: costes de viaje y tasas de visita. A continuación, veamos los datos finales obtenidos en cada una de las encuestas realizadas.

1) Las Raíces, La Esperanza. (18/8/91)

Coste/persona (pts.)	Tasa de visitas
200	27,9
300	6,2
700	6,7
800	3,1
1420	9,3

2) La Caldera, La Orotava. (18/8/91)

Coste/persona (pts.)	Tasa de visitas
260	27
420	9,2
760	8,1
1160	3,2
1260	1,8

3) Tamadaba, Gran Canaria. (25/8/91)

Coste/persona (pts.)	Tasa de visitas
500	12
552	6,6
632	1,5
792	0,5
840	1,1
892	12

4) La Caldera, La Orotava. (27/10/91)

Coste/persona (pts.)	Tasa de visitas
173	7,4
280	7,9
533	7,5
840	1,1
853	4,1
1013	3,1
1773	1,1

5) La Caldera, La Orotava. (17/11/91)

Coste/persona (pts.)	Tasa de visitas
173	5
280	2
306	13
440	13
840	5
1453	4

El siguiente paso consistió en intentar obtener una ecuación de regresión entre las dos variables, tomando como variable dependiente la tasa de visitas y como independiente el coste de viaje. Se utilizó el método de regresión minimocuadrática, probando, para cada encuesta los modelos lineal, exponencial, parábola y potencial, con su correspondiente coeficiente de determinación.

En una primera fase, se realizó este proceso para las tres primeras encuestas, siendo sólo posible la obtención de un modelo fiable en el caso de La Caldera de La Orotava,

teniéndose que desechar los datos aportados por las encuestas de los otros dos lugares elegidos (Las Raíces y Tamadaba), lo que motivó que, para aumentar la fiabilidad estadística, se realizaran dos nuevas encuestas posteriores en La Caldera. Sin embargo, estas dos nuevas encuestas (4 y 5) no pudieron ser utilizadas para adaptar ningún modelo de regresión fiable.

Hemos obtenido así una primera conclusión: de 5 encuestas realizadas en lugares recreativos que, a priori reunían unas condiciones favorables, sólo en un caso pudo obtenerse un modelo fiable, pero que, en ningún caso puede considerarse verdaderamente representativo. De todas formas, seguimos adelante con el experimento, sabiendo la cautela necesaria a tomar a partir de este momento. El modelo de regresión obtenido para los datos de la encuesta del 18/8/91 para La Caldera fue el siguiente (función potencial, transformada en lineal por logaritmos):

$$\text{-----}$$
$$\text{Log Y} = 5,31 - 1,47 \log X , \quad \text{con } R^2 = 0,9$$
$$\text{-----}$$

Es decir, con una fiabilidad del 90%

En base a la ecuación anterior, se obtuvo la respuesta hipotética de los individuos a la sucesiva aplicación de tasas

que incrementaban el coste de viaje, considerando una tasa actual de 0 (visita gratuita), obteniéndose lo siguiente:

Tasa adicional	Visitas
100	143
200	104
300	86
400	40
500	28
600	25
700	21
800	18
900	7
1000	6
1100	0

Es decir, si sobre el coste de viaje se cobrara una tasa de 1100 pts., no habría, según el modelo, ningún individuo dispuesto a visitar el lugar. Con los datos anteriores se construyó la curva de demanda hipotética (fig. 12), donde el área por debajo de la misma representa el excedente del consumidor, equiparable, según la teoría de que se parte, al beneficio total por el uso del área recreativa (para un sólo día). El cálculo del área nos proporcionó la cifra siguiente:

 Beneficios recreativos = 57.200 pts.

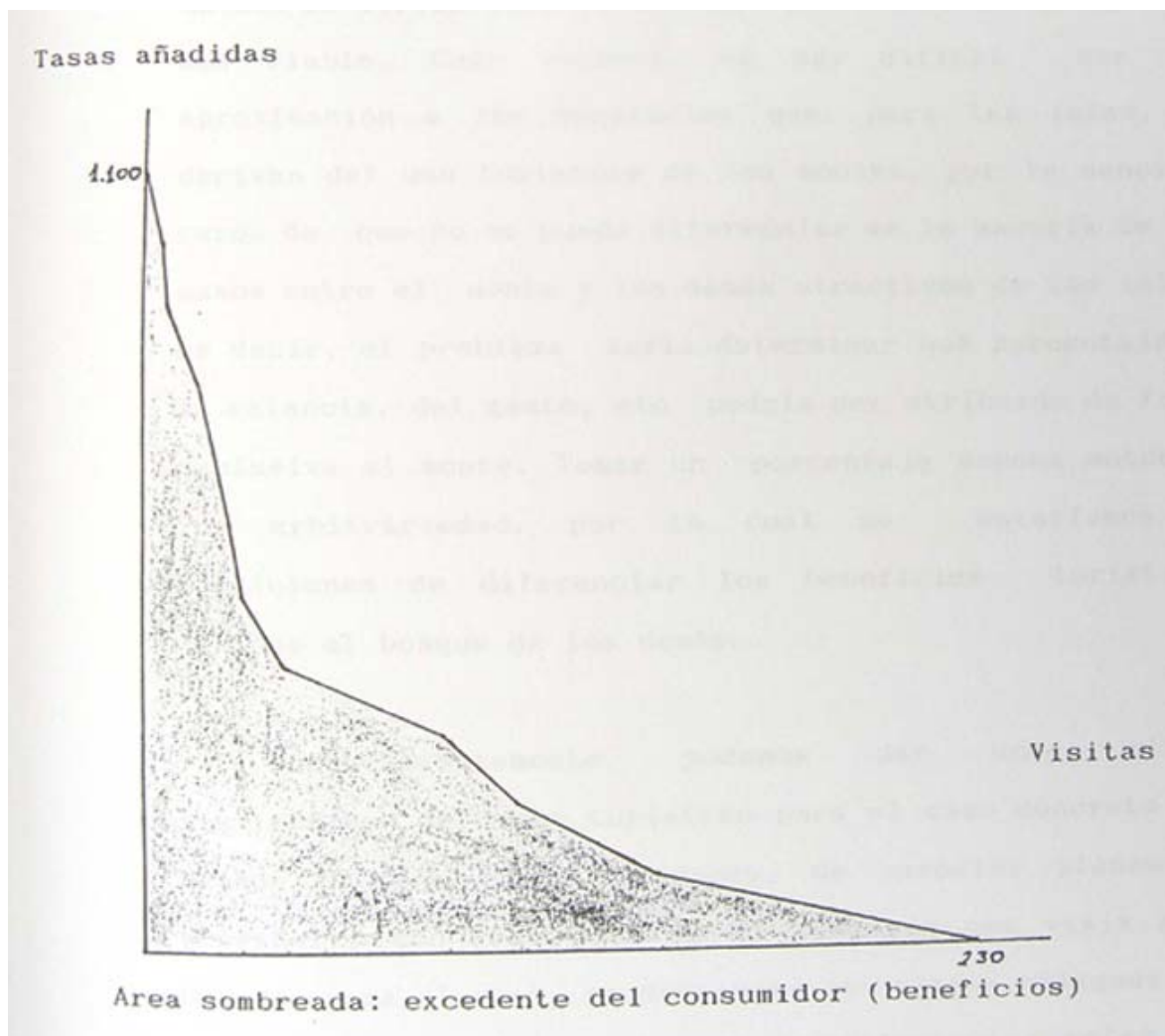
Ahora bien, estos beneficios sólo corresponderían al día

de la encuesta. Independiente de la representatividad de la cifra obtenida, se plantea aquí si es posible entonces obtener una cifra orientativa de los beneficios anuales. Hacerlo equivale a considerar esta cifra como extrapolable, algo que ya dijimos que no debe hacerse en un estudio serio. Aún así, por pura curiosidad consultamos a un vigilante, buen conocedor del lugar que nos proporcionó información general respecto al uso del mismo. En este sentido, la afluencia no disminuye normalmente en todo el año, prueba de ello fue la última encuesta realizada, el 17/11, pues el tiempo era lluvioso y la afluencia no disminuyó con respecto a las otras encuestas. De hecho, parece que sólo en días de muy mal tiempo los visitantes dejan de acudir. Por otro lado, respecto a la afluencia por días de la semana, parece razonable según la misma persona, tomar una cantidad de visitantes de lunes a sábado equivalente a la del domingo. Según todo esto, podríamos obtener una cifra orientativa de beneficios anuales de:

$$\begin{array}{c} \text{-----} \\ 57.200 \times 2 \times 52 = 5.948.800 \text{ pts./año} \\ \text{-----} \end{array}$$

Esta cifra correspondería a un sólo lugar recreativo forestal, no pudiendo ser extendida de ningún modo a los demás.

FIGURA 15: CURVA DE DEMANDA RECREATIVA



Veamos ahora la cuestión del uso turístico de los montes. De las distintas islas forestadas, hemos elegido el caso de La Gomera por reunir una serie de características que la hacen especialmente interesante, además de ser la isla de la cual poseemos una información más fiable. Como veremos, es muy difícil dar una aproximación a los beneficios que, para las islas, se derivan del uso turístico de los montes, por la sencilla razón de que no se puede diferenciar en la mayoría de los casos entre el monte y los demás atractivos de las islas; es decir, el problema sería determinar qué porcentaje de la estancia, del gasto, etc. podría ser atribuido de forma exclusiva al monte. Tomar un porcentaje supone entonces una arbitrariedad, por lo cual no estaríamos en condiciones de diferenciar los beneficios turísticos debidos al bosque de los demás.

Independientemente, podemos dar unas cifras ilustrativas del uso turístico para el caso concreto del Parque Nacional de Garajonay, de carácter plenamente forestal y con gran peso en el turismo que viaja a La Gomera, para el cual, se convierte en visita obligada. La primera cuestión importante sería diferenciar entre dos tipos de visitas turísticas a La Gomera:

1) Visitas de tránsito.- Duran generalmente un sólo día, no se pernocta, y la visita al Parque es muy rápida, no

pudiendo considerar que hacen uso de él, aunque entra dentro de la oferta turística de la excursión. El número de estos turistas es importante, pudiendo cifrarse en unas 125.000 personas al año (Icona,1986) actualmente. La repercusión económica es mínima en La Gomera, aunque tiene importancia en Tenerife principalmente, donde se sitúan las agencias que organizan las excursiones.

2) Turismo de estancia.- Su duración es variable, a veces superior a la semana, estimándose en unas 75.000 personas al año (Icona, 1986). Este tipo de turistas sí se puede decir que usan el monte, transitan por sus senderos, etc. Según la misma fuente anterior de estimaciones, unos 40.000 son verdaderos usuarios del monte, para los cuales constituye una motivación real de su experiencia turística y, por tanto, de sus gastos.

Como comentamos al principio, determinar qué parte del beneficio que se deriva de su estancia correspondería al monte es, necesariamente arbitrario. Por tanto, dejaremos el tema aquí, con la consideración final de que, sin duda, el monte es responsable de una parte notable de los beneficios turísticos en islas como la Gomera en especial, donde las playas no son muy importantes en este sentido, y unas cifras dignas de tener en cuenta en las demás islas con bosque. Es previsible, además, que esta tendencia turística se incremente de cara al futuro.

6) FUNCION CLIMATICA.-

a) Regulación del clima.- El bosque en general ejerce una función reguladora del clima que puede ser considerada como global (influencia en el clima planetario) y de carácter local (mesoclimas). La influencia principal se da a nivel de la temperatura (en general, disminuyéndola), de la humedad (aumentándola) y del viento (frenándolo y creando turbulencias) (Mc Neely et al.,1990). De hecho, tras la desaparición de un bosque, normalmente se produce un cambio climático, en el sentido de un aumento del calor, la sequedad y el viento (Myers et al.,1990).

b) Creación de microclimas.- "Cualquier tipo de bosque, gracias a la protección de las copas de sus árboles y a sus procesos de control de la humedad ambiental (transpiración de las hojas), forma un microclima más o menos marcado dentro de la zona geográfica en la que se encuentra" (Velázquez Padrón et al.,1987). En el caso de los bosques que estudiamos, este fenómeno tiene lugar en ambos, aunque hay que destacar el caso de la laurisilva, pues el microclima que desarrolla este ecosistema es de unas características muy diferenciadas de su entorno inmediato. El grado de humedad que se alcanza en estos bosques llega incluso a la saturación, aunque la humedad relativa media es de un 80%. Este microclima permite la

presencia de "un oasis de frescor, una explosión de vida en unas islas determinadas por la escasez de lluvias y la sequedad de la zona" (Velázquez Padrón et al.,1987).

Este tipo de funciones centra su importancia en el propio mantenimiento de los ecosistemas forestales que las producen, siendo un elemento más en su funcionamiento. Los microclimas que crean los propios bosques están "diseñados" de acuerdo con sus propias necesidades, aunque puedan derivarse algunos efectos en el entorno de los mismos.

Los posibles beneficios que tuviesen su origen en estos microclimas, creemos que se recogen ya en otras funciones de manera más directa, como es el caso de las acuíferas (un clima más húmedo aumenta la captación de agua) o las edáficas (la humedad también favorece la formación de suelo), menos complicados tal vez de captar que las climáticas. Incluso, podemos considerar que la potencial satisfacción humana debida a estos refugios climáticos podría englobarse en los beneficios de las funciones recreativas, considerando que uno de los componentes de las mismas es el especial clima de los bosques. De cualquier manera, la posibilidad de evaluar el beneficio de la influencia climática de los bosques en términos monetarios nos parece nula. Si unimos a esto lo anterior (que pueden considerarse englobados en las otras funciones), creemos que no es necesario profundizar más en las

funciones climáticas lo que les resta la importancia que tienen (para el mantenimiento del ecosistema).

7) FUNCION CIENTIFICA / EDUCATIVA.-

a) Investigación científica.- Dentro de la investigación científica ligada a los ecosistemas forestales, podríamos distinguir entre aquella que estudia dichos ecosistemas en sí, es decir, las características, sus especies, su funcionamiento, etc. y, por otro lado, una investigación aplicada, encaminada a los productos o utilidades directas que pueden derivarse de ellos (farmacia, agricultura, etc.). En el primer caso, nos encontramos con una tradición investigadora con bastantes años de antigüedad, tanto para el caso de la flora (Webb y Berthelot, 1830-50), como de la fauna (varios trabajos importantes en el S. XVIII), aunque, en ambos casos, a pesar de los importantes trabajos realizados, aún continúa el proceso de descubrimiento de nuevas especies vegetales y animales; el estudio de la distribución espacial de estas especies es incompleto y, además, como ya hemos mencionado, el funcionamiento de ciertos ecosistemas, como el caso de la laurisilva, no es suficientemente conocido. Por tanto, queda aún mucho por hacer en este campo de la investigación. Con respecto a la investigación aplicada, vemos que éste es un campo mucho más joven y cuyas posibilidades son muy grandes, dada la gran variedad de especies con que nos tropezamos en

estos ecosistemas; las posibles aplicaciones de tan diversas especies a otras también diversas áreas nos da un espectro, al menos en teoría, muy amplio para este tipo de investigación. No existen aún casos de comercialización de productos o aplicaciones prácticas derivados de investigaciones de especies forestales, aunque en estos momentos se encuentran en proceso de estudio algunas. Como ejemplos más destacables, podemos citar dos especies: el tagasaste y el viñátigo.

- El tagasaste es una especie forrajera que, junto al escobón, forma el complejo taxonómico *Chamaectysus proliferus*. Una diferencia importante entre ambos es que, mientras el escobón se poda regularmente en sus lugares naturales para aprovecharlo como forraje, el tagasaste, además, se cultiva como especie forrajera de altísimo rendimiento. Ambas especies "aparecen principalmente ligadas a zonas soleadas del área potencial de las comunidades de pinar o de laurisilva" (Ortega et al., 1990), es decir, son especies claramente forestales. Es conocido que el tagasaste, difundido el siglo pasado por el canario Víctor Pérez, alcanzó tierras muy lejanas. Esta especie ha sido objeto de numerosas investigaciones y es muy cotizada en lugares como Nueva Zelanda; de esta forma "mientras que en otros países y con un material genético bastante limitado han llegado a resultados de mucho interés, en Canarias el tagasaste es deficientemente aprovechado e incluso infravalorado.

El cultivo del tagasaste, debidamente desarrollado, podría contribuir en cierta medida al descenso de las importaciones de alimentos proteicos para el ganado, una de las limitaciones con las que se encuentra este sector para su mantenimiento y potenciación" (Ortega et al.,1990). Actualmente se está llevando a cabo una importante investigación sobre las especies forrajeras del conjunto del tagasaste en el Centro de Investigación y Tecnología Agraria (C.I.T.A.) ²² de cuyos resultados puede derivarse una potenciación de estas especies.

- El viñátigo es una de las especies arbóreas más representativas de la laurisilva. En la actualidad se llevan a cabo investigaciones en el Instituto de Investigación de Productos Naturales Orgánicos sobre su potencial aplicación para el control de plagas (insecticida natural), habiéndose obtenido resultados muy positivos ²³ . Por otro lado, también se está utilizando como especie de laboratorio en las investigaciones sobre el aguacate en el C.I.T.A. Ambas especies están emparentadas genéticamente, siendo el viñátigo más sensible que el aguacatero al ataque de las plagas, lo que permite detectar más rápidamente los efectos de aquellas. Dado que, como hemos dicho, no existen aún casos de

²²Méndez, P. Comunicación personal

²³González, A. comunicación personal.

comercialización de productos forestales obtenidos de la investigación, no cabe hablar de beneficios de la misma en términos monetarios. Esto no es óbice para que reconozcamos la gran importancia, a todos los niveles, de

la investigación, no sólo aplicada sino general, de los ecosistemas forestales y su gran potencial futuro.

b) Educación a distintos niveles.- Por educación ambiental se entiende una educación orientada hacia la conservación, tomada esta última, a su vez, como algo positivo, compatible con un uso sostenible de los recursos (Franquesa,1991). Esta educación ambiental va dirigida a toda la población y no se limita al ámbito escolar, si bien, éste es el más conocido. La educación ambiental ligada a los ecosistemas forestales es destacable debido a las características de éstos y las posibilidades que brindan para una educación al aire libre, si bien, también existe acuerdo en que para esta labor no debe emplearse cualquier área del ecosistema libremente, dado el carácter tal vez masivo de las visitas, sino que se recomienda el uso de las áreas reservadas a tal fin. En este sentido, destaca el papel de los centros de visitantes, que cumplen una importante función a nivel educativo, tanto para los escolares como para el resto de la población. Finalmente, destacar que la educación ambiental aumenta cada día su importancia, siendo previsible que esta tendencia se mantenga en el futuro. El

papel de los bosques, en relación con ella, es fundamental.

Respecto al uso educativo de los bosques, vamos a ceñirnos, como en el caso del uso turístico, a la isla de la Gomera, por tener, para la misma, la información más fiable. Diferenciaremos dos tipos de visitas educativas de escolares al Parque Nacional de Garajonay (Icona, 1986):

- 1) Visitas de un día de duración de colegios, guiados por personal del Parque, con una media anual aproximada de 750 escolares.

- 2) Campamentos en el Cedro y la Cruz de Tierno, para actividades de contacto con la naturaleza, con aproximadamente unas 1.500 estancias anuales de duración semanal. Este tipo de actividad lo consideramos de carácter educativo, aunque se le sume el componente recreativo.

Los beneficios de estas actividades educativas son evidentes; la demanda es creciente pues según el mismo informe de Icona "cada vez adquiere mayor relevancia la demanda de utilización del Parque para actividades educativas y de contacto con la naturaleza". Nuevamente, al ser dichas actividades generalmente gratuitas, la dimensión monetaria de los mismos es irrelevante, lo que

no merma para nada la importancia de este tipo de beneficios de los montes.

8) FUNCION HISTORICA.- Esta función tiene el objetivo de mostrar hasta qué punto es posible encontrar valores en los distintos ecosistemas que, sin ser etéreos, se sumarían en casos particulares a otras funciones más evidentes, todo al margen de la posibilidad de valoración monetaria. Merece la pena considerar a modo de ejemplo este tipo de función que recogería una característica especial de algunos ecosistemas o especies que, en casos como la laurisilva, su antigüedad como ecosistema, desaparecido de otros lugares continentales hace millones de años, lo convierte en un auténtico fósil viviente, en el que el científico puede interpretar el pasado de la Tierra (Machado,1986). Lógicamente, no existe posibilidad de asignar un valor monetario a esta función, lo importante sería su consideración de característica diferencial sobre otros ecosistemas, que sí podría informar en relación a ciertas prioridades de conservación o investigación.

9) FUNCIONES GENERALES.- Hemos denominado a este tipo de funciones generales porque puede considerarse que su carácter no es tan local como las otras, afectando de una forma general al ecosistema planetario.

a) Fijación de la energía solar.- Dejando a un lado el medio marino, y algunos pequeños organismos, como ciertas bacterias, sólo los vegetales son capaces de producir materia viva a partir de materiales sin vida. Los animales no son productores sino consumidores (WWF y Sanchón,1980). Mediante este proceso (fotosíntesis) además, se absorbe CO_2 y se libera O_2 para la respiración de los seres vivos. El bosque destaca una vez más en esta función, ya que su producción de materia viva a partir de la energía solar es de las mayores entre los ecosistemas vegetales. Llama poderosamente la atención el caso de los bosques tropicales, donde no sólo la producción de biomasa es la máxima, sino que la velocidad con que se reciclan los materiales en el ecosistema es también elevadísima.

b) Regulación atmosférica.- Aunque la mayoría del oxígeno procede de las algas marinas, la producción de O_2 de los bosques es muy importante; de hecho, una hectárea de bosque proporciona, aproximadamente el oxígeno que necesitan 10 personas (WWF y Sanchón,1980).

El problema es que cuando un bosque desaparece, no sólo no produce más oxígeno, sino que no absorbe más CO_2 , pues ambos procesos están ligados. Si además, el bosque desapareció debido a un incendio, el efecto se agrava, pues la combustión consume O_2 y libera CO_2 , con lo cual tenemos que en la

atmósfera se produce un incremento en la proporción de CO_2 , asociada al efecto invernadero y una disminución en la proporción de O_2 , el cual, si disminuye por debajo de unos límites, se imposibilita la vida de muchas especies, entre ellas el hombre. Por otro lado, el bosque realiza una importante función de purificación del aire, reteniendo gran cantidad de polvo y contaminación de diferentes tipos de la atmósfera, purificándola. Lo que ocurre es que existen límites en esta función, cuantitativos y cualitativos que, si se superan, el bosque se ve amenazado. Sirva como ejemplo la lluvia ácida.

En lo que se refiere a esta regulación atmosférica, término en el que hemos englobado distintas subfunciones y cuya característica común es la relación del bosque con la atmósfera que lo rodea, no disponemos de datos para todas ellas en el caso de los ecosistemas forestales canarios. De las distintas funciones que habría que considerar, destacamos la absorción de CO_2 , de impurezas y la producción de O_2 . Es necesario aclarar, a nivel general, el funcionamiento real de los ecosistemas forestales en este sentido, ya que la creencia más extendida, no sólo a nivel popular, sino incluso en ambientes académicos, es la de que el bosque es siempre un gran productor de oxígeno, de forma que la mayor parte del que consumimos se debe a los grandes bosques, en especial, los tropicales.

Pues bien, la realidad es que en los ecosistemas forestales maduros, cuya característica es el equilibrio de los flujos, no habría excedente de O_2 , pues todo se consume en el propio ecosistema²⁴. Veamos esto más detenidamente; en realidad, los vegetales producen más O_2 del que consumen y absorben más CO_2 del que expulsan, lo que ocurre es que los componentes no vegetales del ecosistema consumen el O_2 sobrante y expulsan, a su vez, CO_2 , de forma que hay finalmente un equilibrio gaseoso. Esto no ocurriría así en un bosque inmaduro, donde sí habría un exceso en la producción de O_2 y en la absorción de CO_2 por el proceso de crecimiento fundamentalmente. Pues bien, para el caso de Canarias, podría decirse que la mayoría de los ecosistemas forestales son inmaduros²⁵, por haber sido sometidos desde la conquista a procesos perturbadores, con la excepción de algunos pinares y ciertas zonas de laurisilva. Por tanto, podría hablarse de una producción neta de O_2 y una absorción importante de CO_2 . En el caso del CO_2 , su absorción por parte de los montes (y en general de todos los vegetales) compensaría en cierta medida las emisiones de las actividades humanas, función importante a nivel planetario.

Comparando ambas magnitudes sabemos en qué medida una

²⁴Fernández-Palacios, J.M. Comunicación personal.

²⁵Fernández-Palacios, J.M., Comunicación personal.

región es exportadora o importadora neta de CO₂. La Tabla 8 nos da una aproximación para el caso canario, según datos recientes. Es decir, que los dos tipos de bosque que estudiamos fijan anualmente el equivalente al 16% de las emisiones de CO₂ que se producen en Canarias. Los datos de fijación global deberían incluir la totalidad de los vegetales de las islas, incluidos los cultivos agrícolas, no estando en nuestra disposición aún. No podemos pues dar un balance general para el CO₂ en Canarias, aunque los datos de emisión son, en nuestra opinión, elevados. Algunos autores han utilizado el coste de reducción de emisiones de CO₂ como medida del valor del beneficio de la fijación del mismo (Van Kooten, 1992). Utilizando un valor promedio de los propuestos por dicho autor, tendríamos un beneficio de unas 20.000 pts./tonelada de carbono/ ha./año., lo que nos daría en nuestro caso unos beneficios de:

$$300.000 \times 20.000 = 6.000 \text{ millones pts./año}$$

En el tema de la purificación del aire de la contaminación, polvo, etc. hay que decir que, nuevamente, es desconocido. En todo caso, la importancia de esta función se relaciona con la proximidad de los bosques a zonas urbanas o industriales, no destacable en Canarias por la situación geográfica de los montes. Cabe pensar que, al menos, estos

deben realizar una depuración de los contaminantes procedentes de los automóviles que transitan por las carreteras que los rodean o atraviesan. Hemos de destacar, en relación con esta cuestión, un hecho de especial importancia para este tipo de funciones generales en Canarias: la influencia del clima.

TABLA 8: FIJACION Y EMISIONES ANUALES DE CO₂ EN CANARIAS

Fijación (Tm. Carbono/año)	Emisiones (Tm. C/año)	%
Laurisilva.....75.000	Vehículos...950.000	
Pinar.....225.000	Industria...900.000	
Total.....300.000	Total.....1.850.000	16

FUENTE: Fernández-Palacios, J.M.

Díaz, A. (Comunicaciones personales).

Elaboración propia.

Nos referimos más concretamente a los vientos y la influencia que el mar ejerce sobre la capa de aire de las islas. No sería un error pensar en flujos de aire constantes (brisa marina, alisios, etc.) que contribuyen a eliminar el carácter local de la atmósfera, de forma que la influencia del bosque en su entorno dependería de esos flujos de aire.

Por otro lado, la contaminación producida en las

poblaciones urbanas se ve influida generalmente por los mismos flujos, de forma que podría difundirse por ejemplo hacia el mar, etc. Sólo en determinados días del año con ausencia de vientos, las influencias del bosque tendrían un carácter más local. Es por esto por lo que hemos considerado este tipo de funciones como generales, sin perjuicio de que existan, además influencias notables en ciertos casos de carácter local.

10) OTRAS FUNCIONES.- Hemos tratado una serie de funciones que en absoluto agotan todas las desempeñadas por los bosques. Por un lado, hemos tratado de destacar aquellas que, en el caso de Canarias, tienen una especial significación. En todo caso, es aconsejable que, en un estudio como el que nos ocupa, se elabore una lista lo más exhaustiva posible de funciones, sean estas susceptibles de valoración o no, pues ayuda a captar mejor la importancia global que tienen los ecosistemas. Citamos alguna función más para mostrar la diversa naturaleza que estas pueden tener:

a) Satisfacción humana por la existencia del bosque.- Como ya mencionamos en su momento, el hombre experimenta una satisfacción por la mera existencia de un bien natural como puede ser el bosque, debido a razones psicológicas, sentimentales, espirituales, etc., incluso aunque no visite jamás dicho bosque. Esto se ha comprobado y se ha intentado medir y valorar, denominando "valor de existencia" al valor

atribuible a dicha satisfacción derivada del conocimiento o certeza de la mera existencia del bien en cuestión. Por otro lado, podría añadirse a lo anterior, el hecho de que se puede obtener satisfacción de la contemplación de vídeos, libros, etc. referidos a un bosque, aunque se trata de una función totalmente diferente, pues ya supone una utilidad directa.

b) Otras.- Podríamos destacar la influencia del bosque hacia su entorno inmediato (WWF y Sanchón,1980). En el caso de que los terrenos colindantes a un bosque sean de uso agrícola, éstos se pueden ver beneficiados por la labor antiparasitaria que la fauna del bosque produciría en los campos de cultivo adyacentes. Por otro lado, la influencia climática, la protección contra el viento, etc. son otros ejemplos de efectos positivos ejercidos por el bosque. En el caso de que se trate de una ciudad cercana al bosque, esta se ve beneficiada por múltiples influencias semejantes a las que hemos visto para los campos de cultivo, además de una purificación del aire urbano y refrescamiento de éste, etc.

3.2.2 CONCLUSIONES.-

Estamos ahora en condiciones de captar la importancia de los beneficios que anualmente nos proporcionan los dos ecosistemas forestales. Asimismo, podemos ofrecer unas interesantes conclusiones sobre el papel que pueden jugar las evaluaciones en términos monetarios. Vamos a diferenciar tres niveles de captación de los beneficios forestales:

a) La economía convencional sólo tomaría en consideración los beneficios de aquellas funciones que pasaran por el mercado, es decir, que fuesen objeto de transacciones comerciales. Esto sólo incluiría, en nuestro caso, los beneficios de la función productiva, estimados en algo más de 25 millones de pesetas al año, dato de 1990. Otras funciones susceptibles de ser tenidas en cuenta necesitarían, para ello, el cobro de tasas por el uso como, por ejemplo, en la función recreativa o en la educativa. Como este no es el caso en Canarias actualmente, estas funciones no son consideradas en absoluto, es decir, es como si no hubiera beneficio alguno derivado de ellas, así como del resto de las funciones que estudiamos. En casos como el del agua, no se estudia el funcionamiento del bosque como regulador del ciclo hidrológico, ni se relaciona en forma alguna la captación de agua con el mismo; el funcionamiento de los ecosistemas no entra en el campo de la economía convencional. En el extremo, tendríamos que, si cualquier uso alternativo del bosque

(incluida su destrucción o el uso abusivo) ofreciera (a corto plazo) unos beneficios superiores a la cifra anterior (ridícula, como hemos visto), esto se consideraría una decisión óptima o eficaz desde el punto de vista de este tipo de economía. Por otro lado, dado que, como hemos visto, las demás funciones no son consideradas al no proporcionar beneficios, no se considera en absoluto el tema de su conservación, lo que significa que si el uso productivo entra en conflicto con las demás funciones, estas últimas desaparecerán o se verán perjudicadas sin que ni siquiera haya conciencia de ello. Este tipo de enfoque anterior es el que se ha dado recientemente en los bosques tropicales y el responsable directo de su destrucción masiva. Concluimos pues, que este no puede ser, en ningún caso el tipo de economía que puede guiar la gestión de un bosque ni, en general, de cualquier ecosistema.

b) La economía de los recursos naturales, vista como una ampliación de la anterior, intenta captar beneficios y costes que no pasan por el mercado pero con los mismos postulados que sustentan a la economía convencional. Su principal objetivo es intentar medir en términos monetarios estos beneficios y costes; para ello se desarrollan métodos de valoración basados en modelos matemáticos y partiendo de supuestos más o menos discutibles. Este tipo de economía se encuentra hoy en pleno auge, precisamente porque se considera que, si se pueden

obtener valores monetarios para estos recursos, finalmente se les podrá asignar eficazmente a través del mercado. Vemos pues, que la única diferencia con el primer enfoque es que se amplía su campo de actuación, pero los principios de gestión serían los mismos.

En realidad, la mayoría de los estudios de valoración de los bosques se ha limitado al uso recreativo (Smith, 1990) y en menor medida al control de la erosión (Repetto, 1989), siendo muy poco frecuentes otro tipo de valoraciones. En nuestro caso, la posibilidad de obtener valoraciones monetarias de los beneficios de los montes es muy limitada. De las 9 funciones estudiadas, sólo en 5 de ellas se ha podido intentar una valoración. De estas 5, sólo 2 pueden ser evaluadas de una forma razonable: la función productiva (que, de hecho, era la única que se valoraba hasta ahora) y la de captación de agua; si bien, esta última necesita de estudios más rigurosos para una mayor precisión. La fijación de CO₂ sólo es una parte de la regulación atmosférica. Las otras dos funciones son más complicadas: en el caso de las edáficas, es necesaria mucha más información y existen serios problemas para asignar un precio al suelo. Por su parte, en el caso de los beneficios recreativos, el método más usado, el del coste de viaje, ha demostrado tener importantes limitaciones técnicas que lo desaconsejan en Canarias, aunque sería necesario experimentar más. De esto se deriva el predominio de las funciones "no

productivas" frente a las "productivas" en el caso de los montes canarios, lo que da especial importancia a un enfoque alternativo al de la economía convencional (o de los recursos naturales).

Las valoraciones monetarias, aunque tienen importancia para captar mejor los beneficios forestales, no pueden ser, en ningún caso, el instrumento adecuado para la gestión de los bosques. Además de ser incompletas (muchas funciones quedan fuera de la valoración) e inexactas (serias limitaciones en la valoración), no captan el fenómeno de la irreversibilidad ni sirven de guía para una gestión sostenible de los ecosistemas.

c) En tercer lugar, lo que sí podríamos destacar del estudio que hemos realizado diferenciando funciones ambientales del bosque es el conocimiento que nos ha proporcionado de las mismas, lo que ayuda a captar la importancia de sus beneficios. Los intentos de cuantificar en algunas de ellas los beneficios nos ha llevado a obtener mediciones físicas ilustrativas de su dimensión real, importantes para que la conservación no se considere algo antieconómico, caprichoso o limitado a los profesionales de la biología. En el Cuadro 7 presentamos un resumen de los resultados obtenidos.

CUADRO 7: BENEFICIOS DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES

FUNCION	BENEFICIOS	VALOR MONETARIO (millones pts/año) ---
Genética	Para el propio ecosistema, para el ecosistema planetario, potencialidades para usos muy diversos, etc.....	?
Acuífera	Regulación hidrológica, incremento de la captación de agua, estimación: 119,6 Hm3/año (excepto G. Canaria) (20% de la lluvia abierta).....	20.930
Edáfica	Regulación del suelo. Estimaciones (sólo Creación de suelo: 475.000 m3/año Control erosión: 1.425.000 " " .. Evitar efectos erosión en la infraestructura.....	laurisilva): 950 ?
Productiva	Usos forestales directos: madera, leña, pinocha, y pastos.....	25
Recreativa Turística	Recreación de la población local, estimación (sólo una zona recreativa): 23.920 visitas/año.....	6
Climática	Regulación del clima, influencias diversas en el entorno del ecosistema.....	?
Científica Educativa	Investigación general y aplicada, potencialidades en muchos campos....	?
General	Regulación atmosférica, producción de O ₂ , absorción de impurezas..... absorción de CO ₂	? 6.000
Otras	Satisfacción humana por la existencia del bosque, otras.....	?

FUENTE: Elaboración propia.

3.3 UN ENFOQUE ALTERNATIVO.- En contraposición a los enfoques anteriores, veamos ahora el planteamiento de la Economía Ecológica, siendo de distinta naturaleza los beneficios que se consideran en el mismo, básicamente beneficios a largo plazo. En este enfoque se parte ya de la aceptación de la conservación de los ecosistemas como un objetivo central. La economía ecológica basa fundamentalmente su aplicación práctica en el logro de un Desarrollo Sostenible, que hemos identificado anteriormente en nuestro caso con el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales que estudiamos. Detrás de este planteamiento hay, primero, una ética de respeto, además de por la generación presente, por las generaciones futuras, considerándose entonces un periodo de tiempo ilimitado a la hora de gestionar un ecosistema.

Existen casos extremos de conflicto real necesidades básicas de la población-conservación, de carácter transitorio, que constituirían la única excepción a la aplicación del planteamiento anterior, no siendo este el caso actual de Canarias, aunque situaciones de este tipo han tenido lugar en el pasado.

Por otro lado, según la metodología desarrollada en el capítulo 2, vimos que los beneficios que se derivan de este enfoque de conservación son superiores a los de cualquier otra

opción, con lo cual ésta se convierte en la más deseable desde un punto de vista económico. Brevemente, recordamos que la razón de esto es que se obtienen, además de los beneficios a corto plazo que vimos en los enfoques anteriores, unos BENEFICIOS DE OPORTUNIDAD, consistentes en evitar procesos irreversibles de coste infinito, y cuya cuantía sería, por tanto, ilimitada.

El concepto de irreversibilidad juega aquí un papel central, pues, como veremos, no sólo justifica económicamente la conservación, sino que sirve como elemento importante en la orientación práctica de dicha conservación. Antes de ver este tema, hemos de recordar los distintos tipos de irreversibilidad que se relacionan con nuestro caso particular. Concretamente, nos interesa retomar los casos de irreversibilidades cualitativas, cuantitativas y locales. Aunque las dos últimas son semejantes, suponen dos tipos de implicaciones diferentes:

- Las irreversibilidades de tipo cualitativo, como vimos en su momento, al convertir un recurso o ecosistema en otro diferente, suponían un caso claro de irreversibilidad. El motivo de considerar aquí este tipo de irreversibilidad es el de plantearse algunos casos concretos de degradación del ecosistema forestal que lo convierten en otro diferente y ver en qué medida el proceso es irreversible.

- Las irreversibilidades cuantitativas suponen una reducción en la cantidad del recurso, ecosistema, etc. de forma que, por definición, no es posible volver a aumentar dicha cantidad a su dimensión original. Esta reducción, al ser de carácter irreversible, tiene las implicaciones que hemos visto con carácter general para las irreversibilidades (coste infinito).

- Las irreversibilidades locales hacen referencia, desde un punto de vista general, a una reducción del tamaño del ecosistema y, por lo tanto, son semejantes al caso anterior. Sin embargo, específicamente se refiere a una desaparición total de carácter local. Es decir, para un lugar completo (por ejemplo, una isla), desaparece por completo el ecosistema, aunque se conserve en otros lugares. En la medida en que dicha desaparición sea irreversible, nuevamente estaríamos en un caso claro de irreversibilidad con todas sus implicaciones.

En este punto, es necesario aclarar, ya en nuestro caso concreto del pinar y la laurisilva, el carácter más o menos irreversible que tienen estos tipos de reducciones que acabamos de mencionar, así como ciertos tipos de degradación, ya que, dependiendo de si son o no procesos irreversibles, podremos aplicar o no el enfoque correspondiente a las irreversibilidades.

En el caso de irreversibilidades totales no es necesario plantearse esta cuestión, pues es evidente que, extinguidas las especies de un ecosistema, es imposible recrearlas artificialmente; sin necesidad de considerar otros aspectos como el suelo, el clima, etc., la desaparición total de un ecosistema es un proceso irreversible.

Podemos empezar diciendo que la mejor regeneración de un ecosistema es la natural²⁶. En este sentido, en el caso de reducciones acaecidas en las zonas limítrofes de los ecosistemas forestales, si las condiciones son tales que se permite dicha regeneración natural (suelo, usos, ausencia de construcciones, etc.), esto sería posible, de forma que en un periodo de tiempo más o menos largo, finalmente contaríamos de nuevo con el ecosistema original. En estos casos de reducción cuantitativa en zonas limítrofes de los bosques tendríamos entonces que sólo puede hablarse de irreversibilidad si la degradación de dichas zonas afectase de forma grave a las condiciones del suelo, etc. de forma que impidiesen una regeneración natural. En general, suponemos que este caso no es un proceso irreversible, aunque puede haber excepciones; esto es válido para los dos ecosistemas.

²⁶Angel Fernández, Director del Parque Nacional de Garajonay, comunicación personal.

En los casos de desapariciones locales de los ecosistemas, el tema es más complicado. Lo primero que hay que tener en cuenta es si se trata de una desaparición local o total, pues existen diferencias genéticas entre dos zonas de un ecosistema, aparentemente idéntico, que pudieran, en el caso de no considerarse, llevar a la conclusión errónea de que se trata de una reducción cuantitativa cuando, en realidad, estaríamos ante una desaparición total del ecosistema. En las selvas amazónicas es conocido el hecho de que, debido a la gran diversidad biológica, casi cada hectárea de bosque es diferente en su composición genética de las contiguas.

En Canarias, debido al aislamiento entre islas, este fenómeno se aprecia principalmente al comparar un ecosistema para distintas islas. En el caso de la laurisilva se han detectado, por ejemplo, diferencias genéticas para una misma especie entre Tenerife y Gran Canaria, según pudimos comprobar personalmente²⁷. La conclusión es que no puede pensarse abiertamente en que, mientras existan zonas donde se conserve un ecosistema, será posible recuperar el mismo allí donde haya desaparecido. Vemos que las diferencias genéticas podrían impedir recuperar el ecosistema originario, que se habría perdido de forma irreversible²⁸. Así pues, las desapariciones

²⁷Entrevista personal con Jesús Navarro, del vivero del Parque Ossorio, Gran Canaria.

²⁸En Gran Canaria pueden haber desaparecido varias especies de la laurisilva original, aunque continúan descubriéndose ejemplares de algunas consideradas extinguidas en la isla.

locales necesitan, para no ser irreversibles, además de las condiciones citadas en el caso de las zonas limítrofes (reducciones cuantitativas), la existencia del material genético original de la zona en cuestión.

Pero es que, además de estas dos condiciones anteriores, es preciso profundizar aún más en este caso, para lo cual se necesita también diferenciar entre los dos ecosistemas que estudiamos. La cuestión fundamental que nos diferencia del primer caso es que no se trataría de zonas limítrofes de un bosque existente, sino de zonas totalmente deforestadas, donde, por lo tanto, no es posible la regeneración natural. De esta forma, se hace necesaria la repoblación artificial.

En el caso del pinar, existe bastante experiencia en las repoblaciones, al menos a nivel de la especie arbórea (*Pinus canariensis*), aunque no se puede decir lo mismo de las especies no arbóreas, las cuales, son numerosas y varían según las zonas. No podemos profundizar mucho más por la falta de información al respecto. Tal vez pudiera pensarse que el pino canario es una especie de capacidad colonizadora importante y poco exigente, lo que facilitaría su repoblación. Sin embargo, el tema de las especies no arbóreas, así como los métodos de repoblación (distribución espacial, por edades, etc.) necesarios para llegar a un ecosistema natural tipo clímax parecen, si no imposibles desde el punto de vista técnico y

biológico, al menos más complicado que lo que pudiera pensarse, contando con las condiciones de partida citadas anteriormente.

En el caso de la laurisilva, la repoblación artificial se halla en sus comienzos. Se han realizado experiencias en varios lugares de Gran Canaria (Tiles de Moya, Finca Ossorio Jardín Canario), en La Palma (Los Tilos) y en La Gomera (Parque Nacional de Garajonay). Los casos de La Palma y La Gomera corresponden a zonas limítrofes del bosque, con lo que estaríamos en el primer caso que comentamos. Nos centraremos en el caso de Gran Canaria, donde la desaparición de este ecosistema ha sido casi total. De las 3 experiencias que han tenido lugar en la isla, sólo son repoblaciones del ecosistema original en el caso de Ossorio y Moya, pues la llevada a cabo en el Jardín Canario (la más antigua, debida originalmente a Sventenius), se realizó con individuos procedentes de Tenerife²⁹.

Según la experiencia de varias personas, implicadas más o menos directamente con la laurisilva, existe una creencia generalizada de que, técnicamente, es posible la repoblación con éxito. El conocimiento actual de la reproducción de las distintas especies permitiría su repoblación paulatina

²⁹Jesús Navarro, comunicación personal.

contando con el material genético necesario y las condiciones de suelo, etc., apropiadas en áreas de antiguo dominio del ecosistema³⁰.

Hay también acuerdo en que éste es un proceso trabajoso, caro y lento, no existiendo aún ejemplos de repoblaciones que hayan alcanzado condiciones maduras. La mayoría de las opiniones coinciden además en que las principales limitaciones serían las de carácter social. En este sentido, se apuntan como principales dificultades la propiedad de la tierra, la falta de medios, personal, apoyo y seguimiento científico, coordinación entre los que realizan en la práctica experiencias similares, y usos humanos incompatibles (recreativos, etc.), entre otras ³¹.

Sin embargo, cuando hablamos de recuperar el ecosistema en sus condiciones ideales (clímax) originales, las opiniones no son tan optimistas, variando desde los que opinan que es imposible ³² hasta los que ven serias dificultades³³. En todo caso, en nuestra opinión, no estamos en condiciones de

³⁰Pérez de Paz, P.L. (Univ. de La Laguna, Dpto. de Botánica), Suárez, C. (Dir. Gral. Medio Ambiente, Gobierno de Canarias), Fernández, A. (Icona), (Comunicaciones personales).

³¹Jesús Navarro, comunicación personal.

³²Fernández-Palacios, J.M.

³³Angel Fernández, Icona

asegurar los resultados, ya que para tener una evidencia cierta habría que esperar bastantes años. Se apuntan problemas como la existencia de especies foráneas animales y vegetales difíciles de erradicar y que supondrían una variación en las condiciones originales del ecosistema.

Concluiríamos que, ante la duda razonable sobre la posibilidad de recuperar un ecosistema de laurisilva en sus condiciones originales cuando éste desaparece completamente de una zona (deforestación local), puede hablarse con mucha probabilidad de un proceso irreversible, con lo cual, el centro de los esfuerzos ha de basarse en evitar este tipo de deforestaciones, lo que no descalifica para nada la repoblación en el caso de que éstas hayan tenido lugar en el pasado.

En tercer y último lugar, veamos el caso de una degradación (cambio cualitativo) del ecosistema forestal. La cuestión aquí es de nuevo el carácter de dicho cambio: si es irreversible, el ecosistema se convierte en otro diferente, con lo cual, se ha producido una irreversibilidad con todas sus consecuencias; si, por el contrario, el cambio no es irreversible, su carácter es temporal, eliminándose finalmente tras un periodo más o menos largo y volviendo el ecosistema a su situación original. El problema sería entonces determinar cuándo un cambio en las condiciones del ecosistema (de origen artificial) es irreversible y cuándo no. Este es un tema más

difícil de abordar desde una perspectiva general, dada la gran cantidad de situaciones que pueden ser encuadradas en un cambio cualitativo, con lo que se hace necesario estudiarlas caso por caso. Lo importante entonces es el criterio para juzgar una situación de este tipo: si el efecto es irreversible, debe ser evitado.

Una vez determinados, a nivel general, los criterios que deben regir desde este enfoque los casos más importantes de efectos sobre los ecosistemas forestales que pueden suponer procesos de tipo irreversible, vamos a concretar algo más, basándonos en las funciones ambientales que hemos estado estudiando:

1) Funciones genéticas.- Constituyen la piedra de toque para el tema de la irreversibilidad, pues, dado que toda extinción es por definición un proceso irreversible, su coste es infinito y en consecuencia toda actividad que ocasione directa o indirectamente una extinción de cualquier especie debe ser evitada. De hecho, algunos autores identifican la conservación con el mantenimiento de la diversidad biológica, entendiendo que garantizando ésta se asegura la primera. Nuestra opinión es que es una condición necesaria pero no suficiente, dada la posibilidad de reducciones cuantitativas del ecosistema no evitables con este planteamiento. En resumen, la conservación de la diversidad biológica tendría un

beneficio de oportunidad de tipo infinito, por lo que se convierte en un primer objetivo central e ineludible.

2) Funciones acuíferas.- El objetivo anterior no garantiza (debido a las reducciones cuantitativas) el mantenimiento de las funciones acuíferas de los montes; bastaría por ejemplo que se eliminase el bosque en los lugares afectados por precipitación horizontal para que esta apenas tuviese lugar. Toda reducción cuantitativa afectaría a la regulación hidrológica y, de modo especial, si tiene lugar en las zonas mencionadas. Es importante pues, evitar las reducciones de la superficie forestal, en particular en estas zonas.

3) Funciones edáficas.- Son muy vulnerables y susceptibles de procesos irreversibles. De hecho, constituyen el obstáculo principal, después de la inexistencia de material genético, para evitar que una deforestación sea irreversible. Cuanto más tiempo transcurra desde que se produce una deforestación hasta que se repuebla, más probabilidad hay de que tenga lugar una pérdida irreversible de suelo, con lo que la regeneración se podría tornar imposible. Este es uno de los motivos principales que nos lleva a catalogar de peligrosas las reducciones cuantitativas de los bosques por ser, según lo anterior, potencialmente irreversibles debido al factor suelo.

4) Funciones productivas.- Posiblemente, cualquier reducción importante de la superficie forestal obligaría a eliminar, por motivos de conservación, los usos productivos, con lo cual se perderían los beneficios correspondientes. Además, pueden perderse prácticas artesanales ligadas a los usos anteriores, de gran importancia cultural.

5) Las funciones recreativas, científicas y educativas, para verse afectadas tendrían que haber desapariciones locales del bosque o cuantitativas de dimensiones muy importantes.

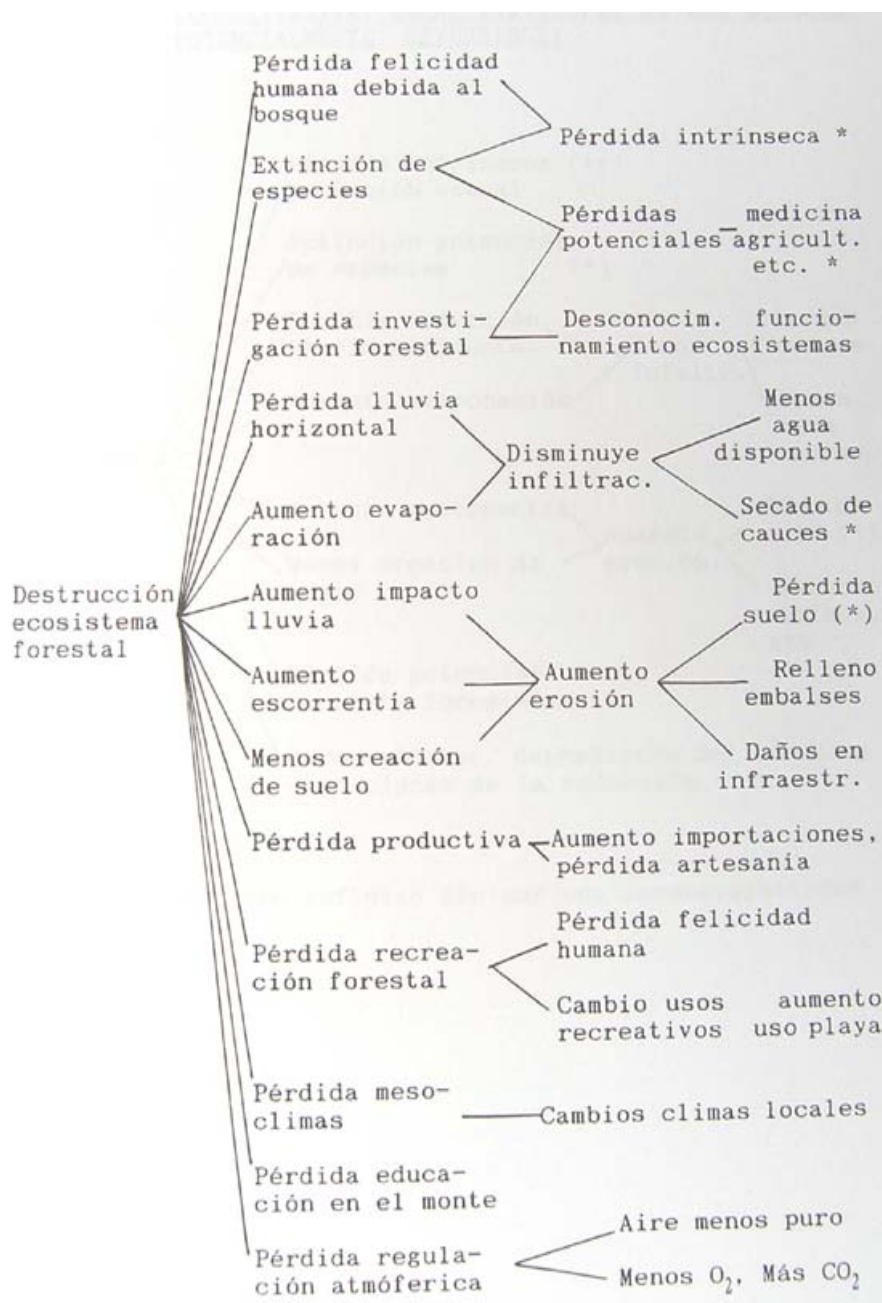
6) Las funciones climáticas y generales se verían afectadas por una reducción cuantitativa en mayor o menor grado.

7) Por último, la satisfacción humana por la existencia del bosque puede, dependiendo del lugar concreto, constituir, si ocurre la deforestación, un caso extremo a evitar cuando se da un vínculo psicológico entre la población del lugar y el monte. Incluso en este caso, el coste podría ser infinito sin necesidad de que el proceso fuera irreversible, constituyendo así la excepción al planteamiento general. Esto es debido a que la desaparición del bosque, aunque no irreversible, puede ser percibida como algo imposible de compensar para la población afectada. Tenemos aquí un nuevo factor a considerar, cuya naturaleza es básicamente social (coste social), al

tratar de la conservación de los bosques.

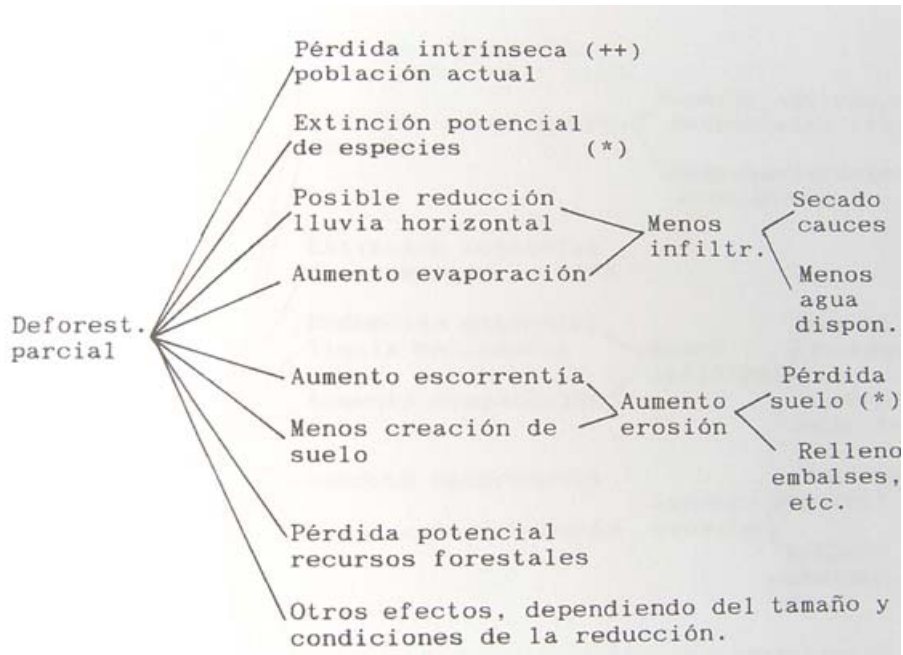
Según lo que acabamos de ver, vamos a estudiar 4 casos generales o escenarios que podrían establecerse para ver qué nos puede aportar el enfoque que seguimos. Utilizaremos para ello unos esquemas causales que se presentan en las páginas siguientes y que muestran los efectos que se derivan de cada una de las situaciones potenciales, considerando especialmente la detección de los procesos irreversibles.

FIGURA 16: ESCENARIO 1: DESFORESTACIÓN TOTAL



* Efecto irreversible (coste $\rightarrow \infty$)
 (*) Efecto potencialmente irreversible

FIGURA 17: ESCENARIO 2: DEFORESTACION PARCIAL (CUANTITATIVA, ZONAS LIMITROFES DE LOS BOSQUES, POTENCIALMENTE REVERSIBLE)



(++) Posible coste infinito sin ser una irreversibilidad

FIGURA 18: ESCENARIO 3: DEFORESTACION LOCAL (POTENCIALMENTE REVERSIBLE)

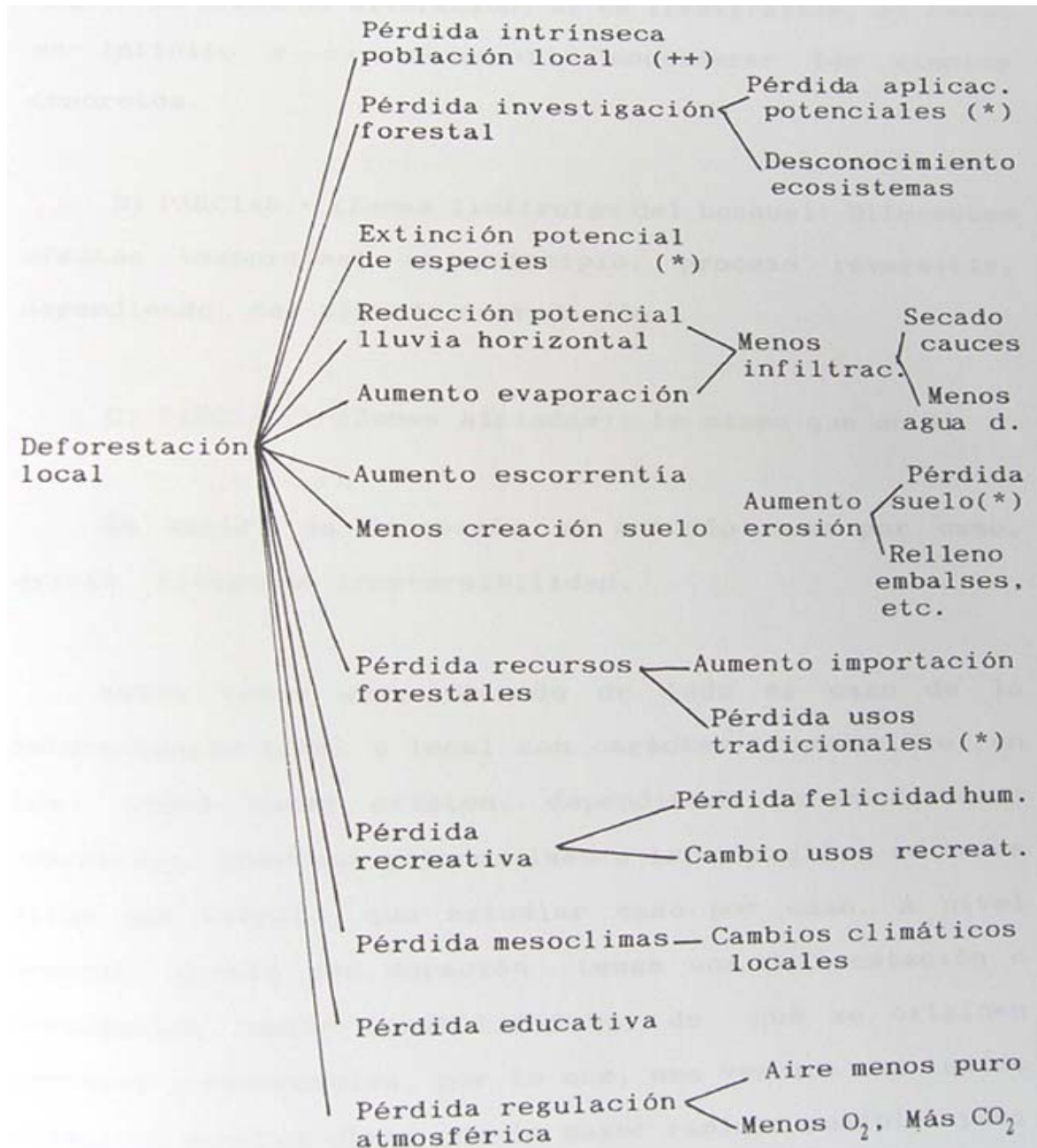


FIGURA 19: ESCENARIO 4: DEGRADACION CUALITATIVA

A) TOTAL.- (Todo el ecosistema): Diferentes efectos, según el grado de alteración; si es irreversible, el coste es infinito y es innecesario considerar los efectos concretos.

B) PARCIAL.- (Zonas limítrofes del bosque): Diferentes efectos temporales; en principio, proceso reversible, dependiendo del tipo de degradación.

C) PARCIAL.- (Zonas aisladas): Lo mismo que en A)

Es decir, es necesario un estudio caso por caso, existe riesgo de irreversibilidad.

Hemos visto que, dejando de lado el caso de la deforestación total o local con carácter irreversible, en los demás casos existen, dependiendo de condiciones concretas, procesos potencialmente irreversibles en todos ellos que habría que estudiar caso por caso. A nivel general, cuanto más duración tenga una deforestación o degradación, mayor posibilidad hay de que se originen procesos irreversibles, por lo que, una vez que ha tenido lugar, se precisa obrar con la mayor rapidez posible para evitar ésto. Como conclusión general podemos decir que evitar una deforestación total o local (de carácter irreversible), así como en los casos de

desforestación parcial, en zonas limítrofes de los bosques o aisladas (riesgo potencial de irreversibilidad), supondría un BENEFICIO DE OPORTUNIDAD INFINITO. La única excepción a esto serían casos concretos, de carácter claramente reversible (y por tanto de duración temporal corta); en estos casos no tendríamos un beneficio ilimitado derivado de la conservación, pero habría que comparar el coste real de la conservación o el de la posterior repoblación con los beneficios de la actividad responsable de la deforestación o degradación. Dados los importantes costes de una repoblación (y posterior control y seguimiento), vemos que es realmente muy corto el espectro de acciones que puedan superar a la conservación total de los ecosistemas forestales desde un punto de vista económico.

3.4 EL INCENDIO COMO CASO ESPECIAL.- En el punto anterior enumeramos una serie de condiciones para el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales, que podemos simplificar hablando de la conservación de los mismos. Consideramos que dichas condiciones eran necesarias para la conservación, pero no suficientes; de hecho, faltaría una condición adicional, cuya importancia merece tratamiento aparte: la prevención de incendios. En el contexto actual de Canarias, donde la sobreexplotación de los bosques ha sido eliminada y los usos humanos están controlados, la principal amenaza a la conservación del bosque con mucha diferencia la constituye el fuego. Podemos pensar que si se controlara éste, el 50% o más de la conservación estaría asegurada. Sin restar importancia a las demás tareas de mantenimiento, hablar hoy en Canarias de conservación del bosque es, sin exagerar, hablar de evitar los incendios forestales.

Las causas que originan estos incendios son, en una inmensa mayoría, de origen artificial, una importante proporción de los cuales, son intencionados. El incendio forestal no es una función ambiental, tampoco es un uso o aprovechamiento, no existe contrapartida económica que compense los costes que originan sus efectos. Por tanto, no existe motivo alguno que justifique tal evento, con lo cual tenemos que, al menos en teoría, todos los intereses confluyen en su contra. Por otro lado, los efectos de las pérdidas o de

los efectos de un incendio forestal son muy diversos, pudiendo incluir catástrofes con resultado de pérdida de vidas humanas, además de ocasionar, en muchos casos, irreversibilidades, cuyo coste, como hemos argumentado tiende al infinito. Si aceptamos que no existen beneficios que se deriven de un incendio (al menos beneficios generales para el bien común de la sociedad) y, por otro lado, sus costes pueden ser tan elevados, la implementación de medidas preventivas encaminadas a su total erradicación está plenamente justificada. La situación actual, sin embargo, no ha llegado a este nivel, aunque se realizan esfuerzos para ello. La prueba de esto son los importantes incendios que se siguen produciendo (Tabla 9), los más recientes durante el verano de 1990.

Por tanto, como conclusión, consideramos que es un objetivo prioritario adoptar a corto plazo una política de prevención de cara a la erradicación del incendio forestal en Canarias, con especial atención de aquellas áreas más sujetas a la irreversibilidad (por ej: los reductos de laurisilva), dotándose de los fondos necesarios para ello, cuya justificación es absoluta.

TABLA 9: INCENDIOS FORESTALES EN CANARIAS 1977-85

AÑO	NUMERO	HAS.AFECTADAS (*)
1977.....	28.....	288
1978.....	56.....	558,3
1979.....	25.....	537,9
1980.....	36.....	1.330,5
1981.....	83.....	4.132,1
1982.....	45.....	80,4
1983.....	99.....	7.157,6
1984.....	72.....	1.313,8
1985.....	51.....	132,2

=====

FUENTE: Icona y elaboración propia

(*) Arbolado + monte bajo + matorrales

3.5 REPOSICION, REPOBLACION, PREVENCIÓN.- Como ya hemos visto, el objetivo central es el mantenimiento de las existencias actuales de bosque, cifradas aproximadamente en 19.000 Has. de laurisilva (Velázquez Padrón et al.,1985) y 65.000 de pinar canario (Blanco Andray et al.,1989), sin olvidar que, aunque estamos estudiando estos dos ecosistemas, existen otros, como el fayal-brezal, bosques no autóctonos (otras especies de pinos, procedentes de repoblación). Este objetivo, como también vimos, debe sustentarse en una política eficaz de prevención, en especial frente a los incendios. En segundo lugar, podemos hablar, ligado al objetivo anterior, de una reposición en sentido restringido, que consistiría en repoblar, lo más rápidamente posible, cuando se produzcan reducciones en las extensiones de bosques debido a incendios, etc. Seguimos hablando de mantener las existencias actuales, con lo que esta reposición podría incluirse en el primer punto, pues se trata del mismo objetivo.

Finalmente, una vez cubierto el objetivo anterior, podemos hablar de una reposición en sentido amplio, referida a las extensiones originales de los distintos tipos de bosque. El límite máximo de esta reforestación sería el de las áreas potenciales que se supone ocuparon originalmente estos bosques, las cuales son generalmente bien conocidas para las diferentes islas. No cabe duda de que esta tarea es de una enorme envergadura, pero es una inversión por muchas razones

justificada. Lógicamente, dependiendo de cada isla, bosque, etc. sus características y posibilidades variarán. Habrá casos donde, por diversas razones, como el uso, el poblamiento humano, el régimen de propiedad, etc. de estas áreas no podrá realizarse la repoblación. Por otro lado, dado el volumen de recursos necesario y su naturaleza, esta tarea es de un horizonte temporal largo, teniendo así el carácter de inversión de rentabilidad a medio o largo plazo. Ya existen importantes iniciativas en este sentido que es necesario continuar y ampliar, como es el caso del acuerdo entre el Cabildo de Tenerife y el Gobierno de Canarias de 1991 por medio del cual se han repoblado zonas de pino canario principalmente en la zona de cumbres del Sur de la isla.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

1) Existen serias deficiencias de información en relación con los ecosistemas forestales de Canarias que, en gran parte, han condicionado los resultados de este trabajo. En concreto, destacan los siguientes campos:

- Ciclo del agua en los montes. Balance hidrológico. Importancia de la precipitación horizontal. Consumo de agua por los componentes del ecosistema. Etc.

- El bosque y el suelo. Balances de creación y destrucción de suelos en las distintas zonas y subtipos de bosque. Capacidad potencial de prevención de la erosión. Puntos de pérdidas potenciales de suelo de carácter irreversible. Etc.

- Daños causados por la erosión: destrucción de fincas, carreteras, relleno de embalses, etc. Detección de las zonas más afectadas y la posibilidad de la repoblación forestal como solución.

- Estudio científico de los aprovechamientos forestales y sus repercusiones a corto y a largo plazo en los ecosistemas.

Especial atención al caso de la pinocha. Estudio y rescate de actividades artesanales ligadas al bosque.

- Estudio del uso turístico y su impacto ambiental. Especial atención al caso de los jeep-safaris.

- Estudio del uso de las zonas recreativas. Estudio de impacto ambiental del mismo.

- Estudio de los microclimas forestales como condicionantes del éxito de la repoblación. Otros efectos locales.

- Estudio pedagógico sobre la importancia de la educación ambiental en el bosque. Su incidencia en la conservación. Peso necesario y distribución en el currículum escolar. Etc.

- Estudio de la regulación atmosférica de los montes. Balance y equilibrio de gases según distintas zonas. Función de purificación del aire e impacto de la contaminación atmosférica sobre los montes.

- Estudio psicológico sobre los vínculos de la población con los montes.

- Estudio general de la repoblación en Canarias.

Experiencias, resultados, métodos, costes, zonas, prioridades, etc.

- Estudio general de la conservación en Canarias. Prevención, usos y tendencias, el incendio, concienciación de la población, zonas más amenazadas, etc.

2) El enfoque de las funciones ambientales presenta un gran potencial para captar la esencia de los distintos beneficios que los bosques proporcionan. En muchos casos se obtienen o pueden obtenerse datos físicos que dan idea de la dimensión de los mismos. En la medida que se avance en la investigación, se podrán obtener más datos y mayor precisión.

3) La posibilidad de obtener valoraciones monetarias de los beneficios de los montes es muy limitada. De las 9 funciones estudiadas, sólo en 4 de ellas se ha podido intentar una valoración. De estas 4, sólo 2 pueden ser evaluadas de una forma razonable: la función productiva (que, de hecho, era la única que se valoraba hasta ahora) y la de captación de agua; si bien, esta última necesita de estudios más rigurosos para obtener una mayor precisión. Las otras dos funciones son más complicadas: en el caso de las edáficas, es necesaria mucha más información y existen serios problemas para asignar un precio al suelo. Por su parte, en el caso de los beneficios recreativos, el método más usado, el del coste de viaje, ha

demostrado tener importantes limitaciones técnicas que lo desaconsejan en Canarias, aunque sería necesario experimentar más.

4) Las valoraciones monetarias, aunque tienen importancia para captar mejor los beneficios forestales, no pueden ser, en ningún caso, un instrumento para la gestión de los bosques. Además de ser incompletas (muchas funciones quedan fuera de la valoración) e inexactas (serias limitaciones en la valoración), no captan el fenómeno de la irreversibilidad ni sirven de guía para una gestión sostenible de los ecosistemas.

5) La conservación total de los bosques supone unos beneficios de oportunidad de carácter infinito. Por tanto, se justifica plenamente, desde un punto de vista económico, dicha conservación, entendida como una gestión sostenible o el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales.

6) La única excepción a lo dicho en el punto anterior sería el caso de conflicto real entre las necesidades básicas de la población y la conservación; conflicto inexistente hoy en Canarias.

7) Dado que el incendio forestal constituye la mayor

amenaza actual para la conservación de los montes en Canarias, deben centrarse los esfuerzos por erradicar por completo este fenómeno.

8) Otro aspecto fundamental en la conservación es detectar los puntos donde exista riesgo potencial de irreversibilidad: zonas, especies, usos peligrosos, etc., de forma que estos focos deben tener prioridad de atención en las medidas de conservación.

9) La repoblación forestal se apunta como una alternativa muy interesante dados los grandes beneficios que proporcionan los bosques. En especial, supone una opción muy superior con respecto a la alternativa actual en el caso de zonas deforestadas sin otro aprovechamiento (agrícola, etc.). Casos de repoblación ineludible son:

- La isla de Gran Canaria, especialmente en el caso de la laurisilva, constituyendo una necesidad imperiosa.

- Las zonas deforestadas que supongan un foco de producción de irreversibilidades, como por ejemplo, la pérdida irreversible de suelo.

- Las zonas de influencia de la precipitación horizontal que no cuenten con una cubierta forestal apropiada.

RECOMENDACIONES

Basándonos en el punto anterior, tenemos las siguientes recomendaciones:

1) Potenciar la investigación de los ecosistemas forestales, en especial, en los campos citados en el apartado anterior. La investigación no debe limitarse a la laurisilva y el pinar, sino a los demás ecosistemas forestales.

2) Totalmente justificadas desde el punto de vista económico, deben implementarse las medidas necesarias para GARANTIZAR la conservación de los ecosistemas forestales. En esta tarea, debe primar la prevención, siendo puntos de control de la misma la erradicación de los incendios, la no producción de irreversibilidades y la eliminación de los usos que supongan una amenaza real para la conservación.

3) La repoblación forestal, muy beneficiosa económicamente, debe ser prioritaria y acometerse en las zonas indicadas en el apartado anterior (punto 4, 9). En las demás zonas, constituye, según los casos un objetivo interesante.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA KLINK, F., CASTILLA GUTIERREZ, C. y SANCHEZ PADRON, M. (1990): "Interpreting Ecological Economics in a Postmodern Era: Sustainable Development versus the Lack of Development. Towards an International Ecological Order". Ponencia presentada en el Congreso "Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo 1990.

AGUILERA KLINK, F. Y CASTILLA GUTIERREZ, C. (1990): "Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible: consideraciones en torno al caso de El Rincón" en El Rincón. Coordinadora popular en defensa de El Rincón.

AGUILERA KLINK, F. Y CASTILLA GUTIERREZ, C. (1991): "Overexplotation and Irreversibility: Some Issues.". Ponencia presentada en el Congreso "Sobreexplotación de Acuíferos". Puerto de La Cruz, Tenerife, Abril, 1991.

AGUILERA KLINK, F. (1991): "Economía del medio ambiente: notas para un estado de la cuestión". Cuadernos de economía, Vol. 19, n° 55.

AGUILERA KLINK, F Y CASTILLA GUTIERREZ, C. (1991): Valoración económica de los montes de Canarias. Fase 2. No publicado.

ALLEN, P.G. et al. (1981): "The Effects of Variable Omission in the Travel Cost Technique". Land Economics, Vol. 57, N° 2.

ARROW, K.J. Y FISHER, A.C. (1974): "Environmental Preservation, Uncertainty and Irreversibility". Quaterly Journal of Economics, Vol. 55.

ATKINSON, J.W. BIRCH, D. (1970): "The Dynamics of Action". New York: John Hopkins & Sons, 1970. (Citado por Allen, P.G. et al. en: "The Effects of Variable Omission in the Travel Cost Technique". 1981, Land Economics, Vol. 57, n° 2).

ATTALI, J. Y GUILLAUME, M. (1976): El antieconómico. Ed. Labor, Barcelona.

BAUMOL, W.J. (1968): "On the Social Rate of Discount". American Economic Review, Vol. 58, N° 4.

BARBIER, E.B. (1987): "The Concept of Sustainable Development". Environmental Conservation, Vol. 14, N° 2.

BOHM, P. (1972): "Estimating Demand for Public Goods: An Experiment". European Economic Review, Vol. 3, N° 2.

BISHOP, R.C. (1978): "Endangered Species and Uncertainty: The

Economics of a Safe Minimum Standard". American Journal of Agricultural Economics, Vol. 60, N° 1.

BISHOP, R.C. (1982): "Option Value: An Exposition and Extension". Land Economics. Vol. 58, N° 1.

BISHOP, R.C. Y HEBERLEIN, T.A. (1979): "Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?". American Journal of Agricultural Economics, Vol.61.

BLANCO ANDRAY et al. (1989): Estudio Ecológico del Pino Canario. Icona, Serie Técnica N° 6.

BLANK, F. et al. (1977): "Valuation of Aesthetic Preferences: A Case Study of The Economic Value of Visibility". Report, University of Wyoming. (Citado por Schulze et al. en: "Valuing Environmental Commodities: Some Recent Experiments", 1981, Land Economics, Vol. 57, N° 2.

BOYLE, K.J., BISHOP, R.C. Y WELSH, M. (1985): "Starting Point Bias in Contingent Valuation Bidding Games". Land Economics, Vol.61.

BOYLE, K.J. et al. (1988): "Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques". American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70, N° 1.

BRADFORD, D.F. (1970): "Benefit-Cost Analysis and Demand Curves for Public Goods". Kyklos, N° 23.

BROMLEY, D. (1978): "Property Rules, Liability Rules and Environmental Economics". Journal of Economic Issues, Vol. 12, N°1.

BROMLEY, D. (1982): "Land and Water Problems: An Institutional Perspective". American Journal of Agricultural Economics. Vol. 64.

BROOKSHIRE, D.S. et al. (1983): "Estimating Option Prices and Existence Values for Wildlife Resources". Land Economics, Vol. 59, N° 1.

BROWN, T.C. (1984): "The Concept of Value in Resource Allocation". Land Economics, Vol .60, N° 3.

BROWN, L. (1991): Entrevista en Tomorrow, N° 1. (Citado por Lohmann, L., 1991, en "Dismal Green Science", The Ecologist, Vol. 21, N° 5.

CALLICOT, J.B. (1986): "On the Intrinsic Value of Nonhuman

Species". The Preservation of Species. Norton, B.G. (ed.). Princeton University Press.

CAPRA, F. (1985): El punto crucial. Ed. Integral. Barcelona.

CASTILLA, C. (1992): "Economía Ecológica: El caso de las irreversibilidades". Información Comercial Española, N° 711.

CHANDRAKATH, M.G. Y ROMM, (1978): "Sacred Forest, Secular Forest Policies and People's Actions". Natural Resources Journal, Vol. 31, N° 4.

CASTILLA, C. (1992): "¿Puede la valoración del medio ambiente resolver el problema de su gestión eficaz?". III Jornadas de Economía Crítica. Barcelona, Febrero de 1992.

CESARIO, F.J. Y KNETSCH, J. (1976): "Time Bias in Recreation Benefit Valuation". Water Resources Research, N° 6.

CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1957): Conservación de los Recursos: Economía y Política. Fondo de Cultura Económica. México-Buenos Aires.

CLARK, M.E. (1990): "Rethinking Ecological and Economic Education: A Gestalt Shift". Ponencia presentada en el Congreso "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo 1990.

CLAWSON, M. Y KNETSCH, J.L. (1966): "Economics of Outdoor Recreation". John Hopkins Press. (Citado por Hufschmidt et al. en: "Environment, Natural Systems and Development", Pag. 216.

COLLARD, D. (1988): "Catastrophic Risk: or the Economics of Being Scared" en Economics, Growth and Sustainable Environments. Mac Millan.

COMISION DE REURSOS HIDRAULICOS DEL CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA (1991): "Las aguas de Gran Canaria". Avance del Plan Hidrológico.

COMISION MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. (1987): Nuestro futuro común. Alianza editorial.

COSTANZA, R. et al. (1987): "The Valuation and Management of Wetland Ecosystems". Conferencia Internacional de Ecología y Economía, Barcelona.

COSTANZA, R. (1989): "What is Ecological Economics ?". Ecological Economics, Vol. 1, N° 1.

COSTANZA, R. Y FARBER, S.C. (1985): "The Economic Value of Coastal Wetlands in Louisiana". Center for Wetland Resources.

Louisiana State University.

CROPPER, M.L. (1971): "The Valuation of Locational Amenities, An Alternative to The Hedonic Price Approach". Methods Development for Assessing Air Pollution Control Benefits. Studies on Partial Equilibrium Approach to Valuation of Environmental Amenities, Vol.4, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. (Citado por Husfchmidt et al.en: "Environment, Natural Resources and Development").

CUMBERLAND, J.H.(1990): "Intergenerational Transfers and Ecological Sustainability". Ponencia presentada en el Congreso "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo, 1990.

DA CRUZ, H. (1989): "Selvas, ahora o nunca". Integral, N° 111.

DALY, H.E. (1980): "The Economic Thought of Frederick Soddy". History of Political Economy, Vol. 12, N° 4.

DALY, H.E. (1981): (Citado por Umana, A. (1988/89). Sourcebook on Ecological Economics. Vienna Centre. Unesco.)

DALY, H.E. (1988): "On Sustainable Development and National Accounts" en Economics, Growth and Sustainable Development. Mac Millan.

DALY, H.E. (1990): Comentario efectuado en el Congreso "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo, 1990.

DASGUPTA, P Y MALER, K.G.: "Social Cost Benefit Analysis and Soil Erosion". en Economy and Ecology: Towards Sustainable Development. F. Archibugi y P.Nijcamp (Eds.).

DAVIS, R.V. (1963): "Recreation Planning as an Economic Problem". Natural Resources Journal, Vol.36. (Citado por Boyle, K.J. y R.C.Bishop en:"Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques" 1988, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70, N° 1.

DESVOUGES, W.H., SMITH, K.Y Mc GIVNEY, M.P. (1982): "A Comparison of Alternative Approaches for Estimating Recreation and Related Benefits of Water Quality Improvements" 1982, Review Economy Statistics, Vol.54. (Citado por Boyle,K.J. y R.C.Bishop en: "Welfare Measurements Using Continget Valuation: A Comparison of Techniques" 1988, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70, N° 1.

EBERLE, W.D. Y HAYDEN, F.G. (1991): "Critique of Contingent Valuation and Travel Cost Methods for Valuing Natural Resources

and Ecosystems. *Journal of Economic Issues*, Vol. 25, N° 3.

EHRENFELD, D. (1972): *Conserving Life on Earth*. Oxford University Press. New York. (citado por Mc Neely et al., 1990, *Conserving the World's Biological Diversity*. Varios editores.).

EHRENFELD, D. (1988): "Why put a value on biodiversity?" en *Biodiversity*. Wilson y Peter (eds.). Washington, D.C. (citado por Mc Neely et al., 1990, *Conserving the World's Biological Diversity*. Varios editores.).

EHRlich, P.R. Y EHRlich, A. (1981): *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. Random House, New York.

ESCARRE, A. et al. (1984): "Ecología del bosque esclerófilo mediterráneo". *Investigación y Ciencia*. Vol. 95, N. 69/78.

FABER, M. et al. (1987): "On Modelling Interactions Between the Economy and the Environment in the Long Run". Ponencia presentada en el Congreso sobre Economía y Ecología, Barcelona, Septiembre, 1987.

FARBER, S. (1990): "Local and Global Incentives for Sustainability: Failures in Economics Systems". Ponencia presentada en el Congreso "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo 1990.

FAUCHEUX, S. (1990): "Sustainability in Light of an Eco-Energetic Analysis". Conferencia Internacional "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C.

FORSUND, F.R. Y STROM, S. (1988): *Environmental Economics and Management: Pollution and Natural Resources*. Croom Helm (Ed.).

FRANQUESA, T. (1991): "Educación ambiental en espacios naturales protegidos". Ponencia del Seminario sobre la gestión de espacios naturales. Colegio de Biólogos-ECBA. La Laguna, Mayo, 1991.

FREEMAN, M., HAVEMAN, R.H. Y KNEESE, A. (1973): *The Economics of Environmental Policy*. John Wiley y Sons.

FRIEDMAN, M. (1967): "Value Judgements in Economics", S. Hook (comp.), *Human Values and Economic Policy*, New York University Press. (citado por Hunt y Schwartz, op. cit.)

FUNTOWICZ, S. (1992): "Gestión de riesgos ecológicos y la noción de ciencia postnormal". *Ecología política*, N° 4.

FERNANDEZ-PALACIOS, J.M. et al, (en prensa): "Aproximación a

la evaluación de la PPN de cuatro estaciones representativas de los ecosistemas tinerfeños más característicos". *Studia Oecologica*.

GARCIA MORALES, M. (1989): El bosque de laurisilva en la economía guanche. Cabildo de Tenerife. Publicaciones científicas. Museo arqueológico, segunda época, N° 12.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1975): "Energía y mitos económicos". *Información Comercial Española*, Mayo 1975.

GONZALEZ HENRIQUEZ, M. et al. (1986): Flora del archipiélago canario. Edirca.

GORDON, W. (1990): "The Role of Tool's Social Value Principle". *Journal of Economic Issues*, Vol. 24, N° 3.

GOSZ, J.R. et al. (1978): "El flujo de energía en un ecosistema de bosque". *Investigación y Ciencia*, Vol. 20, N° 46/57.

GRAMSCI, A. (1982): Antología. (citado por Vargas-Machuca en *diccionario de filosofía contemporánea*, Ed. Sígueme, Salamanca, 1976).

GREENLEY, D.A., WALSH, R.A. Y YOUNG, R.A. (1981): "Option Value: Empirical Evidence from a Case Study of Recreation and Water Quality". *Quarterly Journal of Economics*, Vol.96

GUILLEN, A. (1991): Técnica de desinformación. Fundación Anselmo Lorenzo, Madrid.

HAYDEN, F.G. (1991): "Instrumental Valuation Indicators for Natural Resources and Ecosystems". *Journal of Economic Issues*, Vol. 25, N° 4.

HOINVILLE, G.R. Y BERTHOUD, R. (1970): "Identifying and Evaluating Trade-Off Preferences: An Analysis of Environmental Accessibility Priorities". London: Social and Community Planning Research. (Citado por Hufschmidt et al.: *Environment, Natural Systems and Development*).

HOWE, C.W. (1979): *Natural Resource Economics*. John Wiley y Sons.

HUETING, R. (1971): "La estructura del cuadro estadístico que permita evaluar la degradación del medio ambiente humano", Instituto de Estudios Económicos.

HUETING, R. (1988): "Welfare Measures, National Accounting Aggregates and their usefulness for the Consideration of Environmental Problems". Foundation for International Studies.

Vienna Centre. Unesco.

HUETING, R. (1990): "Correcting National Income for Environmental Losses: A Practical Solution for a Theoretical Dilemma". Foundation for International Studies. Vienna Centre, Unesco.

HUFSCHMIDT, M.M. et al. (1983): "Environment, Natural Systems and Development". The John Hopkins Press Ltd., London.

HUNT, E.K. Y SCHWARTZ, J.G. (1972): Crítica de la teoría económica. Fondo de cultura económica. México.

KAPP, K.W. (1974): Environmental Policies and Development Planning in Contemporary China and Other Essays. Mouton. Paris. The Hague.

KRUTILLA, J.V. (1967): "Conservation Reconsidered". American Economic Review, Vol. 57.

KRUTILLA, J.V. Y FISHER, A.C. (1985): "The Economics of Natural Environments". Resources for the future, Washington, D.C. (citado por Pearce, D. et al. en Sustainable Development, 1990, Edward Elgar (ed.)).

LEACH, G. (1976): Energy and Food Production, IPC Science and Technology, Londres.

LOPEZ, F. (1984): "El agua recurso natural renovable". El Campo. Boletín de información agraria, N° 96. Banco de Bilbao.

LOPEZ DE SEBASTIAN, J. (1975): "Economía de los espacios de ocio" Instituto de Estudios de Administración Local. Col. Nuevo Urbanismo; N° 14, Madrid. (Citado por Isla, M. y A. Soy; "Aspectes metodologics en l explotació turística y dels espais naturals", 1988, Centro de Estudios de Planificación, Universidad de Barcelona.

LOWE, J. Y LEWIS, D. (1980): The Economics of Environmental Management. Phillip Allan (Ed.).

LLANO, A. (1992). En Veinte claves para la nueva era. Ed. Rialp. Madrid.

MACHADO, A. (1986): "Razones y peculiaridades de una estrategia canaria para la conservación". Congreso de Cultura Canaria, La Laguna.

MALER, K.G. Y WYZGA, R.E. (1976): "Economic Measurement of Environmental Damage: A Technical Handbook". París: OCDE

(Citado por Hufschmidt et al. en "Environment, Natural Systems and Development").

MARTINEZ, E. (1991): "Entrevista al presidente del Club de Roma". Conciencia Planetaria, N° 3.

MARTINEZ ALIER, J. (1984): L'Ecologisme i l'economia: historia d'unes relacions amagades. Edicions 62, Barcelona.

MARTINEZ ALIER, J. (1987): "Economía y Ecología: Cuestiones fundamentales. Pensamiento Iberoamericano, N° 12.

Mc NEELY et al. (1990): Conserving The World's Biological Diversity. Varios editores.

MICHAELI, D. (1972): Fog Condensation, Dew Evaporation Reduction in the Canary Islands. Unesco. (citado en Spa-15. MOPU-Unesco).

MISHAN, E.J. (1971): Los costes del desarrollo económico. Oikos.

MISHAN, E.J. (1972): Cost-Benefit Analysis. Ed. Layard. New York, Penguin Books.

MITCHELL, R.C. Y CARSON, C.T. (1981): "An Experiment in Determining Willingness to Pay for National Water Quality Improvements". Washington D.C., U.S. Environment Protection Agency. (Citado por Boyle, K.J. y R.C. Bishop en: "Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques", 1988, American Journal of Agricultural Economics, Vol.70, N° 1.

MONTES MARTINEZ, J.M. Y SUBIRA BADOS, R. (1978): "El Medio Ambiente y las necesidades científicas". Boletín Informativo del Medio Ambiente, N° 6.

MORILLO, C. (1991): "El uso de los espacios naturales para mantener la diversidad biológica". Seminario sobre la gestión de espacios naturales. ECBA-Colegio de Biólogos

MYERS, N. (1990): Lessons of the Rainforest. Susanne Head y Robert Heinzman (eds.).

NASH, C. Y BOWERS, J. : "Alternative Approaches to the Valuation of Environmental Resources". Sustainable Environmental Management, Westview Press.

NAREDO, J.M. Y CAMPOS, P. (1980): "Los balances energéticos de la agricultura española". Agricultura y Sociedad, N° 15.

- NAREDO, J.M. (1987): La economía en evolución. Siglo XXI.
- NAREDO, J.M. (1987): " ¿ Que pueden hacer los economistas para ocuparse de los recursos naturales?. Desde el Sistema Económico hacia la Economía de los Sistemas". Pensamiento Iberoamericano, N° 12.
- NAREDO, J.M. (1990): "From the Economic System towards an Economic of Systems". Conferencia "The Ecological Economics of Sustainability", Washington, D.C., Mayo, 1990.
- NAREDO, J.M. Y GASCO, J.M. (1990): "Enjuiciamiento económico de la gestión de los humedales. El caso de las Tablas de Daimiel". Revista de Estudios Regionales, N° 25.
- NAREDO, J.M. (1992): "Transdisciplinariedad y medio ambiente en el pensamiento económico actual". Revista de economía, N° 14.
- NORGAARD, R.B. (1989): "The case for methodological pluralism". Ecological Economics, Vol. 1, N° 1.
- NORGAARD, R.B. (1990): "The Development of Tropical Rainforest Economics" en Lessons for the Rainforest. Head, S. y Heinzman, R. (Eds.). Sierra Club Books, San Francisco, California, USA.
- NORGAARD, R.B. (1984): "Coevolutionary Development Potential", Land Economics, Vol. 60, N° 2, Mayo.
- NORTON, B.G. (1986): The Preservation of Species. Princeton University Press.
- ODUM, H.T. Y ODUM, E.C. (1983): "Energy Analysis Overview of Nations". Working Paper, IIASA, Laxemburg, Austria.
- O'RIORDAN, T. (1988): "The Politics of Sustainability". en Sustainable Environmental Management. K.Turner (Ed.).
- ORTEGA et al. (1990): "Tagasaste. Chamaectysus prolíferus (L.F.) Link SSP Christ Kunkel. Una leguminosa forrajera arbustiva originaria de la isla de la Palma". Canarias Agraria y Pesquera, N° 8.
- PADRON PADRON, P.A. (1993): Estudio edafoambiental de la isla de El Hierro. Tesis doctoral no publicada. Dpto. de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna.
- PADRON PADRON, P. Y RODRIGUEZ RODRIGUEZ, A. (1991): "Sobre la formación-destrucción de suelos en ecosistemas forestales en las islas Canarias. (no publicado).

PAGE, T. (1977): Conservation and Economic Efficiency. The John Hopkins University Press.

PARSONS, J.J. (1981): "Human influences on the pine and laurel forests of the Canary Islands". The Geographical Review, Vol. 71, N° 3.

PASSET, R. (1979): L'économie et le vivant. Payot, París.

PEARCE, D. Y MARKANDYA, A. (1986): "Marginal Oportunity Cost as a Planning Concept in Natural Resurse Management". Western Science Association.

PEARCE, D. Y MARKANDYA, A. (1987): "Natural Environments and the Social Rate of Discount". Departament of Economics, University College, London.

PEARCE, D., BARBIER, E. Y MARKANDYA, A. (1990): Sustainable Development. Edward Elgar (Ed.).

PEREZ DE PAZ, P.L. Y MEDINA MEDINA, I. Catálogo de las plantas medicinales de la flora canaria. Instituto de Estudios Canarios y Vicecons. de Cultura y Deportes Gobierno de Canarias.

PIMENTEL, D. Y PIMENTEL, M., (1979): Food, Energy and Society, Edward Arnold, Londres. (Citado por Naredo, J.M. y Campos, P., 1980: "Los balances energéticos de la agricultura española", Agricultura y Sociedad, N° 15).

POLANYI, K. (1985): The Great Transformation (citado por Henderson, H., La Política de la Edad Solar, F.C.E., 1985).

PROOPS, J.L. (1989): "Ecological Economics: Rationale and problem areas". Ecological Economics, Vol.1, N° 1.

PUNTI, A. (1987): "Some Limits of the Energy Value in Natural Resources Accountancy". Conferencia Internacional sobre Ecología y Economía, Barcelona.

QUIRANTES, F. (1981): El regadío en Canarias. Edirca.

RANDALL, A. et al. (1974): "Bidding Games for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements". Journal of Environmental Economics and Management, N° 1.

RANDALL, A. (1986): "Human Preferences, Economics and the Preservation of Species". The Preservation of Species. Norton, B.G. (ed). Princeton University Press.

RANDALL, A. Y STOLL, J.R. (1980): "Consumer Surplus in Commodity Space". American Economic Review, Vol. 70, N° 3.

REDCLIFT, M. (1987): Sustainable Development. Exploring the Contradictions. Methuen.

REPPETO, R. (1989): Wasting Assets. Natural Resources in the National Income Accounts. World Resources Institute.

RODRIGUEZ BRITO, W. (1992): Canarias: Agricultura y Ecología. Cabildo Insular de Tenerife/Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife.

ROLSTON, H. (1985): "Valuing Wildlands". Environmental Ethics, N°7. (citado por Mc Neely et al.,1990, Conserving the World's Biological Diversity. Varios editores.).

ROMM, J. (1969): "The Value of Reservoir Recreation". Water Resources and Marine Center. Technical Report (Citado por Hufschmidt et al. en "Environment, Natural Systems and Development").

ROWE et al. (1980): "An Experiment on the Economic value of a Natural Amenity". Journal of Environment Economics and Management, N° 7 (Citado por Schulze et al. en:"Valuing Environmental Commodities: Some Recent Experiments" 1981, Land Economics, Vol.57, N° 2.

RUIZ, G. (1985): "Mercado, precios y la valoración socio-económica del Medio Ambiente". Cuaderno de Ciencias Económicas y Empresariales, N° 16. Universidad de Málaga.

SAMPLES et al. (1986): "Information Disclosure and Endangered Species Valuation". Land Economics, Vol. 62, N° 3.

SANTANA, L. (1987): "Estudio de las precipitaciones de niebla". (No publicado).

SANTOS, A. (1979): Árboles de Canarias. Edirca.

SANTOS, A. et al. (1993): "El árbol fuente". Mundo Científico. Vol. 13, N° 132.

SCHULZE et al. (1981): " Valuing Environmental Commodities: Some Recent Experiments". Land Economics, Vol.57, N° 2.

SCITOWSKY, T. (1976): "Renta y felicidad". Revista española de economía. N° 2.

SEN, A. (1973): "Behaviour and the Concept of Preference". Económica.

SINDEN, J.A. Y WORRELL, A.C. (1979): Unpriced Values: Decisions Without Market Prices. New York:Wiley

SMITH, V.K., DESVOUGES, W.H. Y FISHER, A. (1986): "A Comparison of Direct and Indirect Methods for Estimating Environmental Benefits". American Journal of Agricultural Economics, Vol.68, N° 2.

SMITH, V.K. Y KRUTILLA, J.V. (1979): "Resource and Environmental Constraints to Growth". American Journal of Agricultural Economics, Vol. 61, N° 3.

SMITH, V.K. (1990): "Can We Measure the Economic Value of Environmental Amenities?". Southern Economic Journal, Vol. 56, N° 4.

SODDY, F. (1922): Cartesian Economics, The Bearing of Phisycal Science upon State Stewardship. Handerson, London. (Citado por Martínez Alier, 1987, op.cit.).

SUNKEL, O. (1980): "La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en América Latina", Revista de la Cepal, Diciembre.

SWEENEY, J.A. Y OLSON, P.I. (1992): "The Economics of Biodiversity: Lives and Lifestyles", Journal of Economic Issues, Vol. 26, N° 1.

THALER, R. Y ROSEN, S. (1975): "The Value of Saving a Life: Evidence from the Labor Market". Working Paper N° 7401 Rochester, N.Y.:University of Rochester. Graduate School of Management (Citado por Hufschmidt et al. en:"Environment, Natural Systems and Development").

THAYER, M.A. (1981): "Contingent Valuation Techniques for Assessing Environmental Impacts: Further Evidence". Journal of Environmental Economics and Management, N° 8.

TOLEDO, V.M. (1985): Ecología y autosuficiencia alimentaria. Siglo XXI editores, México.

TOOL, M.R. (1990): "Instrumental Value an Eternal Verity?". Journal of Economic Issues, Vol. 24, N° 4.

TORRES, M.Y BETANCOR, J. (1992): "La desalación de agua de mar en los abastecimientos de agua. Coste del agua desalada". Comisión XVIII de la Asociación Española de Abastecimiento, Saneamiento, Desalación y Reutilización de aguas residuales.

TURNER, R.K. (1988): "Sustainability, Resource Conservation and Pollution Control: An Overview". Sustainable Environmental Management, Westview Press.

VALDES, G. (1980): "Comentario" al artículo de O. Sunkel "La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en América Latina". Revista de la Cepal, N° 12.

VARIOS. (1975): Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). MOPU-Unesco.

VARIOS. "El agua en Canarias". Avance del Plan Hidrológico del Hierro.

VARIOS. Estudio hidrogeológico general de la isla de la Gomera. Instituto Geológico y Minero de España.

VAN KOOTEN, (1992): (citado por Anielsky, M. (1992): "Accounting for carbon fixation by Alberta's forests and peatlands", II Meeting de la ISEE, Estocolmo.

VELAZQUEZ PADRON et al. (1985): Laurisilva, estudio de conservación forestal. Icona, monografía N° 46.

VICTOR, P.A. (1991): "Indicators of Sustainable Development: Some Lessons from Capital Theory". Ecological Economics. Vol. 4. N° 3.

VIEDERMAN, S. (1992): "A Challenge to Ecological Economists". ISEE Newsletter, Febrero.

WALLER, W.T. Y ROBERTSON, L.R. (1991): "Valuation as Discourse and Process: or How We Got Out of a Methodological Quagmire on Our Way to Purposeful Institutional Analysis". Journal of Economic Issues, Vol. 25. N° 4.

WALSH et al. (1984): "Valuing Option, Existence and Bequest Demands for Wilderness". Land Economics, Vol.60, N° 1.

WEISBROD, B. (1964): "Collective-Consumption Services of Individual-Consumption Goods". Quaterly Journal of Economics, Vol. 78.

WILSON, E.O. (1988): "The Current State of Biological

Diversity" en Wilson, E.O. (ed.) Biodiversity. National
Academy Press, Washington.