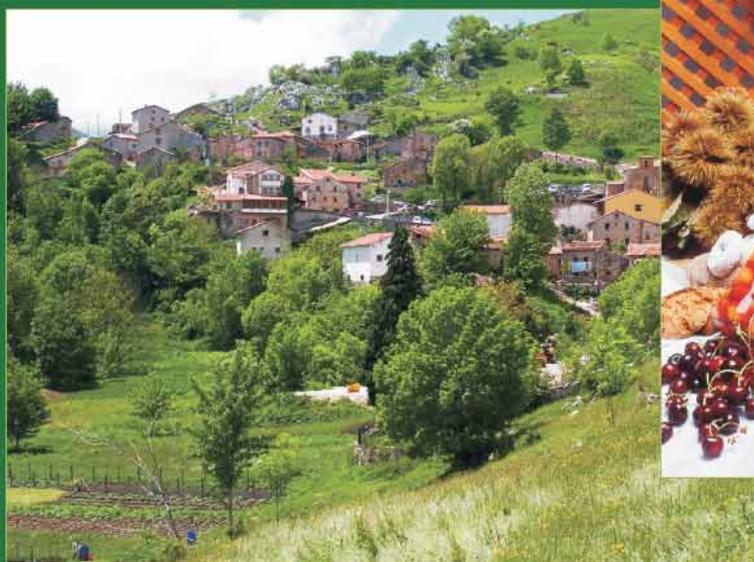
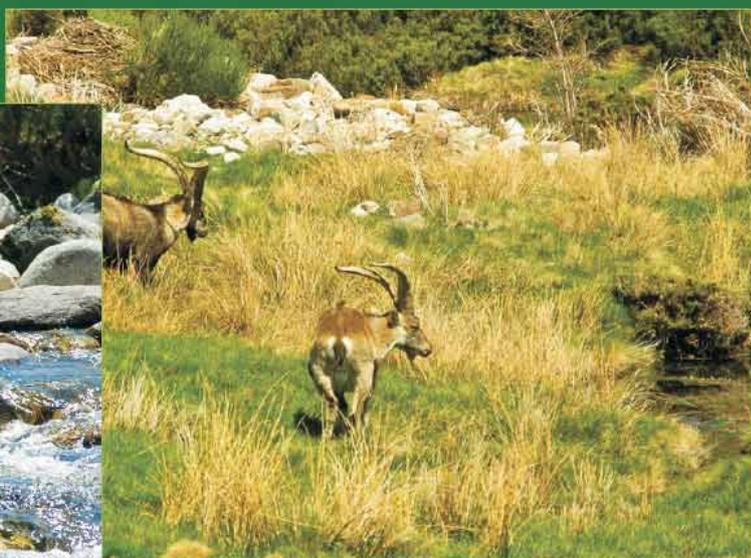
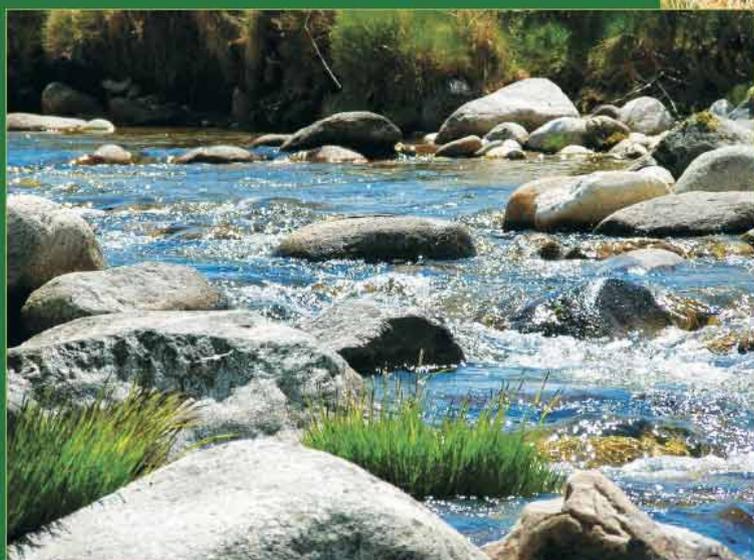


Servicios Ambientales en Reservas de la Biosfera Españolas



Miren Onaindía Olalde. Editora

Servicios Ambientales en Reservas de la Biosfera Españolas

Autores

Reyes Álvarez Vergel, Miguel Ángel Álvarez García, Ibone Amezaga,
José Arnáez, Pedro Arrojo Agudo, R. Bilbao González,
Martí Boada Juncà, Pablo Casares González, Federico J. Castillo,
J.J. Díez Casero, José Antonio Fernández Prieto,
Laura García de la Fuente, Carlos Mario Gómez Gómez, L. Gortázar,
C. Jiménez, Teodoro Lasanta, Roser Maneja Zaragoza, C. Marín,
Epifanio Miguélez, David Nortes, Miren Onaindia, Lorena Peña,
Xavier Querol Carceller, Juan Rita Larrucea, José Valentín Rocas Díaz,
Gerardo Rodríguez Mirallas, Gloria Rodríguez-Loinaz,
Sònia Sànchez Mateo, M. Tejedor, Alejandro Urmeneta y
Diego Varga Linde

Fotos portada:

Tania López-Piñeiro, Diego Barberán, Rodrigo Suárez, Archivo Mancomunidad Sierra de las Nieves

Edición:

Miren Onaindia Olalde

Coordinación de la edición:

Francisco José Cantos Mengs. Secretario del Comité Español del Programa MaB. Jefe de Área de Proyección y Desarrollo de la Red. OAPN.

Álvaro de Torres Suárez. Jefe de Servicio de Planificación. OAPN.

Antonia Agama Mota*. Oficina del Programa MaB.

Cristina Herrero Molino*. Oficina del Programa MaB.

Diego Barberán Molina*

* Tragsatec

NIPO: 781-10-040-5

Depósito Legal: BI-3084-2010

Maquetación e impresión: GRAFO, S.A.



ÍNDICE

	<i>Págs.</i>
PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN. EL RETO DE VALORAR LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS	13
1. Introducción.....	15
2. Referencias internacionales: el MEA y el TEEB	16
3. La economía ambientalista y la economía ecológica	17
4. La modelización marginal del valor de los ecosistemas	19
5. Del umbral crítico al buen estado ecológico	21
6. El enfoque pragmático de la directiva marco de aguas	23
7. Bibliografía	25
1. LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ORDESA-VIÑAMALA (ARAGÓN) DESDE LA PERSPECTIVA DE SU AMPLIACIÓN	27
1. La Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala: un proyecto en construcción.	29
2. Jánovas, un punto de inflexión en la historia del territorio.....	31
3. Identificación de los beneficios y servicios de los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala	32
4. Valoración de algunos de estos servicios en la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala	35
5. La provisión de agua para riego e hidroelectricidad	35
6. Provisión de agua de alta calidad para usos urbanos	38
7. Control de la colmatación del embalse de Mediano	38
8. Servicios recreativos	39
9. Bibliografía	40
2. DISEÑO DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES OFRECIDOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL MONTSENY	43
1. Introducción.....	45

	<u>Págs.</u>
2. Funciones y servicios ambientales	47
2.1. Funciones de regulación	47
2.1.1. <i>Regulación atmosférica y climática</i>	47
2.1.2. <i>Sujeción del suelo</i>	52
2.1.3. <i>Formación del suelo</i>	52
2.1.4. <i>Polinización</i>	53
2.1.5. <i>Función de refugio y criadero</i>	53
2.2. Funciones de producción	54
2.2.1. <i>Alimento</i>	54
2.3. Funciones de información.....	56
2.3.1. <i>Información estética</i>	56
2.3.2. <i>Función recreativa</i>	57
2.3.3. <i>Ciencia y educación</i>	57
3. Conclusiones	59
4. Agradecimientos	60
5. Bibliografía	61
3. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE RESERVAS DE LA BIOSFERA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS	65
1. Introducción.....	67
2. Metodología.....	69
a) Medio de estudio.....	69
b) Caracterización de los ecosistemas	69
c) Caracterización de las diferentes Reservas de la Biosfera y sus ecosistemas ..	71
<i>Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón</i>	71
<i>Reserva de Muniellos</i>	72
<i>Reserva de la Biosfera de Somiedo</i>	72
<i>Reserva de la Biosfera de Redes</i>	73
<i>Reserva de la Biosfera Picos de Europa</i>	74
d) Valoración de funciones, servicios y escalas a las que se suministran	75
3. Resultados	77
a) Funciones y servicios de regulación	77
b) Funciones de producción y servicios de abastecimiento	79
c) Funciones de información y servicios culturales	81
d) Impactos.....	83
e) Herramientas de Gestión.....	84
4. Discusión	85
5. Agradecimientos	88
6. Referencias bibliográficas	89

	<u>Págs.</u>
4. EVALUACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI (PAÍS VASCO)	91
1. Introducción.....	93
1.1. Un enfoque integral sobre la biodiversidad	93
1.2. Servicios de los ecosistemas	94
2. Metodología	95
2.1. Área de estudio	95
2.2. Evaluación y cartografía de los servicios de los ecosistemas	96
3. Resultados. Evaluación y cartografiado de los servicios de los ecosistemas ...	98
3.1. Servicio de soporte: Biodiversidad	98
3.2. Servicio de regulación: Regulación del ciclo hidrológico	100
3.3. Servicio de regulación: Almacenamiento de carbono	102
3.4. Servicios culturales: Uso recreativo	102
4. Discusión y conclusiones	102
5. Agradecimientos	104
6. Bibliografía	104
5. SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LOS VALLES DEL LEZA, JUBERA, CIDACOS Y ALHAMA (LA RIOJA)	107
1. Introducción.....	109
2. Funciones de los ecosistemas	110
3. Funciones de producción	117
4. Funciones de información	122
5. Impactos y presiones sobr los ecosistemas	125
6. Conclusiones	126
7. Referencias bibliográficas	128
6. SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE BARDENAS REALES (NAVARRA)	131
1. Introducción.....	133
2. Metodología.....	134
2.1. Área de estudio	134
2.2. Descripción y evaluación semi-cuantitativa de los servicios de los ecosistemas	138
3. Resultados y Discusión	138
3.1. Funciones y servicios de regulación	138
3.2. Funciones y servicios de producción	141

	<u>Págs.</u>
3.3. Funciones y servicios de información	143
3.4. Principales impactos y amenazas	145
4. Referencias bibliográficas	146
7. LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN: UNA OPORTUNIDAD FRENTE A LA DESPOBLACIÓN	147
1. Introducción.....	149
2. Localización y zonificación de las Reservas de la Biosfera de Castilla y León	149
3. Agricultura y ganadería en las Reservas de la Biosfera de Castilla y León: Crisis de los usos tradicionales y abandono	157
4. La caza y pesca como posibilidades de desarrollo económico sostenible en las Reservas de la Biosfera de Castilla y León	159
5. La minería, un desafío para la relación entre conservación y desarrollo	160
6. Las infraestructuras y su impacto sobre las Reservas de la Biosfera de Castilla y León	162
7. La población en las Reservas de la Biosfera de Castilla y León: una asignatura pendiente	164
8. El Turismo: una oportunidad para las Reservas de la Biosfera de Castilla y León	165
9. Perspectivas futuras de las Reservas de la Biosfera de Castilla y León	166
10. Agradecimientos	167
11. Bibliografía	167
8. SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE BABIA (CASTILLA Y LEÓN) ..	169
1. Introducción.....	171
2. Localización	172
3. Flora.....	173
4. Fauna	174
5. Funciones y servicios aportados por los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera de Babia	175
5.1. Funciones de regulación	175
5.1.1. Regulación atmosférica	175
5.1.2. Regulación climática	175
5.1.3. Prevención de perturbaciones	176
5.1.4. Prevención hídrica.....	177
5.1.5. Disponibilidad hídrica.....	177
5.1.6. Sujeción del suelo	177
5.1.7. Procesado de residuos	178
5.1.8. Polinización	178
5.2. Funciones de hábitat	179

	<u>Págs.</u>
5.2.1. <i>Función de refugio y criadero</i>	179
5.3. Funciones de producción	179
5.3.1. <i>Comida</i>	179
5.3.2. <i>Materias primas</i>	180
5.3.3. <i>Recursos medicinales</i>	181
5.4. Funciones de información	181
5.4.1. <i>Función recreativa</i>	181
5.4.2. <i>Información histórica</i>	182
5.5. Funciones de sustrato	182
6. Formas de aprovechamiento y tipo de gestión por las comunidades locales ...	182
7. Bibliografía	184
9. LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y EL DESARROLLO EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID	185
1. Introducción.....	187
2. Consideraciones sobre la valoración de flujos biofísicos de servicios de los ecosistemas de las Reservas de la Biosfera	189
3. Los servicios de los ecosistemas de las Reservas de la Biosfera de la Cuenca Alta del río Manzanares y la Sierra del Rincón.....	191
4. El desarrollo económico y la conservación en lo que hoy son las Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid	194
a) Marco General	195
b) Desarrollo y Conservación de los Servicios Ambientales en la RBCAM	196
c) Conservación y Desarrollo en la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón	200
5. Referencias bibliográficas	207
10. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA ISLA DE MENORCA (ISLAS BALEARES)	209
1. Introducción.....	211
2. La Reserva de la Biosfera de Menorca, características geográficas y de su biodiversidad.....	212
2.1. Descripción física de la isla	212
2.2. Biodiversidad y paisaje.....	213
<i>Flora y fauna</i>	213
<i>Espacios protegidos</i>	214
3. Principales funciones y servicios de los ecosistemas	214
3.1. Función de Regulación	215
<i>Regulación de gases atmosféricos</i>	215
<i>Formación de suelo y control de la erosión</i>	216

	<u>Págs.</u>
<i>Calidad del agua de baño, formación de dunas y control de la erosión de las playas</i>	217
<i>Praderas de “Posidonia oceanica”</i>	217
<i>Sistemas dunares</i>	218
3.2. Función de Producción	219
<i>Agricultura y ganadería</i>	219
<i>Pesca y marisqueo</i>	219
<i>Producción forestal</i>	219
3.3. Función de Información.....	220
<i>Turismo</i>	220
<i>Calidad de vida e identidad: pescar, cazar, buscar setas, caracoles, espárragos...</i>	221
4. Conclusiones	222
5. Bibliografía	223
11. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS. LA PALMA, FUERTEVENTURA	225
1. Introducción.....	227
2. Ecosistemas de las Reservas de la Biosfera de La Palma y Fuerteventura.....	227
3. Funciones y Servicios aportados por los ecosistemas	230
3.1. Funciones y Servicios de Regulación	230
3.1.1. <i>Regulación atmosférica</i>	230
3.1.2. <i>Regulación y disponibilidad hídrica</i>	231
3.1.3. <i>Situación de los suelos frente a la erosión</i>	231
3.1.4. <i>Regulación de nutrientes. Fertilidad del suelo</i>	231
3.1.5. <i>Procesado de residuos</i>	232
3.1.6. <i>Control biológico, función de refugio y criadero</i>	232
3.2. Funciones de Producción. Servicios de Abastecimiento	235
3.2.1. <i>Alimentos</i>	235
3.2.2. <i>Materias primas</i>	237
3.2.3. <i>Recursos genéticos</i>	238
3.3. Funciones y Servicios Culturales	239
3.3.1. <i>Función estética y paisajística</i>	239
3.3.2. <i>Función cultural</i>	240
3.3.3. <i>Función recreativa y turística</i>	241
3.3.4. <i>Función científica y educativa</i>	242
4. Localización espacial, escala temporal, ámbito de beneficiarios	244
5. Bibliografía	253

PRÓLOGO

Los grandes retos medioambientales de nuestro tiempo han adquirido una dimensión que supera lo meramente ambiental. La lucha contra el cambio climático, el freno a la pérdida de la biodiversidad o la contención del avance de la desertificación en el planeta, han sido tratados en sus respectivos convenios de ámbito internacional. La conclusión más significativa es que estos problemas globales trascienden a lo ambiental y se extienden a lo social, a lo cultural, y a lo económico.

En este contexto, la trayectoria del Programa MaB, El Hombre y la Biosfera, tras sus 40 años de existencia, se ha constituido como un elemento singular, plenamente vigente, que combina la preservación de la diversidad biológica y los recursos ambientales con el desarrollo del territorio, la actividad económica y el nivel de vida de la población. Las Reservas de la Biosfera son puentes para construir sinergias y demostrar, bajando al territorio de una forma práctica, la posibilidad de aplicar los conceptos de desarrollo sostenible, contando como elementos fundamentales con la participación local, buscando que los propios recursos biológicos sean motores de actividad, enfatizando el turismo sostenible y poniendo en valor los servicios ambientales a los ciudadanos.

Por todo ello, considero especialmente oportuno el tema que se trata en esta publicación. Los servicios que las personas reciben de los ecosistemas no es sólo un tema de gran actualidad, también está muy relacionado con el mundo científico y encaja, a mi entender, perfectamente en las Reservas de la Biosfera, tanto por su fuerte vinculación con la propia investigación y conocimiento académico, como por su privilegiada óptica de espacios pensados para el aprendizaje de la conservación y el desarrollo sostenible.

En el Plan de Acción de Madrid —PAM— (2008), documento guía para el desarrollo del Programa MaB, se desarrollan estos conceptos de Reservas de la Biosfera como “Laboratorios para la sostenibilidad”. En este proceso es fundamental profundizar en el conocimiento de los bienes y servicios que estamos recibiendo del medio. Estos van desde la capacidad de fijación de CO₂ por parte de los bosques, o la captación de agua del territorio, hasta la producción de alimentos y materias primas, pasando por el disfrute de los paisajes o por la capacidad recreativa y turística. El estudio de estos servicios nos ofrece una idea real de qué recibimos de nuestro entorno y hasta qué punto somos dependientes de ello, aunque no lo percibamos. Ésta es, sin duda, una valiosa información para poder afrontar los retos globales a los que nos enfrentamos.

El libro es una recopilación de los servicios medioambientales proporcionados por Reservas de la Biosfera españolas de 10 comunidades autónomas distintas. El trabajo es fruto de la colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, a través del

Prólogo

Organismo Autónomo Parques Nacionales, y varias universidades de la geografía española. Es de agradecer el esfuerzo del Consejo Científico del Comité Español del Programa MaB en un tema que sigue siendo complejo, por lo novedoso de su estudio, pero que a la vez puede asentar las bases de una nueva visión ya no de las Reservas de la Biosfera sino de la Biosfera en su conjunto.

Olga Baniandrés Rodríguez

Directora del Organismo Autónomo Parques Nacionales

EL RETO DE VALORAR LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Pedro Arrojo Agudo y Epifanio Míguélez**

*Dpto. de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy todo el mundo admite que los servicios que nos brindan los ecosistemas juegan un papel fundamental para nuestra sociedad. Sin embargo, la conservación del medio ambiente sigue sin ocupar el espacio que merece en las políticas públicas y en proyectos y toma de decisiones trascendentales para el medio natural, bajo el imperio del oráculo económico-financiero. En la medida en que esos proyectos y esas políticas públicas inciden sobre la conservación o degradación de los ecosistemas, es necesario valorar sus impactos sobre los servicios que esos ecosistemas nos ofrecen. Valorarlos permite, en definitiva, entender mejor la utilidad de proteger esos ecosistemas, desde una visión pragmática, más allá de argumentos éticos o de una mayor o menor sensibilidad ambientalista. En este caso, se trata de valorizar la declaración de un territorio como Reserva de la Biosfera a través de los servicios de los ecosistemas que queden protegidos por esta figura, que promueve la UNESCO desde el Programa MaB, siempre que la Reserva en cuestión sea adecuadamente gestionada, claro está.

El concepto de “*servicios de los ecosistemas*” parte de un enfoque antropocéntrico que vincula la *sostenibilidad* del medio natural al *bienestar* de la especie humana. Aunque esa visión utilitaria de la naturaleza puede suscitar algunas discusiones, la mayor parte de autores y líneas de pensamiento asumen la necesidad del concepto. El problema se plantea a la hora de formalizar metodologías de valoración que puedan integrarse de forma operativa en las políticas públicas y en los procesos de decisión. Llegados a este punto, nos encontramos con series polémicas entre las corrientes de *economía ambiental* y de *economía ecológica*.

En muchos casos, estos servicios, en la medida que han podido ser parcelados y apropiados, se han privatizado, lo que nos lleva hoy a gestionarlos, en gran medida, a través de relaciones de mercado. Esto ha ocurrido, de hecho, con la energía, la madera o la tierra, etc. En tales casos, hoy tratamos de introducir políticas públicas y criterios de regulación que permitan acotar o condicionar esas relaciones de mercado e inducir perspectivas de sostenibilidad en pro del interés general de la sociedad en su conjunto y de las generaciones futuras.

Sin embargo, el disfrute de otros muchos servicios, como la regulación del clima, el reciclado de nutrientes, la depuración de aguas o el drenaje y regulación natural de caudales, entre otros, no pasa por relaciones de mercado. Son, en definitiva, servicios de los que disfrutamos gratuitamente, siempre que respetemos y gestionemos adecuadamente los ecosistemas y ciclos naturales que los generan (Daily, 1997).

El problema metodológico se plantea en la medida en que muchos de estos bienes y servicios no son *consistentemente sustituibles por bienes de capital*. Ello conlleva, no sólo que *no se compren ni se vendan*, sino que, al menos desde ciertas coherencias conceptuales y metodológicas, se defienda que *no deban comprarse ni venderse*. En todo caso, el que no pueda

medirse su valor en unidades monetarias no justifica ignorarlos o mal-administrarlos, como a menudo ocurre.

2. REFERENCIAS INTERNACIONALES: EL MEA Y EL TEEB

Destacaremos como referencias centrales en esta materia el *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) y el *Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2009).

El MEA, a la vez que reconoce el valor intrínseco de la biodiversidad y de los ecosistemas, asume, como núcleo del marco conceptual, *la relación entre los servicios ambientales y el bienestar humano*, que ocupa el centro del discurso. Sus rasgos principales pueden resumirse como sigue:

La humanidad siempre ha dependido y dependerá de los bienes y servicios de los ecosistemas en forma de comida, agua, fertilidad del suelo o calidad del aire, entre otros muchos.

Es necesario asumir la directriz del *Convenio para la Diversidad Biológica* (CDB, 1992) que exige transitar de los tradicionales modelos de “*gestión de recurso*” a nuevos enfoques de “*gestión ecosistémica*”, asumiendo principios éticos de *sostenibilidad y equidad*.

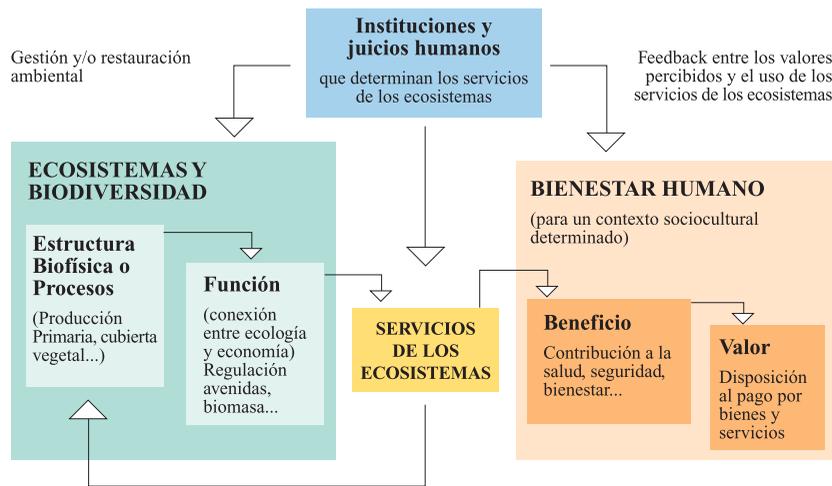
Los *Beneficios* que los humanos recibimos de los ecosistemas, en forma de *Servicios*, pueden clasificarse como sigue:

- *Provisión o abastecimiento*: Por ejemplo, comida, combustibles, fibra, agua.
- *Regulación*: regeneración de la calidad del aire o del agua, regulación del clima, control de la erosión, defensa frente a enfermedades, laminación natural de avenidas, etc.
- *Culturales*: que generan valores y beneficios inmateriales, de enriquecimiento espiritual, desarrollo del conocimiento, esparcimiento y disfrute estético, etc.
- *De soporte*: para la vida o la producción del resto de servicios, como la producción de oxígeno, la formación de suelo fértil, etc.

El MEA presta una atención central a la identificación de las *líneas de fuerza* o *vectores de cambio* (“*drivers*”), a fin de determinar claves de vulnerabilidad y de degradación de los ecosistemas.

El *Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2009), emerge más tarde, como aportación de la UE en este campo, asumiendo una visión si cabe más abierta de la compleja realidad a tratar. El TEEB incorpora el análisis institucional y abre enfoques de valoración multicriterio, asumiendo las dimensiones social, ecológica y económica (cuadro 1).

El TEEB delimita y distingue el concepto de **función ecológica**, de otros que pueden confundirse con él, como el concepto propiamente dicho de **servicio**, entendido como *contribución directa o indirecta al bienestar humano*; para acabar matizando el concepto de **beneficio**, que perfila en concreto cómo y en qué medida mejora el bienestar de comunidades, sociedades o personas específicas. Esta matización conceptual busca evitar problemas de doble contabilidad que han venido siendo denunciados por diversos autores (Banzhaf & Boyd, 2007; Wallace, 2008; Fish, 2008).



Cuadro 1. Los servicios de los ecosistemas del TEEB de 2009. Fuente: Elaboración propia a partir de TEEB 2009 (Haines-Young & Potschin, 2009).

Desde ese enfoque de *valoración multicriterio*, el TEEB promueve la evaluación de los *servicios de los ecosistemas* en términos *biofísicos* o *sociológicos*, más allá de la valoración *económico-monetaria*, identificando y valorando, desde distintos criterios, *beneficios ecológicos, socio-culturales* y *económico-financieros*.

3. LA ECONOMÍA AMBIENTALISTA Y LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Desde la coherencia de la *economía ambiental*, el enfoque se centra en “*internalizar*” en valores monetarios los intangibles, conceptualizados como “*externalidades*”. Este tipo de enfoque acaba desembocando en criterios de decisión basados en el tradicional *análisis coste-beneficio*, una vez *internalizados* los intangibles ambientales.

Desde la *economía ecológica*, sin embargo, se argumenta que muchos de esos valores no son *consistentemente sustituibles* por bienes de capital, y por ello se proponen *metodologías multi-criterio de decisión*, en las que se combinan medidas monetarias, para determinados valores, con otras medidas físicas, biológicas o sociales para valores *no monetizables*. Este enfoque suele incluir valoraciones *cualitativas* (no cuantitativas) para determinadas magnitudes *no cuantificables*. Se suele usar como ejemplo el cariño por una persona, que no podría cuantificarse con un número real, ni sustituirse o intercambiarse por una cantidad de dinero; pero si cualificarse, e incluso compararse en un orden de preferencia con el que se siente por otras personas.

En el caso de la *economía ambiental*, la lógica de *mercado* es la que acaba determinando las decisiones, en la medida que se asume como la adecuada para optimizar la utilidad de los bienes disponibles, incluidos los bienes y servicios de los ecosistemas.

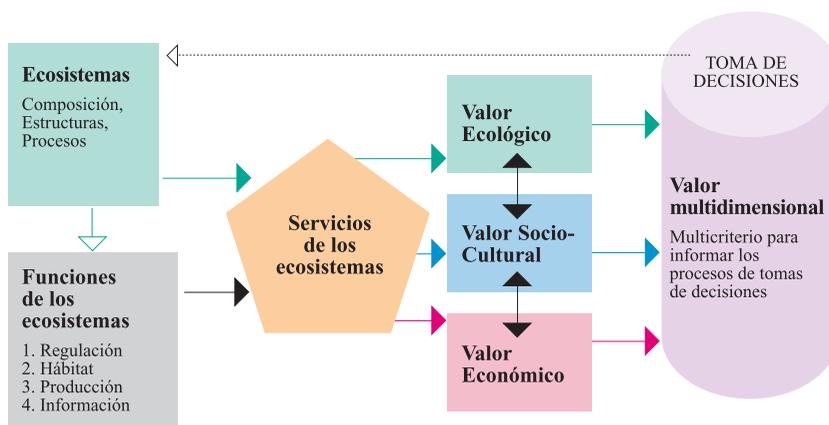
Sin embargo, desde la *economía ecológica*, se argumenta que los mercados no entienden, ni el principio de *sostenibilidad* ni otros principios éticos, como el de *equidad*. Por ello, se exi-

ge preestablecer un *marco de sostenibilidad* que acote el espacio en el que el mercado u otros mecanismos de decisión podrán moverse. Dicho en otras palabras, se decide y se establecen previamente las líneas rojas que no pueden traspasarse, asumiendo, entre otras cosas, la prioridad de respetar los derechos de las generaciones futuras.

Desde esta lógica, la *economía ecológica* tiende a promover estrategias en las que se priorizan objetivos ambientales a conseguir, más allá de los criterios de mercado, para a renglón seguido, pasar a determinar *costes de oportunidad* de los recursos naturales y de los servicios ambientales correspondientes. De esta forma, la lógica que se deriva de las relaciones de mercado acaba induciendo un valor monetario para los correspondientes servicios, en forma de *costes de oportunidad*; pero tal valor se deriva de las restricciones y objetivos ambientales y sociales previamente asumidos. Sin embargo, desde la coherencia de la *economía medioambientalista*, quien debe establecer el valor de los servicios y el punto óptimo de uso y degradación de los ecosistemas es el mercado, una vez *internalizadas* las llamadas *externalidades*.

Costanza hace la siguiente reflexión: “*La valoración es inseparable de las elecciones y decisiones que hacemos respecto a los ecosistemas*”. Por ejemplo, cuando se plantea una variante de carretera para preservar un paraje protegido por ley, estamos priorizando el *principio de conservación* aplicado a esos espacios, y ello nos llevará a asumir determinados costes económicos. Análogamente, cuando se establece una reglamentación para instalaciones eléctricas o para otro tipo de infraestructuras, estamos considerando el valor de la vida humana y de la seguridad de las personas como una prioridad, al margen de cualquier consideración derivada de la lógica de mercado. Sin embargo, lo que ciertamente ocurre, es que se acaba proyectando un coste económico, asumido en la medida que se considera prioritario respetar esos principios y objetivos de seguridad (Costanza, 1997).

Siempre que nos vemos forzados a elegir, tenemos que pasar por un proceso de priorización y de valoración, pero tal valoración no tiene por qué expresarse en términos monetarios.



Cuadro 2. Valor multidimensional de los servicios de los ecosistemas. Fuente: Elaboración propia a partir de De Groot *et al.*, 2002.

El TEEB asume que los servicios de los ecosistemas deben valorarse en tres dimensiones: *ecológica*, *socio-cultural* y *económica*. Ello implica asumir una visión multidimensional del concepto de valor, así como asumir el reto de integrar valores inconmensurables, cuantitativamente, que deben, por tanto, valorarse cualitativamente. Esa complejidad valorativa debe integrarse finalmente en dinámicas comparativas entre diferentes alternativas, para desembocar en decisiones concretas y operativas (Martinez Alier *et al.*, 1998).

A los problemas de qué se valora como *servicio de los ecosistemas* y desde qué medidas o criterios se valoran esos servicios, se añade el interrogante de quién debe valorarlos. Cada vez crece más la idea de que la valoración de estos servicios debe de ser una valoración social y no una simple valoración técnica.

Se tienden a imponer, en este campo también, los enfoques sistémicos. Desde la lógica tradicional de mercado la decisión de comprar o no se toma individualmente, implicando tan sólo al comprador y al vendedor. Sobre esta base, y por agregación, en unas relaciones de competencia en libre mercado, se acaba conformando el precio que marca el valor de un bien o de un servicio. Así, un conjunto de bienes de mercado acaba teniendo como valor la suma de sus respectivos valores de mercado. Por ejemplo, una casa de vecinos tendrá el valor que resulte de sumar el valor de las correspondientes viviendas que forman la casa.

Sin embargo, cuando pretendemos valorar bienes o servicios vinculados al interés general de la sociedad, en general, o de una comunidad, en particular, la decisión no puede hacerse agregando simplemente las pretendidas preferencias individuales. El valor de un patrimonio común no es la suma de los valores que teóricamente puedan asignar los distintos ciudadanos (asignación de valor individual que en sí misma suele resultar muy discutible) a la parte de ese patrimonio que puedan considerar como “su parte”. Y ello porque, de entrada, ese patrimonio común no suele ser divisible y apropiable individualmente sin romper la lógica del valor común que atesora. La suma de las percepciones de valor individualizadas, en estos casos, no coincide con la percepción social del valor del patrimonio en cuestión.

Por todo ello, se imponen cada vez más métodos participativos de carácter colectivo, con procesos de valoración y de decisión basados en grupos focales. Un ejemplo lo ofrece la metodología de los “*citizens jury*”, basada en una selección no sesgada de ciudadanos y ciudadanas que reciben una exhaustiva información, desde las distintas dimensiones —ecológica, económica y socio-cultural—, pero también desde los distintos intereses y puntos de vista de los grupos sociales involucrados, antes de tomar una decisión, como si de un jurado popular en sede judicial se tratara.

4. LA MODELIZACIÓN MARGINAL DEL VALOR DE LOS ECOSISTEMAS

En ocasiones, es interesante hacer valoraciones marginales del *bienestar* generado, en función del estado de los ecosistemas, así como de las posibles restricciones u objetivos. En tales casos, se trata de estimar el incremento de *bienestar* que pueden generar progresivas mejoras en el ecosistema.

Desde el enfoque de la *economía medioambientalista*, el punto óptimo de gestión de un ecosistema queda determinado por el punto de corte entre las curvas de demanda y de coste

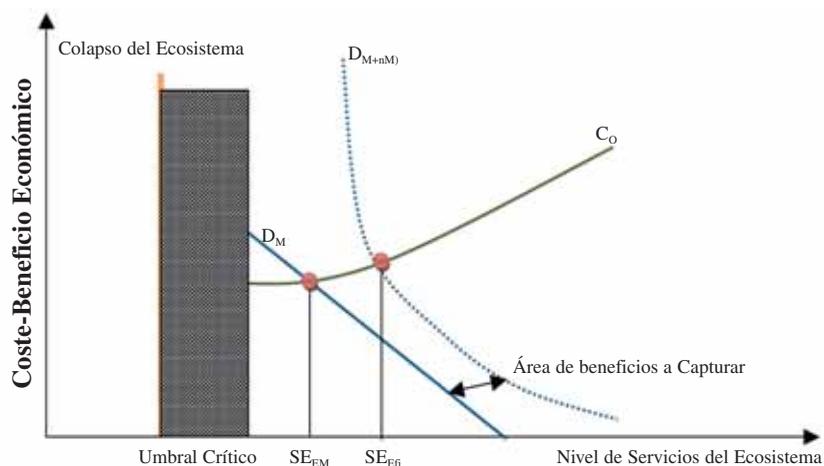


Gráfico 1. El óptimo desde criterios de eficiencia. Fuente: Elaboración propia a partir de Fisher *et al.*, 2008.

del correspondiente servicio, después de haber internalizado los valores intangibles no valorados por el mercado.

En el gráfico 1, el eje de abscisas representa el nivel de provisión de servicios del ecosistema, en función del nivel de conservación del mismo; el eje de ordenadas mide, en unidades monetarias, tanto el coste de oportunidad que supone preservar los ecosistemas, como el bienestar que generan los correspondientes servicios.

La curva D_M , como curva de demanda, representa el valor que reconoce el mercado a los correspondientes servicios. En definitiva, esa curva refleja una disposición al pago decreciente, de forma que, cuanto más servicios tengamos (yendo de izquierda a derecha, en abscisas), la disponibilidad a pagar por ellos será menor.

La curva D_{M+nM} refleja la valoración de los beneficios obtenidos de esos servicios, una vez asumida la internalización, en unidades monetarias, de los valores no apreciados por el mercado. Lógicamente, esta curva estará por encima de D_M .

La curva C_O representa el *coste de oportunidad* que supone mantener los ecosistemas y sus correspondientes servicios. Tales costes serán crecientes con el nivel de conservación. Cuanto mejor esté el ecosistema, más costará mejorarlo.

El punto SE_{EM} , como nivel eficiente en la prestación de servicios desde la referencia del mercado, en la intersección de las curvas de oferta y demanda (sin internalizar externalidades), C_O y D_M , representa el punto donde el coste de proporcionar una unidad adicional de servicio es igual al beneficio de dichos servicios reconocido por el mercado.

Si añadimos aquellos beneficios que no han sido valorados por el mercado, internalizando su valor, el punto óptimo de provisión de servicios pasará a ser SE_{Efi} , integrando en el concepto de eficiencia la valoración monetaria de intangibles. Ello supondrá mejorar el estado ambiental, si lo comparamos con SE_{EM} .

Por ejemplo, si consideramos la contaminación de los retornos salinos de un regadío, SE_{ef} marcaría el punto en el que el coste de retirar una hectárea de regadío sería igual a las ganancias generadas por la correspondiente reducción de salinidad en los caudales aguas abajo.

En el gráfico se asume incluso identificar un *umbral crítico de seguridad*, como el mínimo nivel de conservación por debajo del cual se produciría un colapso de los ecosistemas y de sus correspondientes servicios. Fijar ese mínimo suele ser sumamente problemático y discutible; sin embargo, lo que sí resulta evidente es que, en situaciones muy degradadas, la evolución de los ecosistemas y de sus funciones deja de ser suave y continua, produciéndose quiebras que rompen la viabilidad del análisis marginal, dando paso a posibles escenarios catastróficos.

Por ejemplo, la cubierta vegetal en un ecosistema de montaña nos brinda el servicio de moderar la escorrentía en episodios de fuertes tormentas. Cuando la densidad de esa cubierta está por encima del umbral crítico, cambios progresivos en la vegetación podrían valorarse, bien por el incremento de los efectos de inundación de las crecidas, o bien por el coste de construir protecciones para prevenirlas. Sin embargo, cuando la densidad de la cubierta vegetal se degrada mucho (por debajo de lo que podría considerarse como umbral crítico), los fenómenos descontrolados de escorrentía, erosión y arrastre de lodos, corrimiento de tierras, etc., pueden generar impactos sinérgicos de consecuencias imprevisibles. En este caso, el análisis marginal deja de ser aplicable. Pequeños cambios pueden generar catástrofes. Esos márgenes y umbrales críticos implicarán mínimos de conservación de los ecosistemas a respetar, incluso desde la *economía medioambientalista*, a fin de evitar niveles de riesgo inaceptables.

La incertidumbre (cuando no la inconsistencia de la *internalización* monetaria) también envuelve la determinación de la curva D_{M+nM} , al ser prácticamente imposible capturar el valor global de los intangibles en juego. Cuando las preferencias no están reflejadas en el mercado, es difícil objetivar la valoración de mercado de los correspondientes intangibles, máxime si los individuos no somos conscientes de la relación que existe entre los ecosistemas y los servicios que recibimos (Huetting, 1980).

A pesar de que los diversos métodos empleados por la economía medioambientalista —preferencias reveladas, valoración contingente, preferencias expresas, coste de viaje, precios hedónicos, etc.— pueden ofrecer sombras económico-monetarias significativas de esos valores intangibles, no pueden capturar toda la gama de beneficios en juego.

5. DEL UMBRAL CRÍTICO AL BUEN ESTADO ECOLÓGICO

Tal y como se ha explicado, desde las visiones inspiradas en la lógica del mercado, suele enfocarse la cuestión como un reto de maximización de la eficiencia en el uso de los servicios de los ecosistemas. Sin embargo, maximizar esa eficiencia, desde una lógica mercantil, sin más restricción que intentar evitar riesgos catastróficos, no garantiza la *sostenibilidad* de los ecosistemas para las generaciones futuras, ni la consideración de valores hacia los que el mercado no tiene sensibilidad, o de los que simplemente carecemos de información suficiente.

Desde la perspectiva de la *Economía Ecológica*, el *Principio de Sostenibilidad* debe prevalecer y priorizarse frente a esos criterios de *eficiencia*. Ello lleva a fijar las *condiciones de*

sostenibilidad como *restricción* a cualquier uso de los ecosistemas. Desde este enfoque, se deben fijar los parámetros e indicadores que garanticen un *buen estado ecológico* de los ecosistemas, es decir un buen estado de salud de los hábitats correspondientes, más allá del valor que pudiera asignarse a los *servicios ambientales* que proveen esos ecosistemas. En definitiva, el ejercicio de valoración, previa a toda consideración económica, queda en manos de las ciencias ambientales y de la conciencia de la sociedad, que en última instancia debe asumir la responsabilidad de garantizar la *sostenibilidad* del medio natural como un reto ético que desborda los intereses económico-productivos, de corto plazo.

El concepto de *resiliencia* de los ecosistemas viene ampliando el espacio concedido en un principio al *umbral crítico*, para acercarlo progresivamente al concepto de *buen estado ecológico*. En la medida que crece la conciencia sobre riesgos graves vinculados a niveles incontrolables de incertidumbre, como los que se derivan del proceso de *cambio climático* en curso, el valor de la *resiliencia* crece. La capacidad inercial y de recuperación natural de los ecosistemas frente a cambios críticos, vinculada a la buena salud de esos ecosistemas, hace del *buen estado ecológico* la referencia a exigir en aplicación del *principio de precaución*.

Para entender mejor lo dicho, podría tomarse el ejemplo del valor de las defensas naturales de nuestro organismo frente a la amenaza incierta, pero grave, de una posible pandemia.

Establecidos los criterios científicos que recomiendan preservar el *buen estado ecológico* de los ecosistemas, deberá de promoverse el correspondiente nivel de conciencia ciudadana a través de la formación, la información y la participación. Al valor de los *servicios de los ecosistemas* que disfrutamos actualmente, se debe añadir el valor de la seguridad de cara al futuro, en escenarios de incertidumbre, como los derivados del cambio climático, haciendo prevalecer el *principio ético de equidad intergeneracional*.

A posteriori, emergerá el *coste de oportunidad* derivado de alcanzar y conservar ese *buen estado ecológico* que, con toda probabilidad, no coincidirá con el estado de los ecosistemas en el pretendido *óptimo de eficiencia* que se derivaría de un análisis marginalista, desde una lógica de mercado, incluso tras internalizar el valor de los servicios de los ecosistemas.

En todo caso, definir y parametrizar el *buen estado ecológico* de un ecosistema no deja de ser una construcción social, que la sociedad debe hacer, en cada tiempo, con los conocimientos disponibles. Se trata de diseñar y decidir los perfiles de lo que entendemos debe de ser conservado. En este contexto, la *valoración social multicriterio* de los valores y servicios en juego (incluidos los derivados de los principios éticos que se asuman) es fundamental.

Este enfoque, más próximo a la lógica de la *economía ecológica*, puede formalizarse desde enfoques marginalistas como la búsqueda del “*segundo óptimo*” (“*second best*”), aplicando el criterio *coste-eficacia*.

Se trata de, una vez fijados los objetivos ambientales, abrir el espacio de alternativas eficaces, que garanticen alcanzar los objetivos en cuestión, para acabar seleccionando la opción más económica (mínimo coste).

De nuevo en el gráfico 2 se representa el estado del ecosistema en abcisas y el nivel de bienestar en ordenadas. El nivel de servicios a alcanzar $SE_{\text{buen-estado}}$ vendría a representar el *buen estado ecológico*. En el gráfico, se supone que SE_{EM} marca el nivel de servicios donde se cortan las curvas de costes y beneficios generados por esos ecosistemas y reconocidos por el mer-

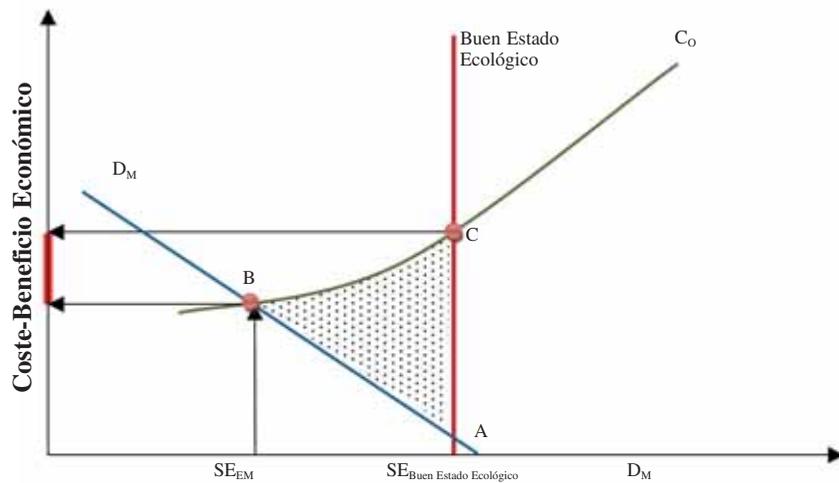


Gráfico 2. El buen estado ecológico como restricción. Fuente: Adaptación a partir de Fisher *et al.*, 2004.

cado; es decir el nivel eficiente, desde la óptica del mercado. Llegar a alcanzar el $SE_{\text{buen-estado}}$ partiendo del SE_{EM} supondría un *coste de oportunidad* que quedaría reflejado por la superficie sombreada en el gráfico. Es de notar que una parte del coste a cubrir para llegar al *buen estado ecológico*, $SE_{\text{buen-estado}}$, desde SE_{EM} , siguiendo la curva de costes (C_0), quedaría reconocida y compensada por el mercado (curva D_M).

Tal y como veremos a continuación, éste es el enfoque adoptado por la *Directiva Marco de Aguas* a la hora de valorar lo que se denomina el *coste ambiental* de los *servicios de aguas*.

6. EL ENFOQUE PRAGMÁTICO DE LA DIRECTIVA MARCO DE AGUAS

Sin duda, uno de los campos en el que la valoración de los *servicios de los ecosistemas* es más urgente está en la gestión de aguas y ecosistemas acuáticos. La nueva Directiva Marco de Aguas (DMA), aprobada en el año 2000, nos ofrece referencias sumamente interesantes sobre cómo integrar de forma operativa la valoración de los servicios que nos brindan los ecosistemas acuáticos continentales.

La DMA asume claramente el *principio de sostenibilidad*, de forma que el objetivo central de la Ley es recuperar y conservar el “*buen estado ecológico*” de los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc) y el “*buen estado*” de los acuíferos. Emerge incluso en la DMA un nuevo principio legal: el “*Principio de no Deterioro*” (“*Non Deterioration Principle*”).

La DMA establece la necesidad de cambiar, de los tradicionales *modelos de gestión de recurso*, a nuevos y más complejos modelos de *gestión ecosistémica*. Al igual que se entiende que los bosques no pueden ser gestionados como simples almacenes de madera, la DMA exige entender los ríos como *ecosistemas vivos* y no como simples *canales de H₂O*.

Pero además, la DMA exige pasar de los tradicionales modelos “*de oferta*”, bajo masiva subvención pública, que vienen rigiendo en gran medida los servicios de agua, a nuevos modelos que prioricen estrategias de “*gestión de la demanda*”. Ello supone, entre otras cosas, aplicar nuevas políticas tarifarias para los distintos servicios de agua (en actividades industriales, de riego o de abastecimiento urbano) basadas en el *principio de recuperación de costes*. La Directiva precisa, en este sentido, la necesidad de identificar claramente tres apartados de coste:

- *Costes financieros*, es decir, costes de amortización, mantenimiento y operación rigurosamente calculados.
- *Costes ambientales*, que permitan compensar los impactos ambientales generados por las obras y actuaciones para proveer el servicio.
- *Costes del recurso*, es decir, el *coste de oportunidad* del recurso en situaciones de escasez.

Es importante reseñar que los fines perseguidos por la UE al plantear la aplicación del *principio de recuperación de costes* van más allá de mejorar la eficiencia e incentivar el ahorro. En concreto, el objetivo central de esta estrategia de racionalidad y responsabilidad económica se centra explícitamente en conseguir el *Buen Estado de los Ecosistemas*, poniendo en manos de la Administración una herramienta eficaz de control y gestión de la demanda. Pero es importante destacar que esa herramienta tarifaria sólo tiene sentido si previamente se han definido los *límites de disponibilidad sostenible*. Serán justamente esos límites los que hagan emerger el *coste de oportunidad*, como *coste del recurso*, en la medida que los requerimientos lleguen a saturar esos límites.

La discusión en la *Comisión WATECO*, que interpretó estos principios de *racionalidad económica* y estableció las correspondientes metodologías a aplicar, puso sobre la mesa la complejidad del problema. La solución final, tan pragmática como eficaz, sitúa la clave en la *metodología de planificación*. Tal planificación debe realizarse en el marco de la cuenca hidrográfica (demarcación), como territorio en el que la naturaleza gestiona, tanto el ciclo hídrico continental, como la vida de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas conectados en riberas, deltas y plataformas costeras. Esa *planificación de cuenca* debe asumir como objetivo central, tal y como se ha explicado anteriormente, la recuperación y conservación del *buen estado ecológico* de esos ecosistemas.

Para ello, la DMA requiere de las administraciones responsables la tipificación de las distintas masas de agua, como hábitats específicos. En segundo lugar se deben identificar masas de agua y hábitats similares en *buen estado ecológico*, de forma que pasen a ser la referencia objetivo. En un tercer paso, debe valorarse el *estado ecológico* actual de cada masa de aguas, no sólo desde los tradicionales parámetros físico-químicos, usados hasta la fecha en materia de aguas, sino desde nuevos enfoques y parámetros biológicos y geomorfológicos que buscan valorar el estado de salud del hábitat, más allá de la calidad del recurso. Sobre la base de este nuevo enfoque de calidad, de carácter *ecosistémico*, superando los tradicionales *enfoques de recurso*, la DMA exige elaborar un *Programa de Medidas*, que debería garantizar el tránsito desde el *estado ecológico actual* al *buen estado ecológico* que exige la ley.

En este contexto, el concepto de *coste ambiental de los servicios* de agua pasa a sustanciarse como sigue.

En aquellos impactos en que existan claros vínculos causa-efecto y se pueda identificar al usuario responsable, se debe intentar cuantificar monetariamente el valor del impacto y cargarlo sobre él. En tales casos, las metodologías de la *economía ambientalista* pueden ser muy útiles, siempre que la proyección de la sombra económica sea suficientemente consistente. Por ejemplo, un impacto reversible, como podría ser una degradación por contaminación salina o vertidos legales de otro tipo, podría llevar a estimar los costes de reversión del impacto, contando con las correspondientes tecnologías de depuración. En un reciente estudio de *Iberinsa* para la *Confederación Hidrográfica del Ebro*, referido al proyecto de *embalse de Biscarrués*, se estimaba el coste de reposición de la calidad degradada por los retornos agrarios salinizados de *Riegos del Alto Aragón* en 0,29 € por metro cúbico de caudal de retorno. Tales costes repartidos en el volumen total de la concesión, teniendo en cuenta que los retornos representan el 20% de los caudales de riego, acabarían suponiendo 0,058 € por metro cúbico de agua usada.

En lo que respecta a múltiples impactos que se producen a lo largo de los ríos, difíciles de adjudicar a causas específicas y a usuarios concretos, o difíciles de valorar en términos monetarios, se renuncia a forzar tal valoración monetaria. Sin embargo, en la medida que tales impactos deben ser corregidos a través del *Plan de Medidas*, se tomará el coste económico de las medidas que se establezcan en dicho Plan como *costes ambientales* a cargar sobre la tarifa que deben pagar los usuarios de la masa de agua correspondiente. De esta forma, por ejemplo, el coste de recuperar un soto de ribera —expropiación o indemnización a agricultores, costes de guardería, etc.— concretaría el coste ambiental a asumir, eludiendo discutir cual es el valor monetario del soto, en sí mismo, o si tal valor es monetizable o no.

Aparentemente, el enfoque descrito parecería apuntar a una apuesta por la coherencia de la *economía ambientalista*, en lo que se refiere al cargo tarifario de los *costes ambientales* en unidades monetarias. Sin embargo, el enfoque metodológico asumido acaba mezclando, de forma pragmática, criterios de la *economía ambientalista* y de la *economía ecológica*. En concreto, el hecho de que la *Planificación de Cuenca* se base en el objetivo de recuperar el *buen estado ecológico* de cada tramo fluvial entra en perfecta sintonía con la coherencia de la *economía ecológica*. Por ejemplo, el *régimen de caudales ambientales* a respetar, dentro del *Programa de Medidas*, se debe fijar en base a criterios ecológicos y no de optimización de utilidades económico-productivas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Boyd, J.; Banzhaf, S. (2007): "What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units". *Ecological Economics* 63 (2-3), 616-626.
- Costanza, R.; Arge, R. (1997): "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature* 387 (6630), 253-260.
- Daily, G. (1997): *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.
- De Groot, R.; Wilson, M. *et al.* (2002): "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services". *Ecological Economics*, 41: 393-408.

El reto de valorar los servicios de los ecosistemas

- Fisher, B.; Turner, R.K. (2008): "Ecosystem services: classification for valuation". *Biological Conservation* 141, 1167-1169. Fisher, B., Turner, R.K., et al. "Integrating Ecosystem Services and Economic Theory". *Ecological Applications*.
- Haines-Young; R. & M. Potschin (2009): *The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being*. Capitulo 7 en Raffaelli, D. y Frid (eds). *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. BES ecological reviews series, CUP; Cambridge.
- Huetting, R. (1980): *New scarcity and economic growth. More welfare through less production*. North Holland Publishing Company. Amsterdam
- Martínez-Alier, J.; Munda, G.; O'Neill (1998): "Weak comparability of values as a foundation for ecological economics". *Ecological Economics* 26; 277-286.
- MEA (2005): *Millenium Ecosystem Assessment. Global Assessment Reports*. Current State & Trends. Island Press, Washington, DC.
- TEEB (2009): The Economics of Ecosystem and Biodiversity. <http://www.teebweb.org/EcologicalandEconomicFoundation/tabid/1018/language/en-US/Default.aspx>
- Wallace, K.J. (2008): "Classification of ecosystem services: problems and solutions". *Biological Conservation* 139 (3-4), 235-246.

**LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE
ORDESA-VIÑAMALA (ARAGÓN)
DESDE LA PERSPECTIVA DE SU
AMPLIACIÓN**

Pedro Arrojo Agudo y Epifanio Mígueles**

* Dpto. de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza.

1. LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ORDESA VIÑAMALA: UN PROYECTO EN CONSTRUCCIÓN

Aunque la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala fue la primera en promoverse y declararse como tal, lo cierto es que, aún hoy en día, el Pirineo Central está lejos de tener una Reserva de la Biosfera que cumpla los perfiles de la estrategia de Sevilla para el Programa MaB.

La declaración de la Reserva fue un acto formal que nunca tuvo consecuencias operativas en la gestión de su territorio, que abarcó lo que entonces era el *Parque Nacional de Ordesa* y la contigua *Reserva de Caza de Viñamala*. Lejos del espíritu y la letra de la estrategia que se adoptaría en Sevilla años más tarde, desde su declaración como tal, la *Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala* dejó fuera de sus límites a los pueblos y núcleos habitados, siguiendo criterios similares a los que inspiraban la delimitación territorial de Parques Nacionales y Parques Naturales.

Como es bien sabido, la visión que se ha desarrollado a raíz de la citada Estrategia de Sevilla es la de integrar a las poblaciones que viven en el entorno. Desde esa visión, se asume un enfoque *eco-social* del *principio de sostenibilidad*. Se busca involucrar a la población en las



Fotografía 1. Salarons. Ordesa. Autora: Diane McAndrew.

responsabilidades de conservación ambiental, sobre la base de que esas comunidades perciban el valor y la utilidad que para su bienestar puede tener conservar en buen estado los ecosistemas y patrimonios naturales de su entorno.

Desgraciadamente, todavía está pendiente una ampliación de la Reserva actual junto con la correspondiente zonificación. Diversos trabajos impulsados por el Comité Español del Programa MaB ofrecen alternativas al respecto, destacando entre ellos el realizado por el Profesor Eduardo Martínez de Pisón (***)). En la actualidad, la Consejería de Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón está trabajando seriamente sobre la cuestión, lo que hace esperar que no se tardará en ofrecer planes concretos de ampliación y zonificación.

En todo caso, la visión que inspira el Programa MaB favorece modelos de ordenación territorial en los que los servicios de los ecosistemas pasan a situarse en el eje de los planes de desarrollo a promover.

Muchos de esos servicios han derivado tradicionalmente en beneficios directos para los pobladores del territorio, brindándoles la posibilidad de desarrollar actividades económicas tradicionales, como la ganadería, la agricultura de montaña, actividades forestales, silvicultura, pesca, etc. Tales actividades, en zonas de montaña, como el Sobrarbe, que alberga la Reserva en cuestión, han acabado perfilando paisajes, relativamente humanizados, en buena armonía con el medio natural. Tal es el caso de los espacios de pradera en zonas de alta montaña, identificados como parte del actual paisaje natural, aunque, de hecho, estén estrechamente vinculados a esas actividades ganaderas extensivas.

Desgraciadamente, muchas de esas actividades, como explotaciones familiares, vertebradoras del tejido social montañés y fuertemente vinculadas al territorio, han entrado en crisis frente a otras formas masivas de producción, de carácter industrial, que han copado los mercados. Y ello a pesar de que estas últimas suelen ofrecer productos alimentarios de muy inferior calidad, y de que entran en contradicción con los más elementales criterios de sostenibilidad. Sin embargo, los actuales mercados no identifican ni valoran estos problemas, ni tampoco aprecian los valores diferenciales positivos de los modelos de producción tradicionales de la montaña.

El Programa MaB busca justamente identificar valores sociales y ambientales que vinculen la sostenibilidad ambiental y la sostenibilidad socio-cultural de las comunidades asentadas desde hace siglos en el territorio, para promover su puesta en valor económico-financiero.

En el Sobrarbe, como en otras comarcas de montaña, el reto que se pretende abordar desde el Programa MaB, a la hora de poner en valor el territorio y la vida de las comunidades que lo habitan, es doble: por un lado, reforzar la identidad y autoestima de esas comunidades; y por otro lado, fomentar el aprecio de esos territorios, de sus gentes y de los frutos de su trabajo en el conjunto de la sociedad, mayoritariamente de carácter urbano.

En el caso de esta Reserva, el referente principal, que le da una proyección social impresionante, es sin duda el Parque Nacional de Ordesa. Sin embargo, durante mucho tiempo, el Parque Nacional ha sido entendido por la población montañesa como una intromisión en su propio territorio por parte del Gobierno. Aún hoy en día, se mantiene un notable desafecto social del que surgen no pocos conflictos. A pesar de todo, la admiración social por Ordesa y las notables oportunidades de desarrollo turístico que ha generado el Parque Nacional en la zona, han hecho cam-



Fotografía 2. Val d'Ordiso. Alto Ara. Autora: Diane McAndrew.

biar mucho el clima social a este respecto y hoy nadie duda de que preservar esos espacios de naturaleza forma parte de un futuro de prosperidad que puede estar al alcance de la mano.

2. JÁNOVAS, UN PUNTO DE INFLEXIÓN EN LA HISTORIA DEL TERRITORIO

Uno de los proyectos que más duramente entró en contradicción, durante décadas, con las esencias de lo que debe ser una Reserva de la Biosfera fue, el proyecto de presa de Jánovas. En este caso, en las inmediaciones del Parque Nacional de Ordesa, se decidió despoblar el valle medio del río Ara para construir un gran embalse hidroeléctrico: el embalse de Jánovas. Con ello, no sólo se acababa con el último río salvaje del Pirineo Central, sino que se forzaba la despoblación de este entorno de la Reserva de la Biosfera y del Parque Nacional.

Tras ser expulsados los vecinos y dinamitar sus casas, en tiempos de Franco, varias décadas de lucha y oposición social en toda la comarca consiguieron que el Gobierno acabara desechando la construcción de Jánovas. Con ello, se produjo un punto de inflexión en materia de grandes presas en el Pirineo, pero sobre todo se abrió la viabilidad de hacer converger el necesario proceso de ampliación de la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala con la rearticulación social del Valle del Ara, en el corazón del Sobrarbe.

Al carácter emblemático de los paisajes de Ordesa, se une así la posibilidad de conservar el último ecosistema fluvial pirenaico libre de infraestructuras hidráulicas y en muy buen estado ecológico, así como de recuperar socialmente un valle emblemático, por su riqueza natural, histórica, cultural y arquitectónica. El Valle del Ara, desde su cabecera en plena Reser-

va, hasta la hermosa villa medieval de Ainsa, *patrimonio histórico artístico nacional*, representa el espacio social por excelencia que debería abrirse a la necesaria ampliación de la Reserva, como zona de “transición” en la que se debería articular un desarrollo económico y poblacional, basado, no sólo en las actividades turísticas, en sus diversas facetas, sino también en actividades tradicionales como la ganadería extensiva, todavía vigente en la zona, aunque con graves dificultades.

Tanto el entorno de la actual Reserva, como incluso lo que debería ser su “núcleo”, es decir, el Parque Nacional, requieren de la recuperación y consolidación de la ganadería extensiva si se quieren preservar las zonas de pradera, como parte esencial de lo que se considera el paisaje natural típico de la zona. De esta forma, más allá de la vinculación de la ganadería con los espacios de pradera, que generan los correspondientes servicios de provisión de alimento para los animales, emergen otros beneficios del sector turístico, vinculados a servicios culturales y recreativos, a través de la estética del paisaje y a los patrimonios culturales arraigados en la zona.

Por otro lado, esos espacios tradicionales de pradera, se valoran cada vez más por los beneficios que generan en nuevos frentes, impensables hace escasos años. Nos referimos en concreto al de la gestión de aguas y al de la gestión de riesgos de incendios forestales.

El abandono de la ganadería extensiva está llevando, en la mayor parte de las cabeceras fluviales del país, a un crecimiento incontrolado y espontáneo de la masa forestal en espacios que antes estaban ocupados por pastizales. Ello está teniendo, entre otras, dos consecuencias sumamente negativas: la reducción de caudales en los ríos y el aumento de vulnerabilidad ante el riesgo de incendios. Las razones y la envergadura de esa reducción de caudales fluviales se explicarán más adelante.

En cuanto a los riesgos de incendio, la despoblación progresiva de las comarcas de montaña, unida a los escenarios de cambio climático en curso, hacen que esa transformación espontánea de prados en bosque acelere y amplifique los riesgos y la vulnerabilidad del territorio de forma muy preocupante.

Vemos, de esta forma, como los servicios de provisión de alimentos para el ganado que generan los prados acaban produciendo otros beneficios, como el de ofrecer una cobertura vegetal que evita la erosión con mínima evapotranspiración, o el de reducir la vulnerabilidad frente al riesgo de incendios, por ejemplo.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ORDESA-VIÑAMALA

Los beneficios de los servicios más destacados generados en la *Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala*, siguiendo los criterios de clasificación del TEEB, se agrupan en cuatro grupos: *servicios de provisión, servicios de regulación, servicios de hábitat y servicios culturales y recreativos*.

La Tabla 1 ofrece estos servicios y beneficios, con las correspondientes funciones, procesos y componentes que los propician, así como indicadores del estado actual y de gestión sostenible de los mismos.

Tabla 1. Servicios de la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala.

BENEFICIOS	SERVICIOS	FUNCIONES procesos, componentes ecológicos que generan el servicio	INDICADOR DE ESTADO (cantidad de servicio presente)	INDICADOR DE GESTIÓN SOSTENIBLE
PROVISIÓN				
Ganad. Montaña	Pastos para ganadería	Producción primaria	Hectáreas de pasto potencial	Carga sostenible por hectárea
Agricult. Montaña	Tierras de cultivo	Formación suelo, ciclo de nutrientes	Superf. transformable en cultivos	Superficie cultivable de forma sostenible
Apicultura	Abejas	Polinización	Miel total	Cosecha sostenible
Carboneo	Biocombustibles		Biomasa total	Cosecha sostenible
Recursos ornamentales	Flores	Presencia de especies ornamentales	Biomasa total	Cosecha sostenible
Agua de boca	Agua	Agua de calidad	Stock existente (hm ³)	(hm ³ /año) detraíbles de forma sostenible
Agua de riego	Agua	Retención caudales	Stock existente (hm ³)	(hm ³ /año) detraíbles de forma sostenible
Hidroelectricidad	Agua	Retenc. caudales en altura	MWh/año potencial	MWh/año sostenible
REGULACIÓN				
Calidad atmósfera	Aire de buena calidad	Ciclos de N, C, ...	Superf. hojas (indic)	Contaminantes depurados
Sumidero CO ₂	Regulación clima	Influencia local&global	Balance gases invern.	Cantidad C fijado
Regul. Crecidas	Protección ante riadas	Regulación natural	Capacidad retención (hm ³)	Laminación crecidas (m ³ /s)
Regul. en estiaje	Regulación caudal base	Regulación natural	Caudal estiaje+ humedad retenida actual	Caudal estiaje+humedad rete- nida en buen estado ecológico
Control sedimento	Conservac. embalses	Conservación suelo	Cobertura eficaz	Toneladas retenidas
Regenerac. Suelos	Formación de suelos	Fertilización natural	Ha recuperadas	Ha/año regeneradas

Tabla 1. (continuación) Servicios de la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala.

BENEFICIOS	SERVICIOS	FUNCIONES procesos, componentes ecológicos que generan el servicio	INDICADOR DE ESTADO (cantidad de servicio presente)	INDICADOR DE GESTIÓN SOSTENIBLE
HÁBITATS				
Espec. Protegidas	Biodiversidad	Producc. prim. & secund.	Stock de especies	Población sostenible
Ríos Salvajes	Hábitats referencia	Ciclo hídrico	Estado Ecológico	Buen Estado Ecológico
CULTURALES Y RECREATIVOS				
Turismo cinegético	Caza	Producc. prim. & secund.	Stock de especies	Piezas/año sostenible
Turismo de pesca	Pesca	Producc. prim. & secund.	Stock de especies	Captur./año sostenible
Recolección setas	Setas	Producción primaria	Stock de setas	Recolección sostenible
Turismo en espacios naturales	Senderismo y otros	Paisaje	Visitantes/año actual	Capacidad potencial sostenible visitas/año
Turismo aventura	Rafting, escalada, esquí travesía	Conservación espacios y ciclos naturales	Espacios actuales atractivos	Capacidad potencial sostenible visitas/año
Valor educativo	Formación ciudadana	Func. educativas	Espacios con valores naturales específicos	Centros interpretación visitas/año potencial
Valor social	Identidad territorial	Paisaje y costumbres	Áreas significativas que marcan identidad	Número de personas que aprecian esos valores

4. VALORACIÓN DE ALGUNOS DE ESTOS SERVICIOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE ORDESA-VIÑAMALA

En este apartado explicaremos como valorar algunos de los servicios más relevantes, relacionados con los ecosistemas acuáticos de la Reserva.

En concreto nos referiremos a los siguientes:

- La provisión de agua regulada naturalmente para regadío e hidroelectricidad.
- La provisión de agua de alta calidad para usos urbanos.
- La minimización del ritmo de colmatación de los embalses.
- La provisión de valores paisajísticos y naturales con proyección turística.

5. LA PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO E HIDROELECTRICIDAD

De entre la multitud de beneficios y servicios generados en el territorio de la actual Reserva, y más aún de lo que será cuando se amplíe, centraremos nuestra atención en los que se refieren a la gestión de aguas.



Fotografía 3. Río Ara cerca de Buxargüelo. Autora: Diane McAndrew.

La cabecera del río Cinca se alimenta en gran medida de la escorrentía procedente del territorio de la Reserva, así como de fuentes alimentadas por los potentes acuíferos kársticos que hay en su subsuelo. Estos caudales son recogidos en dos grandes embalses, Mediano y el Grado, aguas abajo, que permiten almacenar unos 900 millones de metros cúbicos, usados para regar en el *Sistema de Riegos del Alto Aragón (RRAA)* y producir hidroelectricidad.

Obviamente, no sería correcto asignar de manera exclusiva a la Reserva de la Biosfera la disponibilidad de esos caudales, pues para que ese nivel de disponibilidad se produzca en los lugares pertinentes y en el tiempo adecuado, ha sido necesario construir toda una serie de infraestructuras, y en particular los dos embalses citados. Sin embargo, la función reguladora de esos embalses no es la única que permite generar esos servicios de regadío y de generación hidroeléctrica. Si esos embalses funcionan como funcionan es gracias al mantenimiento de un régimen de caudales regulado de forma natural por los acuíferos kársticos de la cabecera, adecuadamente alimentados, gracias a la cobertura vegetal existente en la Reserva. Y, por otro lado, la preservación erosiva de esa cobertura vegetal está reduciendo drásticamente el ritmo de colmatación de los citados embalses, especialmente el de Mediano por estar en primer lugar.

Si queremos valorar el servicio de provisión de caudales de riego y de generación hidroeléctrica asignable a la RBOV habría que proceder como sigue:

1. Valorar el volumen de agua drenado en el espacio de la RBOV.
2. Discernir y evaluar el volumen evapotranspirado por la cobertura vegetal, la escorrentía directa y el volumen infiltrado a los acuíferos.
3. Medir los caudales naturales circulantes por el Cinca en los meses de riego.
4. Medir los caudales naturales circulantes turbinables a lo largo del año.

Los puntos 3 y 4 nos ofrecerían datos sobre los volúmenes regulados de forma natural que eventualmente podrían ser usados en el regadío y en la producción hidroeléctrica.

En este caso, ambos usos son competitivos, a pesar de que el uso hidroeléctrico no sea consuntivo. Esto es así, en este caso, porque las aguas de riego se derivan en la misma presa en la que se produce el principal turbinado. Lógicamente, en lo que se refiere al riego, se trata de aprovechar la energía potencial del agua en la cota de derivación (a la altura del Grado) para transportarla y distribuirla por gravedad a través de la red de canales del sistema de RRAA. Tal competencia en tiempos de estiaje exigiría establecer una prioridad de usos. Sin embargo, otros saltos menores, aguas arriba del Grado, no serían competitivos con el regadío.

Sobre la base de estos datos podríamos calcular el volumen agua regulada de forma natural disponible en cabecera del sistema de RRAA en los meses de riego, por un lado; y los caudales disponibles para turbinado a lo largo del año.

En lo que se refiere al regadío, habría que trabajar con series de aforos diarios en los meses que conforman la temporada de riego. De tales aforos habría que detraer los caudales ambientales a preservar. Por otro lado, habría que situar como cota superior de captación la capacidad del canal, de forma que, en caso de crecida, el caudal derivable quedaría limitado por ese aforo.

Otra forma más compleja y afinada de evaluar la parte de la regulación global de caudales de riego usados actualmente asignable a la regulación natural que gestiona el territorio de la Reserva, exigiría usar un programa de simulación de flujos en lámina libre, como el que utiliza la CHE. Este software debería alimentarse con los datos de escorrentía e infiltración, que

se derivan de los correspondientes modelos de simulación existentes, ajustados al espacio territorial de la Reserva.

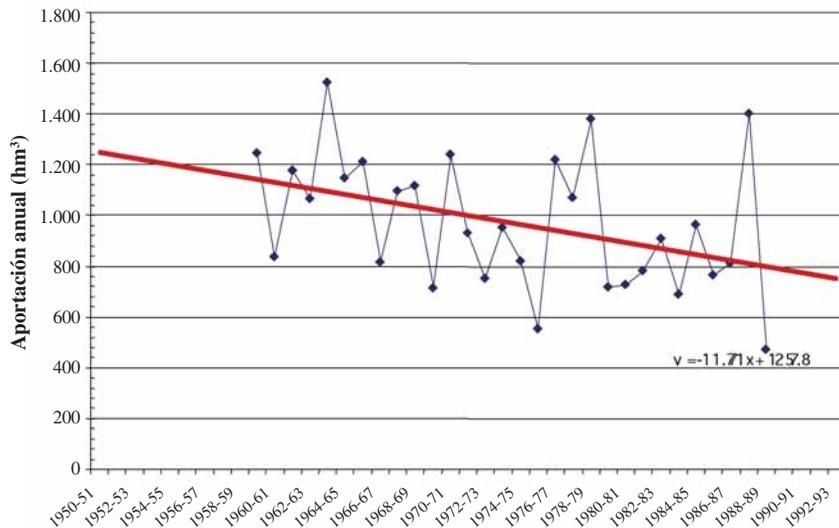
Sobre la base de estos datos y de estas herramientas informáticas, se podría jugar con escenarios de degradación de la cubierta vegetal, en el supuesto de que no hubiera Reserva. Tal degradación llevaría a una mayor escorrentía y a una menor regulación natural, lo que degradaría las capacidades globales de regulación existentes, aún contando con los embalses. Esa reducción de capacidad reguladora de caudales sería la que debería en rigor asignarse como un “coste evitado” gracias a la conservación de la cubierta vegetal que induce la Reserva.

La proyección en valores monetarios de este servicio de provisión de agua regulada para el riego es factible desde el momento que se dispone de estudios que determinan el incremento de valor añadido producido del regadío respecto al secano. Actualmente ese valor añadido incremental en Monegros se situaría cerca de 0,1 €/m³.

Por otro lado, en este caso, el fenómeno de evapotranspiración de la cubierta vegetal genera un “des-servicio” en lo que se refiere a la provisión de recursos hídricos para el riego u otros usos. Digamos que la cubierta vegetal, por un lado, evita la erosión del suelo, facilita la infiltración a los acuíferos y contribuye de forma importante a generar una función de regulación natural de caudales esencial para la provisión de caudales de riego (y otros usos); pero por otro lado, esa vegetación consume y evapotranspira un volumen notable de agua, tal y como han estudiado diversos autores.

Aquí, sin embargo, la filosofía del Programa MaB llevaría a preservar la actividad ganadera tradicional, frente a la crisis actual del sector. Ello supondría preservar las praderas frente al actual crecimiento forestal en zona de pastos tradicionales, del que hemos hablado anteriormente. Este proceso de crecimiento de las zonas forestadas a costa de zonas de prado

Cinca en Escalona



Fuente: Gallart, 2001.

conlleva un aumento de la biomasa y por tanto de la evapotranspiración. Los datos sobre el crecimiento de evapotranspiración en cabeceras pirenaicas explican reducciones en los caudales fluviales que oscilan entre el 15% y el 30% a lo largo de las tres últimas décadas.

6. PROVISIÓN DE AGUA DE ALTA CALIDAD PARA USOS URBANOS

El hecho de que el Cinca esté protegido en su cabecera permite garantizar una fuente abundante de agua de alta calidad. La calidad del agua es de notable importancia para su productividad en todo tipo de usos (industriales y agrarios), pero es imprescindible en materia de abastecimiento urbano.

El Eje del Ebro, donde se concentra una población de cerca de 1 millón de personas (con Zaragoza como principal ciudad), tiene el problema de que los caudales del Ebro Medio son de mala calidad, en parte por los procesos de salinización natural en el drenaje de territorios muy salinos, y en buena medida por la carga salina de los retornos de riego y por contaminantes de los diversos vertidos, puntuales y difusos, de las múltiples actividades humanas en la cuenca.

Sin embargo, se da la circunstancia de que la red de canales del sistema de RRAA transporta caudales de altísima calidad hasta las cercanías de Zaragoza, caudales generados en una buena medida en la *Reserva de la Biosfera de Ordesa-Viñamala*.

Ello permite disponer de los en torno a 100 millones de metros cúbicos de agua de alta calidad necesarios para cubrir el abastecimiento de ese millón de personas.

Para valorar en términos monetarios ese servicio de provisión de agua de alta calidad, con 400 Micro-Siemens/cm de conductividad, debería calcularse el coste de oportunidad de caudales de esa calidad en el Eje del Ebro. Para ello es preciso determinar la forma alternativa más barata de obtener caudales de esa calidad en el entorno de Zaragoza, que sería someter a ósmosis inversa los caudales del Canal Imperial, con una conductividad de entre 700 y 1000 Micro-Siemens/cm. El coste de desalobrar este agua para obtener aguas de 400 Micro-Siemens/cm supondría un coste en torno a 0,25 €/m³. Por lo tanto, 100 millones m³/año tendrían un coste de oportunidad de 25 millones de €.

A esta cantidad habría que restar el coste de amortización y gestión de las infraestructuras complementarias que habría que construir para garantizar de forma efectiva esa disponibilidad. En concreto, un pequeño embalse en Marracos (fuera del cauce del río Gállego) permitiría almacenar aguas de invierno, fuera de temporada de riego, derivadas desde el llamado *Abrazo de Tardienta*, en el Sistema de RRAA. Con ello, los canales se podrían usar sin entrar en competencia con el regadío. Tanto el coste de amortización y gestión de esas nuevas infraestructuras, como los costes tarifarios del Sistema de RRAA, deberían deducirse de los 25 millones de €.

7. CONTROL DE LA COLMATACIÓN DEL EMBALSE DE MEDIANO

Como ya se ha explicado, aguas abajo de Ainsa se construyeron dos grandes embalses: Mediano y Grado. El primero de ellos recibe el impacto de colmatación más importante al

estar aguas arriba. Aunque ambos se justificaron en su día bajo la prioridad del uso agrario en el regadío del Sistema de RRAA, lo cierto es que Mediano es el que regula realmente los caudales de riego, mientras el Grado acaba teniendo como prioridad producir hidroelectricidad.

Por lo tanto, controlar y ralentizar el fenómeno de colmatación de Mediano se traducirá en conservar capacidad de regulación para caudales de riego.

De nuevo en este caso, la función protectora contra la erosión de la cobertura vegetal en la Reserva permitirá desarrollar un servicio de conservación de la capacidad reguladora de los embalses, de forma no competitiva, sino complementaria, al de regulación natural de caudales descrito anteriormente.

Se trataría por tanto de calcular el volumen de erosión evitada anualmente en el territorio de la Reserva, lo que deriva en que esos materiales no acaben colmatando el embalse de Mediano. El beneficio generado no sería sólo el valor del volumen de sedimentos evitados, transformado en agua regulada para el riego en un año, sino el valor de ese volumen de agua en años sucesivos, ya que el impacto será permanente y acumulativo.

Con series de aforo adecuadas, se debería calcular la curva de reducción de caudal servido que produciría la correspondiente colmatación del embalse. Esa reducción anual, en m³/año, debería multiplicarse por el coste de oportunidad del agua de riego, que en este caso sería el valor añadido incremental generado por el regadío en Monegros respecto al secano, del orden de 0,1 €/m³. Ahora bien, esa pérdida anual debería extenderse a un periodo, cuando menos de 50 años, aplicando la correspondiente tasa de descuento, que podría ser del 3%, para estimar el coste actualizado del impacto evitado en medio siglo.

8. SERVICIOS RECREATIVOS

En este caso, el *Parque Nacional de Ordesa*, que debería ser considerado como el núcleo de la Reserva, genera un gran atractivo para el turismo. El valor paisajístico del entorno es, sin duda, la clave al respecto.

Pretender medir en unidades monetarias el valor de un paisaje y de los patrimonios naturales que engloba sería discutiblemente razonable, especialmente si consideramos la cuestión desde la coherencia de la *Economía Ecológica*. Sin embargo, desde la *Economía Ambiental* se han empleado y se emplean diversas metodologías.

En la *Universidad de Zaragoza* se han desarrollado diversos trabajos para estimar el valor recreativo del *Parque Nacional de Ordesa* aplicando este tipo de metodologías.

En concreto, la metodología del “*Coste de Viaje*” interpreta los gastos de viaje y estancia de los turistas como una forma de pago por disfrutar del espacio natural en cuestión. Más allá de estimar la curva de gastos de los visitantes (según vengan de más o menos lejos), se pasa a valorar el llamado *excedente del consumidor*, como forma de medir el valor que se perdería si el patrimonio natural en cuestión se degradara gravemente. Tal valoración se basa en las respuestas de los turistas a la pregunta de cuantos kilómetros más estaría dispuesto a hacer para disfrutar del espacio en cuestión, si fuera necesario.



Fotografía 4. Sierra de Tendeñera desde el Garmo Azurillo. Autora: Diane McAndrew.

Al *excedente del consumidor* calculado habría que añadir el *valor añadido* generado en la zona por los visitantes en los servicios contratados.

Usando esta metodología del “*Coste de Viaje*”, la doctora Begoña Álvarez concluía en su tesis doctoral, hace ya diez años:

“Con relación a la medida del valor de uso recreativo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, hemos estimado que oscila entre 568 millones de pesetas para los excursionistas y 22.000 millones de pesetas para los veraneantes que pasan sus vacaciones en el entorno del PNOMP. Esto nos puede dar una idea de la magnitud de los grandes beneficios sociales derivados tan sólo de una de las funciones que desempeña este espacio natural...” (Álvarez, 2000).

9. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Farizo, B. (2000). *Análisis de la demanda de servicios ambientales. El método de coste de viaje en la estimación de la demanda recreativa de espacios naturales*. Consejo de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación.
- Gallart, F. (2001). “La estimación de los recursos hídricos en el PHN: insuficiencias del método empleado ante los cambios de uso y cubierta del suelo en las cabeceras de las cuencas”. En P. Arrojo (coord.) *El PHN a debate*. Edit. Bakeaz. Bilbao; pp. 201-210.
- Martínez de Pisón, E.; Arozeno, M.E.; Serrano, E. (2002). *Las Unidades de Paisajes Naturales de la Reserva de la Biosfera Ordesa-Viñamala*. Madrid. Publicaciones del Comité Español del Programa MaB y de la Red IberoMaB de la UNESCO.

- Martínez de Pisón, E. (2007a). “Informe de Eduardo Martínez de Pisón, catedrático de geografía física de la Universidad Autónoma de Madrid y miembro del Comité MaB Español, sobre: Los documentos cartográficos remitidos por dicho Comité como propuesta del Gobierno de Aragón de revisión de contenidos geográficos de la Reserva de la Biosfera Ordesa-Viñamala con su adaptación y normalización respecto a las directrices generales de las Reserva de la Biosfera”. Madrid, 10 de marzo de 2007.
- Martínez de Pisón, E. (2007b). “Sugerencias añadidas sobre Ordesa-Viñamala a quien pueda contribuir a su defensa, ante las reuniones del día 11 (Red Montañas) y del día 14 de diciembre (Comité MaB) sobre las Reservas de la Biosfera Españolas”. Madrid, 30 de noviembre 2007.

**DISEÑO DE INDICADORES
PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS
AMBIENTALES OFRECIDOS
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA
DEL MONTSENY**

Martí Boada Juncà, Sònia Sànchez Mateo*, Roser Maneja Zaragoza* y Diego
Varga Linde**

* Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA). Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). Barcelona.
Departament de Geografia. Universitat de Girona. 17071. Girona

1. INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera del Montseny (RBM) está situada en el NE de la Península Ibérica, entre las provincias de Barcelona y Girona. Representa el macizo más elevado de la cordillera Prelitoral Catalana y uno de los más altos de la Cataluña no pirenaica. El Turó de l'Home (1.712 m), les Agudes (1.706 m) y el Matagalls (1.696 m) son sus picos más elevados.

Históricamente, la protección del macizo se sitúa en 1928, a partir de la firma de un Decreto Real y de la creación del Patronato de la Montaña del Montseny, en los cuales se reconocía su valor natural y su importancia como “pulmón verde” por su proximidad al área metropolitana de Barcelona.

Sin embargo, pese a las reclamaciones de protección por parte de académicos y naturalistas desde finales del siglo XIX, no fue hasta 1978 cuando se aprobó el Plan Especial de Protección del Parque Natural del Montseny y la declaración del Montseny como Reserva de la Biosfera, y no fue hasta 1987, que se aprobó el decreto de declaración del Parque Natural del Montseny. A principios de 2009 se aprobó una modificación del Plan Especial, que contem-



Figura 1. Localización de la RBM. Fuente: D. Varga.

pla una ampliació de la superfície de protecció a 31.063,90 ha. Una característica destacable de la RBM es la diversitat de paisatges que acoge dintre de sus límits, la combinació de valors ecològics i culturals, ademés de incloure mostres de les tres regions biogeogràfiques de los principals biomas de la Europa Occidental: la Mediterrànea, la Eurosiberiana i la Boreoalpina. La particular ubicació geogràfica del Montseny representa el límit septentrional i meridional de diferents organismes i sistemes, en el primer cas respecte la corologia mediterrànea i, en el segon cas, a la eurosiberiana. Dicha singularitat biogeogràfica expressa una alta sensibilitat davant el canvi global. La activitat humana ha interactuat durant segles amb los processos naturals per configurar el paisatge actual, sent éste una expressió de la història natural i la història social de la regió. Històricament, la activitat primària desenvolupada en el macizo se ha basat en un sistema econòmic de subsistència, propi de àrees de muntanya, que combinava essencialment les activitats agrícola, ganadera i forestal, esta última especialment dedicada a la obtenció de dendrocombustibles, en forma de llenya i carbó vegetal, o de fusta per a la construcció de cases o embarcacions, entre altres usos.

Este sistema de subsistència roman amb pocs canvis fins a finals del segle XIX. A partir de entonces, la pèrdua de la rentabilitat de los treballs desenvolupats en zones de camp i de muntanya, unit al creixement industrial i econòmic de las zones de llano i las zones urbanes, ha provocat el despoblament i el envejeciment progressiu de las zones de muntanya, dinàmica que se ha frenat en los últims anys, degut al desenvolupament turístic i al fenomen de las segones residències. Esta situació conlleva un canvi en los serveis ambientals prestats, on los serveis de provisió de productes i recursos naturals han perdut el seu paper predominant en favor de serveis culturals i recreatius. Actualment la ciència del canvi global constitueix un referent en el estudi de las interaccions constan-



Fotografia 1. Turó de l'Home, cima culminal del Montseny (1707 msnm) amb l'observatori meteorològic. Autora: S. Sànchez.

tes entre las fuerzas inductoras de carácter biofísico y las fuerzas inductoras de carácter socioeconómico. Uno de los proyectos de investigación más destacados en cuanto al análisis del cambio global corresponde al *Land Use and Land Cover Change* (LUCC), impulsado en 1993, y que años más tarde, en 2005, cedió su relevo al *Global Land Project* (GLP), programa que aporta una visión integradora de las ciencias experimentales y las ciencias sociales a través de un análisis basado en un contexto tanto geográfico como histórico. La RBM, por su especial sensibilidad frente al cambio global, constituye un área de investigación preferente: desde el campo de la ecofisiología, a los efectos de la ganadería en los ecosistemas de montaña o el monitoreo de lepidópteros diurnos, entre otros.

2. FUNCIONES Y SERVICIOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se expone la evaluación de los principales servicios ambientales ofrecidos en la RBM teniendo como base el *Informe sobre el diseño metodológico genérico para la evaluación de los servicios medioambientales ofrecidos por las reservas de la Biosfera* (Onaindia, 2009).

El objetivo es establecer y cuantificar una serie de indicadores para la evaluación de los principales servicios ambientales en la RBM, que puedan ser extrapolados a otros espacios naturales. Los servicios ambientales analizados se han clasificado según si las funciones se refieren a la regulación, la producción o la información.

2.1. Funciones de regulación

2.1.1. Regulación atmosférica y climática

- *Fijación anual de carbono*

La función reguladora e intercambiadora de gases a través de la vegetación es de gran interés, pues no sólo es fundamental para el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos de la atmósfera, sino que además mantiene una adecuada calidad atmosférica a partir de su función como sumidero de dióxido de carbono, gas de efecto invernadero de mayor concentración en la atmósfera, a la vez que ejercen una regulación climática.

Para llevar a cabo la cuantificación anual de la fijación de carbono en la RBM, se propone considerar un análisis de las cubiertas del suelo así como el carbono almacenado y el carbono fijado anualmente por las comunidades vegetales.

El balance de carbono y su potencial de actuar como sumidero, depende de dos procesos esenciales que forman parte de la actividad de los organismos: la fotosíntesis y la respiración. La diferencia entre la tasa de fotosíntesis y la respiración, denominada también tasa de producción neta, será equivalente a la capacidad de fijación anual de carbono atmosférico y nos proporcionará un valor cuantitativo del servicio ambiental que éstas realizan anualmente.

El cálculo del carbono almacenado y de su correspondiente fijación anual parte de la superficie que ocupan las principales cubiertas del suelo de la RBM, siendo los bosques de



Fotografía 2. Imagen invernal de un hayedo en el valle de Santa Fe. Autora: S. Sánchez.

encinas los más importantes, con más de la mitad de la superficie total (53,73%), seguida por los hayedos (11,12%) y diferentes comunidades de matorrales (8,24%). El resto de cubiertas y comunidades vegetales se encuentran con un porcentaje relativamente pequeño (0,1-3%).

El carbono almacenado en la biomasa vegetal de las diferentes cubiertas forestales es consecuencia directa de la producción neta acumulada a lo largo de los años. Como dato general de referencia, se puede afirmar que en todos los bosques de Cataluña se acumulan unos 97,5 millones de Mg¹, donde el 70% corresponde a la parte aérea (tronco, ramas y hojas) y el 30% a la parte subterránea (raíces gruesas) (Gracia, 2009). En términos de carbono, significa que los bosques de Cataluña acumulan 49,2 millones de Mg de carbono distribuidos entre las diferentes comunidades vegetales de tipo forestal. En cuanto a la fijación acumulada en los matorrales y estadios incipientes de desarrollo de las comunidades vegetales se ha estimado, a partir del total de carbono almacenado en estas comunidades a nivel de Cataluña correspondiente a 5,65 millones de Mg de carbono en toda la extensión forestal, que la media de carbono almacenado en estas comunidades es de 4,9 Mg C/ha.

Para determinar el carbono fijado anualmente en la RBM se han utilizado datos medios de las comunidades vegetales presentes en Cataluña. El promedio de fijación de los bosques de Cataluña anualmente es de 1,34 Mg de C/ha/año (Gracia, 2009). La especie que más carbono fija es *Pinus radiata* (5,42 Mg de C/ha/año) y la que menos *Quercus suber* (0,78 Mg de C/ha/año). En conjunto, los bosques de Cataluña fijan anualmente 1,5 millones de Mg de carbono (Gracia, 2009). A partir de estos datos, se estima que el servicio ambiental de sumidero

¹ La unidad del Sistema Internacional Mg hace referencia a megagramos, equivalente a tonelada.

Tabla 1. Cantidad de carbono acumulado en el total de la superficie de la RBM (Mg C/ha totales) y cantidad anual acumulada en el total de la superficie de la RBM (Mg C/ha totales/año). Fuente: CREAM (2009) y Roijals *et al.* (2002).

Bosques o formaciones	Especies predominantes	Superficie (ha)	Carbono acumulado Mg C/total ha RBM	Carbono acumulado anualmente Mg C/total ha RBM/año
Abetales	<i>Abies alba</i>	18	1.887	42
Encinares	<i>Quercus ilex</i>	16.189	809.450	22.665
Alcornocales	<i>Quercus suber</i>	1.377	41.307	964
Hayedos	<i>Fagus sylvatica</i>	3.907	328.231	7.703
Pinares mediterráneos	<i>Pinus halepensis</i>	35	1.009	569
	<i>Pinus pinea</i>			
Pinares montanos	<i>Pinus nigra</i>	376	13.927	9.335
	<i>Pinus sylvestris</i>			
Robledales húmedos	<i>Quercus petraea</i>	1.383	52.546	1.245
Robledales secos	<i>Quercus humilis</i>	764	29.032	688
Matorrales	Coscojas, landas de brezo, enebros...	2.483	12.250	6.008
Bosques de ribera	<i>Alnus glutinosa</i> ,	563	23.381	958
	<i>Fraxinus angustifolia</i>			
Prados y pastos		377	—	—
Cultivos herbáceos	Cereales	613	—	—
Cultivos y plantaciones de árboles	<i>Castanea sativa</i>	1.068	66.222	2.991
Cultivos y plantaciones de arbustos	Asimilado a matorral	14	70	34
Superficie de agua y vegetación higrófila		37	—	—
Superficie urbanizada		598	—	—
Superficie rocosa		326	—	—
Total		30.128	1.379.313	53.201

de carbono que realiza la RBM es de un total de 1.379.313 Mg de C, con una acumulación anual de 53.201 Mg de C (Tabla 1) equivalente a 195.732 Mg de dióxido de carbono. Si ponderamos esta fijación con la superficie total de la Reserva obtenemos que la capacidad de fijación anual por hectárea es de 6,5 Mg de dióxido de carbono. Considerando que la media de las emisiones de dióxido de carbono atribuidas a un habitante en Cataluña es de 10 Mg de dióxido de carbono por año (DMAH, 2008), se observa que la fijación anual media por hectárea de las cubiertas vegetales de la RBM contribuye a fijar anualmente más de la mitad de la emi-

sión media generada por un habitante. Esta cifra nos permite comprender mejor la importancia relativa de los bosques como sumideros de carbono. Dada la población de Cataluña unos 7,5 millones de habitantes (Idescat, 2010), se comprende que los bosques están muy lejos de tener la capacidad de compensar las emisiones de CO₂ de la población de Cataluña. En efecto, para compensar las emisiones de los 7,5 millones de habitantes se requiere una superficie forestal de unos 15 millones de hectáreas de bosque, valor 14 veces superior a los 1,13 millones de hectáreas de bosque presentes en Cataluña (Gracia, 2009). En otras palabras, la fijación de carbono de los bosques catalanes sirve para compensar el 8% de las emisiones anuales de CO₂ en Cataluña.

- *La fenología como indicadora de cambio climático*

La fenología se define como la ciencia que estudia la temporalidad de las diferentes fases de los ciclos vitales de los organismos (Peñuelas *et al.*, 2009). Además de los registros meteorológicos, es interesante establecer registros fenológicos a largo plazo para la detección de modificaciones estacionales que se encuentran vinculadas al cambio climático.

La RBM ha contado desde principios del siglo XX, concretamente desde 1929, con el observatorio meteorológico del Turó del Home, que ha proporcionado registros diarios hasta el año 2000. Sin embargo, el cese de la continuidad de este histórico observatorio en el punto más elevado del macizo, supone una gran pérdida, aunque haya otras estaciones en la Reserva. Los datos facilitados por esta estación han constituido una valiosa información de base para numerosos estudios y han permitido detectar un aumento de la temperatura media anual de 1,2-1,4 °C en el periodo 1952-1998 (Boada y Peñuelas, 2003).

La disponibilidad de series a largo plazo, tanto de registros fenológicos como de datos meteorológicos proporcionados por observatorios situados en la misma Reserva de la Biosfera, y su análisis conjunto confieren un elevado valor indicador frente al cambio climático.

En la RBM (Peñuelas y Boada, 2003; Peñuelas, Filella y Comas, 2002), —así como en Catalunya y en muchos otros lugares del planeta— los registros fenológicos han permitido constatar un avance en la brotación de los árboles de una media de 20 días respecto cincuenta años atrás. Por otro lado, las plantas también florecen y fructifican antes, una media de 10 días respecto treinta años atrás. Y los ciclos vitales de los animales también muestran alteraciones en las fenofases de su desarrollo (Peñuelas *et al.*, 2009; Peñuelas, Filella y Comas, 2002).

Dadas estas circunstancias, se propone un control fenológico sencillo a través de una matriz con aquellas especies más sensibles y fácilmente detectables (Tabla 2). Las especies indicadoras que se exponen hacen referencia a la RBM, de modo que en aplicarse en otras reservas cabría una revisión y adaptación de estas especies.

La aplicación de la metodología debe ser sencilla y reproducible fácilmente. Se propone recorrer un itinerario de manera periódica y seriada en el tiempo, a realizar con vehículo, a través de las dos carreteras principales de la Reserva, que podrían actuar como transectos de estudio (BV-5119 y BV-5301) anotando los cambios fenológicos sucedidos en la ficha de campo mostrada (Tabla 2).

Tabla 2. Especies y fenología asociada para el monitoreo fenológico en la RBM en forma de propuesta para ficha de campo. Fuente: Elaboración propia (2010).

Observador:

Comentarios:

Especie	Indicador- fenología	Fecha	UTM	Cota (m)
FAUNA				
Aves				
Águila culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>)	Primera observación anual (llegada)			
Golondrina común (<i>Hirundo rustica</i>) y otros hirundínidos	Primera observación anual (llegada)			
Vencejo común (<i>Apus apus</i>) y otros apódidos	Primera observación anual (llegada)			
Cuco (<i>Cuculus canorus</i>)	Primer canto			
Búho real (<i>Bubo bubo</i>) y otras rapaces nocturnas	Primer canto			
Anfibios*				
Rana bermeja (<i>Rana temporaria</i>)	Primer canto y primer amplexus			
Ranita meridional (<i>Hyla meridionalis</i>)	Primer canto			
Rana verde (<i>Pelophylax perezi</i>)	Primer canto			
Sapo común (<i>Bufo bufo</i>)	Primer amplexus			
FLORA				
Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)	Primer brote			
Mostajo (<i>Sorbus aria</i>)	Primer brote			
Castaño (<i>Castanea sativa</i>)	Primer brote			
Fresno (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Primer brote			
Avellano (<i>Corylus avellana</i>)	Primera floración			
Aliso (<i>Alnus glutinosa</i>)	Primera floración			
Olmo (<i>Ulmus minor</i>)	Primera floración			
Encina (<i>Quercus ilex</i>)	Primera floración			
Anémoma (<i>Anemone nemorosa</i>)	Primera floración			
Campanillas de invierno (<i>Galanthus nivalis</i>)	Primera floración			
Violeta (<i>Viola bubanii</i>)	Primera floración			
Narciso común (<i>Narcissus poeticus</i>)	Primera floración			

* Requieren visitas de puntos de muestreo previamente determinados.

2.1.2. Sujeción del suelo

- *Tasa de erosión del suelo para diferentes cubiertas vegetales*

La prevención de la erosión por la cobertura vegetal es otro de los servicios ambientales que se le pueden atribuir a la vegetación existente en la RBM. La presencia de masas forestales, matorrales y, en general, de una cubierta vegetal, disminuye la acción de los agentes erosivos del relieve como son el viento y, principalmente, el agua.

Para cuantificar el servicio ambiental de regulación de la sujeción del suelo y, más concretamente, de prevención de la erosión, se ha realizado una búsqueda bibliográfica de estudios que calculen la erosión en suelos de sierras litorales y prelitorales de Cataluña. Según la bibliografía, la tasa de erosión media para un bosque en la RBM es de 0,02 Mg de suelo por hectárea y año (Sala, 1996). Aplicando la tasa de erosión para ciertos suelos con cubiertas vegetales específicas (Sala, 1996) a las cubiertas vegetales de la RBM, se observa que la erosión y pérdida de suelo es aproximadamente de 1.454 Mg de suelo/año para toda la superficie de la RBM. Si la superficie de la RBM se encontrara desprovista de vegetación, la pérdida de suelo alcanzaría valores de 2.368 Mg anuales. Por lo tanto, se puede concluir que el servicio ambiental de prevención de la erosión que realiza anualmente la cubierta vegetal de la RBM es de 912 Mg de suelo para toda la superficie de la RBM.

2.1.3. Formación del suelo

- *Producción y aportación de materia orgánica*

Los procesos de formación del suelo se producen principalmente por la meteorización de la roca y la aportación de materia orgánica. Otros numerosos factores influyen en la formación y consolidación del suelo, como el sustrato geológico, los parámetros físicos como el pendiente o el componente climático. La vegetación juega un papel relativamente importante en la formación del suelo, primeramente por la evidente aportación de materia orgánica, pero también hay que destacar que el manto vegetal favorece los efectos de la meteorización química del sustrato y con ella su transformación en un suelo (Sala, 2004).

Por encima del suelo propiamente dicho, se encuentra una capa de profundidad variable formada por materiales de origen orgánico: hojarasca, pero también frutos, ramas, restos animales, etc. (Terradas, 2004). La caída de hojarasca sobre el suelo y la correspondiente transferencia de los elementos que la componen constituyen uno de los flujos más importantes del ciclo biogeoquímico de los ecosistemas forestales, representando el retorno de la biomasa vegetal a la reserva edáfica (Caritat y Terradas, 1990). La caída de estos restos vegetales constituye la fuente principal de materia orgánica en el suelo, donde empieza el proceso de descomposición, que se divide en mineralización y humidificación (Nadal, 2002). La aportación de materia orgánica en estos horizontes ha sido estudiada y cuantificada en los hayedos, alcornocales, robledales y encinares del Montseny, que representan aproximadamente 26.066 hectáreas, el 76,5% del total de la superficie de la reserva.

La producción anual media en el alcornocal (*Quercus suber*) del Polell, desde 1995 al 2008, fue de 468g/m², similar a la de otros bosques perennifolios mediterráneos con precipitación relativamente alta. La producción máxima de hojas se registró durante el mes de mayo

y junio como es habitual en especies mediterráneas adaptadas a hacer frente a la sequía de verano. La producción anual media de hojarasca registrada en el hayedo (*Fagus sylvatica*) del Coll de Té durante los dos años estudiados es de 550 g/m², algo superior a la registrada en el hayedo de Morou, también en el Montseny. El máximo de caída de hojas al hayedo tiene lugar el mes de noviembre, con valores que en el 2007 superaron los 200 g/m². La producción media anual de hojarasca durante los dos años estudiados hasta ahora en el robledal (*Quercus petraea*) de Marmolers ha sido de 492 g/m². Este valor es inferior al registrado anteriormente en el robledal del Puig (664 g/m²), que se encuentra en un estadio de mayor madurez. La producción total de hojarasca en el encinar (*Quercus ilex*) de Marmolers fue de 458 g/m², valor parecido al registrado en el encinar de la Castaña (Caritat y Vilar, 2008).

Para el año 2008, considerando que únicamente se ha tenido en cuenta la superficie de las principales cubiertas forestales del Montseny — encinar, alcornocal, robledal y hayedo—, se calcula que la cantidad total de materia orgánica aportada para dicho año corresponde a 106.556,49 toneladas.

2.1.4. Polinización

- *Seguimiento de mariposas diurnas*

Como se ha comentado anteriormente, el estudio de los cambios en la fenología animal parece uno de los indicadores más claros de los procesos de cambio global, concretamente del actual aumento de las temperaturas. En este sentido, el grupo de los ropalóceros (mariposas diurnas) destaca como uno de los más populares, porque son animales ectotérmicos, es decir, que adaptan su temperatura y su metabolismo al entorno, de forma que su ciclo de vida está altamente influenciado por este factor ambiental. Desde el punto de vista de la polinización, los ropalóceros establecen una estrecha relación con la planta nutricia. Además, han sido objeto de estudio y monitoreo en varios países durante décadas (Stefanescu *et al.*, 2003).

La metodología del Butterfly Monitoring Scheme (BMS) aplicada en la RBM ha sido introducida por Constantí Stefanescu y se utiliza como modelo estandarizado para la recogida de datos sobre ropalóceros (Stefanescu *et al.*, 2003). Este método ha mostrado la elevada significación de este modelo para la detección en sus estados más incipientes de algunas manifestaciones de cambio global. El BMS permite recoger datos de forma estandarizada, utilizando transectos fijos para cuantificar el número de individuos de cada especie durante un período determinado de semanas cada año. Así, la metodología del BMS permite la caracterización de las poblaciones de mariposas diurnas que constituyen uno de los grupos de insectos polinizadores mejor estudiados en el Montseny.

2.1.5. Función de refugio y criadero

- *Superficie ocupada por bosques maduros*

Se propone el uso de la superficie ocupada por bosques maduros respecto la superficie total de la Reserva como indicador de la función refugio y criadero, aunque hay que considerar

que el mosaico espacial de hábitats proporciona una mayor heterogeneidad paisajística y de disponibilidad de hábitats para flora y fauna, siendo los espacios abiertos y las actividades agrícolas y ganaderas tradicionales de vital importancia para el mantenimiento de la biodiversidad.

Los bosques maduros tienen un papel importante en la preservación de la biodiversidad. En los árboles maduros se asientan multitud de plantas, líquenes, musgos y helechos que, a su vez, crean nuevos hábitats para otros organismos. Los bosques maduros contienen madera en descomposición así como árboles muertos que aún se mantienen en pie, permitiendo la presencia de diversas especies de hongos y de algunos insectos que dependen totalmente de la presencia de árboles viejos y madera muerta para sobrevivir. Huecos, grietas y cavidades ofrecen refugio a murciélagos, a otros pequeños mamíferos o a las aves, que utilizan los árboles maduros, o incluso senescentes, para criar o para alimentarse de los invertebrados que en ellos habitan.

El macizo del Montseny es un espacio fuertemente humanizado, donde la mayor parte de las masas forestales han sido gestionadas. Este hecho marca la escasa presencia de bosques maduros. Los bosques de mayor grado de madurez localizados coinciden con castañedos que han sido gestionados para la obtención de fruto (Sanitjas, 2008). La superficie de bosques maduros calculada para el macizo del Montseny es de 389,4 ha, que supone un 1,25% de la Reserva.

2.2. Funciones de producción

2.2.1. Alimento

- *Caza: densidad de población de especies de interés cinegético*

La gestión cinegética busca maximizar la productividad y el aprovechamiento cinegético sostenible. El programa de gestión cinegética de la RBM tiene como objetivo definir las estrategias de conservación y aprovechamiento de los recursos cinegéticos de caza menor, mediante la gestión responsable entre propietarios, sociedades de cazadores y los gestores del parque.

El Plan de Seguimiento del Parque Natural del Montseny contempla el seguimiento de las actividades cinegéticas y de las principales especies objeto de las mismas: la perdiz roja (*Alectoris rufa*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), la liebre (*Lepus europaeus*) y el jabalí (*Sus scrofa*). Otras especies apreciadas cinegéticamente son la chocha perdiz (*Scolopax rusticola*) y, de manera creciente, el corzo (*Capreolus capreolus*).

A diferencia de muchas otras especies silvestres, la fauna cinegética menor se halla en muy bajas densidades después de un largo declive. En relación a los resultados, la población de conejos en el macizo de la Calma se halla en un estado de alta vulnerabilidad con densidades inferiores a 10 animales/100 ha, que tienden a concentrarse en hábitats donde se mantienen espacios abiertos o semiabiertos. Se detecta también un problema de parásitos que condiciona de forma importante la evolución de la población. La presencia, en densidades elevadas, de jabalí en los períodos de reproducción conlleva importantes bajas en la población

de gazapos al preñar las madrigueras de cría. Igualmente, el incremento de la superficie forestal favorece a los carnívoros. Por otro lado, la población de liebres presenta densidades aceptables, encontrándose la especie en un proceso de expansión. Para el caso de la perdiz se observa un incremento de la población, aunque no es el esperado teniendo en cuenta las numerosas reposiciones anteriores (Sobregreu, y Nadal, 2008).

El Montseny es uno de los 17 espacios que contempla el programa de seguimiento de las poblaciones de jabalí (*Sus scrofa*) en Cataluña, impulsado por el Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, y la Diputación de Barcelona. En la temporada 2000/09 se documentaron datos de las batidas realizadas, resultando una estimación de 6 individuos/100ha, manteniéndose como una de las más elevadas de los espacios de la red de observatorios, pero con una disminución del 13% respecto la temporada 2007/08. La densidad de población de jabalí en el Montseny muestra una tendencia ascendente en los últimos 10 años, aunque se observan variaciones interanuales notables a causa de las diferencias en la disponibilidad de alimento (Rossell y Navàs, 2008).

- *Pesca: zonas de pesca controlada y estructura poblacional*

En el Montseny sólo la trucha tiene un interés significativo de pesca, por lo que únicamente esta especie puede verse afectada por la explotación pesquera. La ordenación de la pesca fluvial es competencia del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda (Generalitat de Catalunya), existiendo 5 zonas de pesca controlada (ZPC) en los tramos de río incluidos en el ámbito del parque; 3 de estas zonas tienen una regulación de pesca con muerte y dos de ellas tienen la modalidad sin muerte. La pesca está prohibida en las cabeceras de los principales ríos y la mayoría de afluentes, catalogados como zonas de Refugio de pesca. Las poblaciones explotadas (zonas de pesca con muerte) tienden a presentar menor diversidad en su estructura poblacional que las poblaciones de tramos sin explotación (pesca sin muerte). De igual forma, la proporción de truchas por encima de la medida legal tiende a ser menor en las zonas explotadas (Aparicio, 2009).

- *Agricultura y ganadería: superficie agrícola y carga ganadera*

La superficie agrícola en la RBM es de 628,8 ha, sin tener en consideración las plantaciones forestales, ya que únicamente los cultivos herbáceos y arbustivos ofrecen un servicio de alimento. La proporción relativa de la agricultura respecto la totalidad de superficie de la reserva corresponde al 2,02%.

La ganadería es una actividad tradicional que se mantiene en el Montseny, aunque el 60% de los titulares de las explotaciones percibe rentas procedentes de otras actividades. Actualmente existen 37 explotaciones de ganadería extensiva dentro de los límites de la RBM. El sector predominante es el ovino, con 794 Unidades de Ganado Mayor (UGM), seguido del bovino con 363 UGM y del caprino con 96 UGM. Desde el punto de vista de la evolución de la ganadería por sectores, el bovino ha experimentado un acusado aumento respecto años anteriores mientras que el caprino ha disminuido y el ovino tiende a mantenerse. La carga ganadera, es decir, la relación entre el número de unidades de ganado mayor y las hectáreas de superficie con aprovechamiento ganadero de la explotación, es mayor en el sector bovino (0,3), seguido del ovino (0,2) y del caprino (0,05) (Bartolomé, Milán y Plaixats, 2002).



Fotografía 3. Ganado bovino en el macizo de la Calma. Autora: S. Sánchez.

2.3. Funciones de información

2.3.1. Información estética

- *Disfrute paisajístico: método zonal del coste del viaje*

Una Reserva de la Biosfera es un bien que no tiene mercado, de modo que una manera de medir su utilidad es a través del Método Zonal del Coste de Viaje (MZCV) (Hotelling, 1947). Para el cálculo del coste del viaje se han seguido cinco pasos:

1. Definición de una serie de zonas concéntricas y aproximadamente equidistantes, alrededor de la RBM con un radio de 50, 100 y 150 km para las zonas 1, 2 y 3, respectivamente. Analizando los datos de la encuesta de frecuentación turística del año 1998 (Cànoves *et al.*, 1999) se ha limitado el ámbito de estudio al territorio catalán y se han escogido las comarcas como unidad territorial.
2. Análisis del origen geográfico de los visitantes a partir de una encuesta realizada sobre una muestra aleatoria (Balletbó *et al.*, 2003). Para ajustar las diferencias entre el tamaño de la población de las distintas zonas, el número de visitantes de la muestra de cada zona, se divide por el total de la población de la zona respectiva. El resultado se expresa en porcentaje de visitantes sobre la población total.
3. Estimación de costes. El número de visitantes de la Reserva de la Biosfera es función de los costes que suponen su visita, de modo que para el cálculo se ha considerado el coste de combustible y el tiempo de desplazamiento. A partir de las zonas delimitadas anteriormente, se ha aproximado la distancia recorrida por los visitantes (ida y

vuelta), como la distancia que hay desde la localidad más poblada de cada zona hasta el valle de Santa Fe. Por otro lado, se ha estimado un precio medio por kilómetro, excluyendo peajes.

4. Obtención de la función de demanda del coste total del viaje a partir del coste total y de la proporción de visitantes de cada zona. En este sentido, un mayor coste total del viaje implica una menor proporción de visitantes. Para estimar el bienestar recreativo de los visitantes, se estima una función de demanda respecto un precio de entrada en la Reserva, actualmente inexistente.
5. Medida aproximada de los beneficios del excedente del consumidor a partir de la función de demanda del coste total del viaje; es decir, el precio que los visitantes estarían dispuestos a pagar para gozar del espacio natural. Este dato en la RBM, para el año 2007, fue de 10.256.619,09 €. Si se divide este valor por el número de visitas, se consigue un valor por persona y año de 15,95 €, mientras que en el año 1998 fue de 7,18 €/persona y año, por lo que se ha observado un incremento del 122% en el excedente del consumidor.

2.3.2. Función recreativa

- *Número anual de visitantes*

La cuantificación de visitantes que recibe la RBM se realiza mediante un recuento de los vehículos que circulan por la carretera BV 5114 en Fogars de Montclús, uno de los accesos más frecuentados de la Reserva.

El número de visitantes fluctúa en el tiempo, aunque en los últimos años se observa un incremento llegando a la afluencia máxima en 2007 con 643.160 visitantes (Talp, 2004; Diputació de Barcelona, 2007). La RBM registra el número máximo de visitas en los meses de octubre y noviembre, época de recolección de frutos como las castañas y las setas. La actividad disminuye en invierno, aunque puntualmente son muchos, sobre todo familias con niños, los que se acercan para disfrutar de las primeras nevadas. En primavera y con la mejora del tiempo las visitas aumentan; es una buena época para pasear, observar las floraciones y estudiar la flora y fauna. El mínimo de visitas se registra en verano, durante los meses de julio y agosto, cuando la principal actividad turística y de ocio se concentra en la costa.

2.3.3. Ciencia y educación

- *Investigación científica: número de publicaciones*

El uso de la naturaleza para la investigación científica de la RBM se ha analizado cuantificando el número de publicaciones científicas que estudian los hábitats, especies vegetales y faunísticas de esta Reserva. En 1989, Boada y Rosell ya revelaban que el número de investigadores que efectuaban trabajos de investigación en el macizo del Montseny de manera sostenida superaba los ciento setenta. En cuanto a publicaciones sobre el Montseny en el período 1800-1990, los autores identifican 496 publicaciones de ciencias naturales y 951 de historia, literatura y ciencias sociales.



Fotografía 4. Escuela de la naturaleza de Can Lleonart, en el valle de Santa Fe. Autora: S. Sànchez.

El principal buscador internacional de publicaciones científicas es el ISI Web of Knowledge, gestionado por Thomson Reuters. Dicho buscador da la posibilidad de realizar búsquedas de palabras clave que aparezcan en el título, en el resumen y/o en las palabras clave de los centenares de miles de artículos científicos que hay en su base de datos. Para evaluar la relevancia internacional de la investigación científica en el Montseny, se han buscado ésta y otras palabras clave correspondientes a otros Parques Naturales, Nacionales y Reservas de la Biosfera, tanto españoles como internacionales.

Tabla 3. Publicaciones científicas internacionales existentes para distintos Parques Naturales, Nacionales y Reservas de la Biosfera (2009).

Ámbito	Palabra (título, abstract, palabras clave)	Total	Últimos 5 años
Catalunya	Montseny	127	22
	Aigüestortes	2	1
España	Doñana	704	195
	Picos de Europa	107	24
	Grazalema	60	9
	Sierra Nevada	522	120
USA	Yosemite	591	108
	Yellowstone	4.116	1.006

En la Tabla 3 se observa como la palabra “Montseny” aparece en 127 entradas (excluyendo publicaciones dónde esta palabra aparece como apellido), de las cuales 22 corresponden a publicaciones recientes, realizadas durante los últimos 5 años.

El Catálogo Colectivo de las Universidades de Catalunya (CCUC) es un catálogo con más de 3.400.000 registros bibliográficos y proporciona acceso a más de 6.000.000 de documentos físicos conservados en más de 160 bibliotecas. Partiendo de que, por proximidad geográfica, la mayoría de publicaciones sobre el macizo del Montseny han sido editadas y escritas por autores catalanes, se considera el CCUC como el catálogo bibliográfico más adecuado para estimar el número de publicaciones sobre la zona. Realizando una búsqueda de la palabra clave “Montseny” en el CCUC, excluyendo coincidencias con nombres propios de persona, se obtienen más de 850 documentos, un resultado que demuestra la relevancia científica, cultural y natural del macizo del Montseny, tanto en la actualidad como en el último siglo, siendo especialmente relevante el hecho que el libro más antiguo encontrado en la búsqueda al CCUC fecha de 1879.

- *Divulgación local y regional: número de publicaciones*

El Parque Natural del Montseny tiene una intensa actividad editorial, y ha publicado numerosos libros, guías y otros documentos con un total de 88 ítems (Diputació de Barcelona, 2010).

- *Número de centros de investigación y ocupación*

Por sus características, la Reserva de la Biosfera del Montseny es un emplazamiento excepcional para la investigación científica *in-situ*. Cabe destacar las instalaciones del Albergue El Puig y de la Estación Biológica del Vilar de la Castanya como principales equipamientos para el estudio científico del macizo del Montseny. La ocupación del albergue para la investigación a lo largo del año 2008 fue del 48% de días del año por parte de más de 100 alumnos asistentes a los cursos y 21 investigadores. Por otro lado, la Estación Biológica es un centro para la investigación en biología y ecología aplicada, creada por la Generalitat de Catalunya y propiedad del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Actualmente, la Castanya es utilizada por el CREA (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) en múltiples proyectos de investigación en el Montseny.

3. CONCLUSIONES

La propuesta metodológica presentada en relación a la evaluación de servicios ambientales y cambio global en las Reservas de la Biosfera mediante el desarrollo de indicadores, pretende ser, por un lado, una herramienta de evaluación común al resto de Reservas de la Biosfera, por otro, se espera que la información generada pueda contribuir a la redacción de planes de acción y manejo por parte del ente gestor.

A continuación se detalla una tabla resumen con el conjunto de indicadores propuestos para la evaluación de servicios ambientales:

Tabla 4. Conjunto de indicadores propuestos. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de función	Funciones de ecosistemas	Indicadores propuestos
Regulación	Regulación atmosférica y climática	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación anual de carbono. • Registros fenológicos. • Registros meteorológicos.
	Sujeción del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de erosión media del suelo.
	Formación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y aportación de materia orgánica seca anual.
	Polinización	<ul style="list-style-type: none"> • Fenología de ropalóceros a través del BMS.
Producción	Función de refugio y criadero	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie ocupada por bosques maduros.
	Alimento	<ul style="list-style-type: none"> • Caza: densidad de población de especies de interés cinegético. • Pesca: zonas de pesca controlada y estructura poblacional. • Agricultura: superficie agrícola. • Ganadería: carga ganadera.
		Información estética
Información	Función recreativa	<ul style="list-style-type: none"> • Número anual de visitantes.
	Ciencia y educación	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación científica: número de publicaciones. • Divulgación local y regional: número de publicaciones. • Número de centros de investigación y ocupación.

El diseño de estos indicadores ha de permitir su evaluación anual y seguir suministrando información científica interdisciplinar desde las ciencias ambientales sobre el estado de las Reservas de Biosfera y los servicios ambientales que éstas generan.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al personal del Parque Natural del Montseny, en especial a su Directora, Joana Barber, y al biólogo Daniel Guinart por su colaboración en el trabajo. Al equipo de INÈDIT y a la ambientóloga Alba Vidal por su apoyo en el proceso de diseño de indicadores. Finalmente, al Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino por el soporte económico a esta investigación.



Fotografia 5. Bálamo del Montseny. Autor: M. Boada.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, E. (2009). *Diagnosis de la actividad piscícola en el PN-MaB del Montseny*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Balletbó, C.; Camarasa, O.; González, C.; Roldán Sánchez, R. (2003). “Mobilitat i medi ambient als municipis del Parc Natural del Montseny”, en *Diagnosi ambiental al Parc Natural del Montseny*. Diputació de Barcelona: 135-140.
- Bartolomé, J. Milán, M. Plaixats, J. (2002). “Caracterització estructural de les explotacions de ramaderia extensiva al Parc Natural del Montseny”, en *V Trobada d'estudiosos del Montseny*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Boada, M.; Rosell, C. (1989). “Bibliografia del Montseny”, en *AIXA*, 3.
- Cànoves, G.; Morales, S.; Priestley, G. (1999). *Estudi de la freqüentació turística al Parc Natural del Montseny*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia.
- Caritat, A.; Vilar, L. (2008). *Evolución de la estructura y el crecimiento de cuatro bosques del Parque Natural del Montseny*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Caritat, A.; Terradas, J. (1990). “Dinàmica dels micronutrients en la caiguda i descomposició de la viorsta de tres sistemes forestals del Montseny”, en *Orsis*, 5:43-59.
- Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) (2009). *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. <http://www.creaf.uab.cat/iefc>
- DIBA a (2010). Diputació de Barcelona. Xarxa de Parcs Naturals. <http://www.diba.es/>
- DIBA b (2010). Diputació de Barcelona. Xarxa de Parcs Naturals. <http://www.diba.es/>

Reserva de la Biosfera del Montseny

- DMAH (2008). Generalitat de Catalunya. *Pla Marc de Mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya 2008-2012*. <http://mediambient.gencat.net>
- Gracia C. (2009). "Biomassa forestal i embornals de CO₂". *Cercle de Conferències Canvi Climàtic i Energia de la Obra Social de Caixa Catalunya*. Barcelona.
- Hotelling, H.O. (1947). "The Economics of Public Recreation", en *The Prewitt Report*. Washington DC: Department of the Interior.
- ICONA (1988). *Agresividad de la lluvia en España. Valores del factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT). <http://www.idescat.cat>
- Mataix, J. (1999). *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración*.
- Nadal, J. (2002). *Evolució de paisatge de la muntanya mitjana mediterrània*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral.
- Onaindia, M. (2009). *Informe sobre el diseño metodológico genérico para la evaluación de los servicios medioambientales ofrecidos por las reservas de la Biosfera*. Leioa: Universidad del País Vasco. Documento inédito.
- Peñuelas, J.; Filella, I.; Estiarte, M.; Ogaya, R.; Llusà, J.; Sardans, J.; Jump, Al.; Garbulsky, M.; Coll, M.; Díaz de Quijano, M.; Seco, R.; Blanch, S.; Owen, S.; Curiel, J.; Carnicer, J.; Boada, M.; Stefanescu, C.; Lloret, F.; Terradas, J. (2009). "Constatacions biològiques del canvi climàtic a Catalunya", en *Aigua i canvi climàtic: Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya*: 43-52. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Agència Catalana de l'Aigua. www.gencat.cat/aca
- Peñuelas, J.; Boada, M. (2003). "A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)", en *Global Change Biology*, 9:131-140.
- Peñuelas, J.; Filella, I.; Comas, P. (2002). "Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region", en *Global Change Biology*, 8:531-544.
- Rojals, X.; Castells, R.; Escobar, A.; Pou, A.; Burriel, J.A.; Ibáñez, J.; Pons, X. (2002). "Distribució de les espècies forestals del Parc Natural del Montseny mitjançant teledetecció", en *V trobada d'Estudiosos del Montseny*. Monografies, 33. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Rosell, C.; Navàs, F. (2008). *Seguimiento de la población de jabalí (Sus scrofa) en el Montseny*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Sala, M. (2004). *La cuenca de la Tordera. Estudio geomorfológico*. Lleida: Editorial Milenio.
- Sala, M. (1996). "Cobertura vegetal y respuesta hidrológica. Ejemplo de las Cordilleras Costeras Catalanas", en A. J. Campesino y C. Velasco (eds.). *España-Portugal: Ordenación Territorial del Sureste Comunitario*: 177-188. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Sanitjas, A. (2008). *Primera cartografía de las zonas de bosque maduro*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Science and Education Administration United States Department of Agriculture and Purdue Agricultural Experiment Station (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. Supersedes Agriculture Handbook, 282. Superintendent of Document, U.S. Government Printing Office Washington, DC. 20402.

- Sobregrau, C.; Nadal, J. (2008). *Programa de gestión cinegética del PN-MaB del Montseny. Estado de las especies de caza menor*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Stefanescu, C.; Arrizabalaga, T. (2008). *Diagnosis poblaciones ropalóceros del PN-MaB Montseny*. Plan de Conservación de la Reserva de la Biosfera del Montseny. Programas 2008. Documento inédito.
- Talp Comunicació (2004). *Informe sobre la situació actual de l'ús públic al Parc Natural del Montseny, en el marc dels treballs per a la revisió del pla especial. Revisió de treballs, conclusions i recomanacions*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Documento inédito.
- Terrades, J. (1984). *Introducció a l'ecologia del faig al Montseny*. Barcelona: Diputació. Servei de Parcs Naturals.
- Xarxa de Vigilància i Prevenció de la Contaminació Atmosfèrica (2010). <http://www.gencat.net>

SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE RESERVAS DE LA BIOSFERA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

*José Valentín Roces Díaz¹, Laura García de la Fuente¹,
Reyes Álvarez Vergel^{1,4}, Miguel Ángel Álvarez García^{1,2} y
José Antonio Fernández Prieto^{1,2,3}*

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio, INDUROT. Universidad de Oviedo.

² Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo.

³ Consejo Científico del Comité Español del Programa MaB.

⁴ Jardín Botánico Atlántico, S. A.

1. INTRODUCCIÓN

La expresión “servicios de los ecosistemas”, que puede ser entendida como un término que engloba la utilidad social que se deriva de los procesos y funciones de la naturaleza, tiene su origen en la década de los años 70 del siglo pasado; según la Vigésimosegunda Edición del Diccionario de la Lengua Española, se entiende por servicio: “*Econ.* Prestación (...) que satisface alguna necesidad social”. A raíz del desarrollo del Programa Científico Internacional promovido por Naciones Unidas denominado “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (MA, 2005), este término ha adquirido recientemente un gran potencial actual y futuro de cara a la conservación de la naturaleza (Montes, 2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio es un proyecto de valoración a nivel global cuyo fin es determinar las relaciones existentes entre el funcionamiento de los distintos ecosistemas y el bienestar humano (Montes & Sala, 2007); para ello científicos de todo el mundo desarrollaron un marco conceptual específico que pudiera ser empleado a distintas escalas.

Los servicios de los ecosistemas fueron definidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Naciones Unidas como “aquellos beneficios que obtenemos los seres humanos de los ecosistemas” (MA, 2003). Por lo tanto, una de las principales razones para valorar el estado de los ecosistemas tiene una perspectiva antropocéntrica: la actividad humana supone una alteración de los mismos (Steffen *et al.*, 2007), lo que modifica los servicios que proporcionan a la sociedad, tanto cuantitativa como cualitativamente.

Las cinco Reservas de la Biosfera presentes en el Principado de Asturias ocupan de forma conjunta más de 150.000 ha, lo que supone en torno al 15% de la superficie regional. Como corresponde a los espacios naturales integrados dentro del Programa MaB (*Man and the Biosphere*) de la UNESCO, sus principales objetivos radican en la integración de la conservación del medio ambiente y de un desarrollo humano y económico sostenible en el territorio donde se encuentran.

De estas cinco Reservas, tres coinciden en su totalidad con límites de Parques Naturales del Principado de Asturias:

- La Reserva de la Biosfera de Muniellos, que ocupa algo más de 55.000 ha, especialmente coincide con el Parque Natural de las Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias, e incluye parte de los concejos de Cangas del Narcea, Degaña e Ibias.
- La Reserva de la Biosfera de Somiedo, cuyos límites coinciden con los del parque natural y municipio homónimo, que tiene una superficie de 29.000 ha.
- La Reserva de la Biosfera de Redes, cuyos límites coinciden con los del parque natural homónimo —con 37.000 ha— e incluye los concejos de Caso y Sobrescobio.

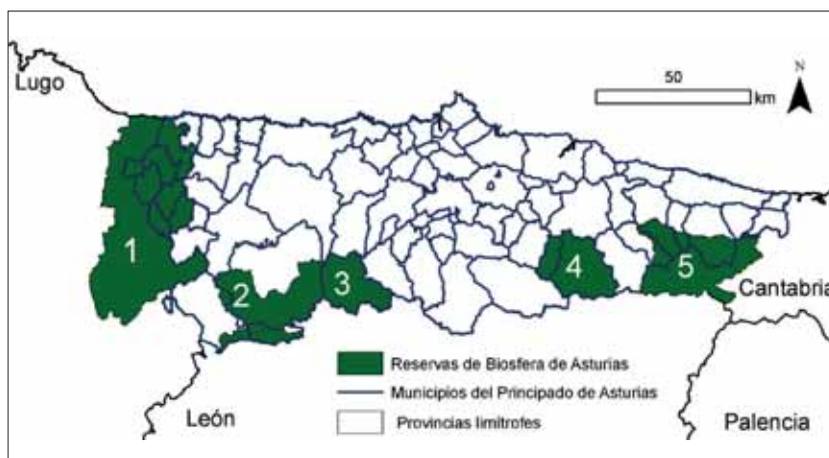


Figura 1. Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias en relación a los límites municipales y autonómicos. (1. Reserva del Río Eo, Oscos y Terras de Burón. 2. Muniellos. 3. Somiedo. 4. Redes. 5. Picos de Europa).

Las otras dos Reservas de la Biosfera comparten territorio con CC.AA. vecinas:

- La Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, cuenta en Asturias con unas 25.000 ha repartidas entre los concejos de Amieva, Cangas de Onís, Cabrales, Onís y Peñamejorada Baja. El resto, unas 40.000 ha, se reparten entre las Comunidades Autónomas de Cantabria y Castilla y León.
- La Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón ocupa cerca de 160.000 ha, repartidas entre Asturias y Galicia, e incluye los municipios asturianos de Castropol, San Martín de Oscos, San Tirso de Abres Santa Eulalia de Oscos, Taramundi, Vegadeo y Villanueva de Oscos, así como otros siete municipios lucenses.

En el presente trabajo se desarrolla una evaluación preliminar de las Funciones y Servicios que cumplen las Reservas de la Biosfera asturianas para la sociedad, aplicando fundamentalmente el marco conceptual recogido en el *Informe sobre el diseño metodológico para la evaluación de los servicios medioambientales ofrecidos por las Reservas de la Biosfera* (Onaindia, 2009)¹.

Como se menciona en dicho documento, el marco conceptual que se va a aplicar tiene evidentes similitudes con el definido en el proyecto de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EME), que está incluido dentro del Programa Científico Internacional de las Naciones Unidas, y dentro del cual, el equipo del Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT, Universidad de Oviedo) es el coordinador del grupo de trabajo para el *Tipo de Ecosistema: Bosques Atlánticos* dentro del territorio español.

¹ En dicho documento marco se ha incluido varios matices y modificaciones, algunos de los cuales se comentan en el apartado 4.d. *Valoración de funciones, servicios y escalas a las que se suministran.*

2. METODOLOGÍA

a) Medio de estudio

La Comunidad Autónoma del Principado de Asturias es una región montañosa con altitudes que superan 2.600 m y con pendientes acusadas. Se encuentra en el noroeste de la Península Ibérica, ocupando una superficie de 10.604 km², de los que 7.646 km² se consideran superficie forestal según el Tercer Inventario Forestal (IFN3; MMA, 2003). Limita al norte con el Mar Cantábrico y su límite meridional está marcado por la Cordillera Cantábrica. Se ubica en la Región Biogeográfica Atlántica (EEA, 2009). Su medio está condicionado por el gradiente altitudinal existente desde el nivel del mar y la zona de alta montaña, así como por el clima propio de la Región Atlántica y su transición frente a la Región Mediterránea, ubicada al sur.

b) Caracterización de los ecosistemas

Con la intención de aportar información relativa a la superficie que representan los distintos Tipos de Ecosistemas en las Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias, se ha adaptado la información contenida en dos proyectos autonómicos:

- “*Cartografía Temática del Principado de Asturias*” (CTAPA) elaborada por INDUROT, (1989-2001).
- “*Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles: Cartografía de los Pastos de Asturias*” (INDUROT, 2004)².

Para ello se han agrupado las distintas unidades de cartografía que aparecían en dichos proyectos en los Tipos de Ecosistemas definidos en el marco de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME), según aparece en la Tabla 1. Cabe hacer algunas consideraciones de dichos Tipos de Ecosistemas:

- Bosques Atlánticos (Tipo 1): se trata del ecosistema más característico de la región, y está compuesto por distintos bosques fundamentalmente planocaducifolios, así como por formaciones arbustivas y de matorral.
- Montaña Alpina (Tipo 2): se trata de formaciones vegetales que aparecen en la Cordillera Cantábrica por encima del límite altitudinal del bosque.
- Agroecosistemas de Alta Diversidad (Tipo 3): son ecosistemas con una gran influencia antrópica, pero que han sido aprovechados por parte del hombre desde hace cientos de años, formando parte de los sistemas agroganaderos de la zona, y están perfectamente integrados en el medio rural y en el paisaje.
- Cultivos intensivos (Tipo 4): igual que en el caso anterior, tiene una gran influencia humana, pero su régimen de aprovechamiento es más intensivo que en el caso anterior, y las especies empleadas son fundamentalmente alóctonas.

² Las unidades definidas en el Proyecto de Pastos de Asturias tienen su base en la Cartografía de Vegetación, por dicha razón, pese a que sólo se ponen como ejemplo las que aparecen en el Proyecto de Pastos, se cita también la CTAPA.

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

Tabla 1. Reclasificación de las Unidades de Pastos de Asturias en los Tipos de Ecosistemas identificados para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España.

Unidad de la Cartografía de pastos de Asturias (INDUROT, 2004)	Tipo de Ecosistemas EME
01. Hayedos 02. Bosques mixtos eútrofos con carbayo y fresno 03. Tilares 04. Carbayedas oligótrofas 05. Rebollares 06. Bosques mixtos eútrofos con roble albar y fresno 07. Robledales albares oligótrofos 08. Bosques mixtos oligótrofos con fresno y arce 09. Abedulares 11. Encinares 12. Carrascales 16. Acebedas 18. Castañedos 24. Saucedas 26. Helechales y zarzales 27. Especies arbóreas con porte arbustivo 28. Mancha mediterránea 29. Arbustos atlánticos 30. Matorral de leguminosas retamoides 31. Brezales-tojales 32. Brezales de brezo rojo 33. Aulagares	Tipo 1. Bosques Atlánticos
21. Pastos arbustivos de alta montaña 34. Pastos de puerto 37. Lastonares 38. Cervunales 41. Roquedos y canchales	Tipo 2. Montaña Alpina
35. Prados normales 36. Pastos normales	Tipo 3. Agroecosistemas de Alta Diversidad
19. Plantaciones de frondosas 20. Plantaciones de coníferas 39. Cultivos y fondos de valle 40. Urbano ³	Tipo 4. Cultivos Intensivos
22. Estuarios 23. Acantilados, dunas y playas	Tipo 5. Litorales
10. Bosques ribereños	Tipo 6. Ríos y Riberas
25. Turberas 42. Agua	Tipo 7. Lagos y humedales de interior

³ Aunque en EME se definió un Tipo de Ecosistema Urbano característico, no se ha considerado que ninguno de los núcleos poblacionales de las Reservas de la Biosfera asturianas se corresponda con el mismo, dado que se trata de poblaciones de pequeño tamaño. Por dicha razón la unidad de Pastos Urbanos ha sido incluida en el Tipo 4: Cultivos Intensivos.

- Ecosistemas litorales (Tipo 5): se trata de ecosistemas característicos del litoral marino.
- Ríos y riberas (Tipo 6): ecosistemas que aparecen en los ríos o en su entorno más inmediato.
- Lagos y humedales de interior (Tipo 7): ecosistemas ubicados en masas de agua interiores, así como en zonas saturadas de agua.

En la Tabla 1 se muestra el proceso de reclasificación de las unidades cartográficas del Proyecto de Pastos de Asturias antes citado (INDUROT, 2004) para adaptarlas a los Tipos de Ecosistemas considerados.

c) Caracterización de las diferentes Reservas de la Biosfera y sus ecosistemas

Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón

Esta Reserva, declarada el 19 de junio de 2007, tiene una superficie de 159.379 ha, que se reparte entre 14 municipios asturianos y gallegos, ubicados en su mayor parte en la cuenca del Río Eo, elemento vertebrador del espacio y frontera entre ambas autonomías. La superficie ubicada en Asturias supone aproximadamente un tercio del total.

Se trata de un área con gran importancia de actividades agrícolas y ganaderas (muchas de ellas de marcado carácter tradicional), la selvicultura y explotación forestal y el turismo.

Esta Reserva de la Biosfera destaca, ante todo, por la fuerte influencia antrópica que caracteriza su paisaje. Aproximadamente, un 50% de su superficie se puede considerar como *Agroecosistemas de Alta Diversidad* (un 17% del total), o como *Cultivos Intensivos* (33%) (Tabla 2); entre los ecosistemas de estas categorías hay que citar las plantaciones de frondosas y de coníferas y los agroecosistemas tradicionales, fundamentalmente compuestos por prados y pastos de zonas bajas y cultivos de fondos de valle.

Tabla 2. Distribución de Tipos de Ecosistemas de EME en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón. Fuente: Elaboración propia.

Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras do Buron	Superficie (ha)	Porcentaje superficial
Bosques atlánticos	24.513	48
Montaña alpina	0	0
Agroecosistemas de alta diversidad	8.843	17
Cultivos intensivos	16.680	33
Ecosistemas litorales	305	1
Ríos y riberas	240	0-1
Lagos y masas de agua continentales	292	1
Total	50.873	100

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

La mayor parte de la superficie restante puede ser incluida en los denominados Bosques Atlánticos, principalmente compuestos por carballedas, abedulares y formaciones de matorral.

Aunque los ecosistemas *Litorales* y *Ríos y Riberas* no representen superficialmente más que el 1-1,5% de toda la Reserva, su importancia social y paisajística en esta Reserva es más que significativa, y constituyen uno de los principales valores ambientales del espacio, para el que cumplen distintas funciones y servicios, habiendo contribuido firmemente en la definición de la cultura, identidad y desarrollo local.

Reserva de la Biosfera de Muniellos

Muniellos fue declarada Reserva de la Biosfera el 9 de noviembre de 2000, y ampliada a la totalidad del Parque Natural de Las Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias en 2003. Con una superficie de 55.657 ha, este espacio forma parte de la Red Natura 2000 como LIC y ZEPA. Se encuentra en la zona sur-occidental del Principado de Asturias y en ella están representados la mayor parte de los ecosistemas forestales atlánticos de las áreas de montaña presentes en la Península Ibérica.

En esta Reserva, la mayor parte del territorio está ocupada por los denominados Bosques Atlánticos, entre los que destacan ecosistemas del tipo Robledales albares (9% de la superficie total) o distintos tipos de matorral de plantas leguminosas y de brezos (40%).

Es bastante significativa la superficie ocupada por los *Agroecosistemas de Alta Diversidad* (un 9% del total), compuestos fundamentalmente por distintos tipos de prados y pastos (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de Tipos de Ecosistemas de EME en la Reserva de la Biosfera de Muniellos. Fuente: Elaboración propia.

Reserva de la Biosfera de Muniellos	Superficie (ha)	Porcentaje superficial
Bosques atlánticos	47.741	84
Montaña alpina	3.195	6
Agroecosistemas de alta diversidad	5.032	9
Cultivos intensivos	150	0-1
Ecosistemas litorales	0	0
Ríos y riberas	356	1
Lagos y masas de agua continentales	41	0-1
Total	55.657	100

Reserva de la Biosfera de Somiedo

La Reserva de la Biosfera de Somiedo fue declarada en el 10 de noviembre de 2000 sobre el primer Parque Natural legalmente declarado en el Principado de Asturias. Somiedo for-

ma parte a su vez de la Red Natura 2000, como Lugar de Importancia Comunitaria y Zona de Especial Protección para las Aves. Sus 29.050 ha, incluyen áreas de gran heterogeneidad en las que se encuentran representados la mayor parte de los ecosistemas forestales atlánticos de montaña.

En esta Reserva, el tipo de ecosistema predominante es el de los Bosques Atlánticos, que suponen casi el 70% del espacio, entre ellos destacan los hayedos (15%) y distintos tipos de matorrales como los aulagares (14%) y los brezales (12%).

También es importante la presencia de Agroecosistemas de Alta Diversidad (16%) y de Montaña Alpina (13%), siendo especialmente relevantes los pastos de zonas altas que contribuyen de forma notable al desarrollo de actividades ganaderas de marcado carácter tradicional (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de Tipos de Ecosistemas de EME en la Reserva de la Biosfera de Somiedo. Fuente: Elaboración propia.

Reserva de la Biosfera de Somiedo	Superficie (ha)	Porcentaje superficial
Bosques atlánticos	20.208	70
Montaña alpina	3.821	13
Agroecosistemas de alta diversidad	4.655	16
Cultivos intensivos	176	1
Ecosistemas litorales	0	0
Ríos y riberas	101	0-1
Lagos y masas de agua continentales	89	0-1
Total	29.050	100

Reserva de la Biosfera de Redes

La Reserva de la Biosfera de Redes fue declarada el 20 de septiembre de 2001 y coincide espacialmente con el parque natural del mismo nombre. Sus 37.736 ha de superficie, repartidas entre los concejos de Sobrescobio y Caso, forman parte de la Red Natura 2000, como Lugar de Importancia Comunitaria y Zona de Especial Protección para las Aves. Esta reserva se encuentra en el área centro-oriental de la Cordillera Cantábrica asturiana, con altitudes que varían entre los 350 y los 2.100 metros.

Del conjunto de Reservas de la Biosfera de Asturias, Redes en la segunda en importancia superficial de los Bosques Atlánticos (78% de la superficie total) (Tabla 5). De las formaciones forestales presentes, los hayedos son los más relevantes (25% de su superficie), aunque también aparecen distintas formaciones de matorral que cubren amplias superficies (30% entre piornales, brezales y aulagares).

Destaca la buena representación de ecosistemas de Montaña Alpina (6%) y de Agroecosistemas de Alta Diversidad (14%). Aunque en la valoración global no destaquen de manera

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

especial los ecosistemas vinculados a Ríos y Riberas y a Lagos y Humedales de Interior, estas formaciones tienen una importancia muy significativa en el ámbito de la Reserva. Gracias a las características de la red hidrográfica, su ubicación estratégica como cabecera de la zona central de Asturias y su regulación mediante el sistema de embalses Tanes-Rioseco, contribuyen a que esta Reserva proporcione agua potable a más de las tres cuartas partes de la población asturiana.

Tabla 5. Distribución de Tipos de Ecosistemas de EME en la Reserva de la Biosfera de Redes.
Fuente: Elaboración propia.

Reserva de la Biosfera de Redes	Superficie (ha)	Porcentaje superficial
Bosques atlánticos	29.566	78
Montaña alpina	2.155	6
Agroecosistemas de alta diversidad	5.215	14
Cultivos intensivos	477	1
Ecosistemas litorales	0	0
Ríos y riberas	167	0-1
Lagos y masas de agua continentales	170	0-1
Total	37.750	100

Reserva de la Biosfera Picos de Europa

La Reserva de la Biosfera de Picos de Europa en Asturias, declarada el 10 de julio de 2003, coincide con la superficie incluida dentro del Parque Nacional (25.085 ha en Asturias de las 64.660 ha totales). Este territorio también forma parte de la Red Natura 2000, como Lugar de Importancia Comunitaria y Zona de Especial Protección para las Aves. Se trata de un área singular y particular en el contexto de la Cordillera Cantábrica en la que aparece bien representada la vegetación alpina y subalpina propia de este ámbito.

Esta Reserva presenta ciertas peculiaridades que la diferencian significativamente del resto de reservas asturianas. Así, la cobertura de los denominados Bosques Atlánticos cercana al 64% de la superficie del territorio, es sensiblemente inferior a la del resto de Reservas de montaña.

Por otro lado, las superficies cubiertas por ecosistemas de Montaña Alpina y por Agroecosistemas de Alta Diversidad (17% en ambos casos), son notablemente superiores a las existentes en el resto de reservas (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de Tipos de Ecosistemas de EME en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa. Fuente: Elaboración propia.

Reserva de la Biosfera de Picos de Europa	Superficie (ha)	Porcentaje superficial
Bosques atlánticos	15.826	64
Montaña alpina	4.391	17
Agroecosistemas de alta diversidad	4.305	17
Cultivos intensivos	22	0-1
Ecosistemas litorales	0	0
Ríos y riberas	53	0-1
Lagos y masas de agua continentales	51	0-1
Total	25.085	100

d) Valoración de funciones, servicios y escalas a las que se suministran

Para llevar a cabo la valoración de los servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad, en primer lugar se habla de las funciones de los ecosistemas, clasificando los servicios según la función con la que están relacionados; con las Funciones de Regulación hay Servicios de Regulación, con Funciones de Producción hay Servicios de Abastecimiento, y con Funciones de Información hay Servicios Culturales.

La caracterización de las funciones y los servicios en las distintas Reservas de la Biosfera asturianas se ha hecho de acuerdo con lo planteado en el marco metodológico ya citado (Onaindia, 2009), por lo que se ha empleado una escala cualitativa de cuatro categorías: Realización de la Función/Provisión del Servicio Buena, A; Intermedia, M; Baja, B; Inexistente, I.

Tabla 7. Servicios añadidos por el equipo de INDUROT para incluir en la valoración.

FUNCIÓN		SERVICIO
Regulación		Regulación
Refugio		Provisión de hábitat
Producción		Abastecimiento
Biomasa vegetal y animal	Alimento	Agua
Energía		Energía eólica Energía hidroeléctrica
Mineral	Materiales	Minería y otros procesos extractivos

En dicho marco metodológico aparecen una serie de servicios clasificados en tres categorías: Regulación, Producción e Información; desde nuestro grupo de trabajo consideramos

que existen otros de gran importancia, y que al menos en el apartado relativo a las reservas de Asturias deberían analizarse. Por dicha razón, en esta valoración se trabaja con la tabla original del marco metodológico, a la que se han añadido cinco servicios, relativos a Funciones de Regulación y de Producción (véase la Tabla 7).

La justificación o una explicación de cada uno de estos cinco servicios es la siguiente:

- En las Funciones de Regulación, debería aparecer una función relativa al Refugio que supone el ecosistema para el desarrollo de la vida silvestre; el Servicio proporcionado se podría denominar Provisión de hábitat (un servicio similar ya es citado por De Groot (2006)).
- En las Funciones de Producción, en el Servicio de Abastecimiento, se considera necesario incluir el Servicio de Provisión de Agua (en cantidad) además de contemplar la provisión de agua de calidad dentro de los servicios de regulación.
- Dentro de los Servicios de Abastecimiento de Alimento proporcionados por las Funciones de Producción, parece conveniente diferenciar, dentro de los conceptos manejados en el marco teórico, las actividades respecto de los bienes que son aprovechados por el hombre (cultivos agrícolas, en vez de agricultura; ganado, en vez de ganadería; miel y otros productos apícolas, en vez de apicultura; setas y frutos silvestres, eliminando la alusión a su recolección; pescado, marisco y algas; etc.). La razón es que se entiende que la agricultura, la ganadería, acuicultura, y cualquier actividad de cultivo (al contrario de las que son puramente recolectoras) no responden *sensu estricto* a un “servicio de los ecosistemas”; en efecto, no representan una producción que se derive directamente de una función ecosistémica, sino que requiere la aplicación de capital humano, tecnología y conocimiento para su obtención. Sin embargo, los ecosistemas sí proporcionan las condiciones básicas para que sean posibles y se desarrollen en mayor o menor grado estas actividades: la potencialidad edáfica de los suelos, la producción pascícola, la producción de polen, etc.
- Dentro de los Servicios de Abastecimiento de Energía (Función de Producción) parece imprescindible añadir al menos dos aspectos más: la Producción de Energía a partir del Viento (Eólica) y el Agua (Hidroeléctrica),
- En los Servicios de Abastecimiento relativos a Bienestar Físico, y siguiendo la línea del comentario anterior, se considera más ajustado considerar que el servicio debería ser la producción de plantas con propiedades medicinales (no tanto las medicinas, que son producto de una elaboración posterior por parte del hombre).
- En los Servicios de Abastecimiento, en la parte de Materiales, se añaden otros aprovechamientos, concretamente minerales (hierro, oro, etc.) y carbón, por ejemplo, que tienen una relevancia importante en algunas Reservas.

A su vez, para cada uno de los servicios, se han tratado de identificar las Escalas de Suministro y Beneficiario a las que se producen, a partir de cinco categorías de suministro, tal y como se recoge en la Tabla 8.

Tabla 8. Código para la clasificación de las Escala de Suministro y Beneficiarios de las Funciones y Servicios de las Reserva de la Biosfera del Principado de Asturias.

Categorías	Código
Beneficios producidos localmente	Loc.
Beneficios exportados en todas direcciones	Reg.1
Beneficios exportados en una dirección	Reg.2
Beneficios exportados a larga distancia	Reg.3
Beneficios distribuidos globalmente	Glob.

3. RESULTADOS

a) Funciones y servicios de regulación

En la tabla 9 se incluye la valoración de las funciones y servicios de regulación para las cinco Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias. En lo relativo a este tipo de funciones y servicios cabe hacer una separación de las reservas en dos grupos.

- Por un lado está la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón; en la que la mayor parte de funciones y servicios de regulación se cumplen en un grado alto. Cabe destacar la regulación de nutrientes y los tres servicios a ella vinculados: fertilidad de suelos, calidad del agua y control de la contaminación; estos procesos son fundamentales para las prácticas agrícolas y ganaderas que se producen de forma habitual en el territorio de la Reserva, principalmente en ecosistemas de los tipos de Bosques Atlánticos, Agroecosistemas de Alta diversidad y Cultivos Intensivos. También es reseñable la función de regulación de gases y los servicios asociados (disfrute de calidad de aire adecuada y regulación climática), que derivan del funcionamiento de las masas forestales (naturales e implantadas) presentes en la Reserva. No obstante, otras funciones y servicios más vinculados a ecosistemas con menor influencia antrópica, como la protección frente a especies invasoras, la protección frente a desastres naturales, la polinización de especies silvestres o la provisión de hábitat, se satisfacen en menor medida que en el resto de reservas.
- En el otro grupo reúne al resto de las reservas, en las que predomina la superficie cubierta por el Tipo de Ecosistema: Bosques Atlánticos, y en las que son preponderantes varios servicios, vinculados a los bosques en mayor medida que en el grupo anterior. Entre ellos cabe destacar algunos servicios concretos, como por ejemplo: la polinización de especies silvestres que tiene lugar, la protección de suelos por parte de masas forestales y de áreas de matorral, que contribuye a evitar procesos erosivos (ya que todas las reservas se encuentran en zonas de pendientes pronunciadas) y la protección frente a desastres naturales, especialmente incendios, que son una perturbación que afecta de forma especialmente importante a distintas áreas de la Cordillera Cantábrica. Como casos de servicios concretos pueden citarse los siguientes:

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

- Provisión de hábitat para especies protegidas, sobre todo en la Reserva de la Biosfera de Muniellos en animales como el oso pardo (*Ursus arctos*), el urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus*), o en Somiedo, donde además de las especies citadas hay poblaciones de plantas como Centáurea de Somiedo (*Centaurium somedanum*). Este servicio está vinculado principalmente a los Bosques Atlánticos y ecosistemas de Montaña Alpina presentes.

Tabla 9. Funciones y servicios de regulación. (V1. Valor para la Reserva del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, V2. Reserva de Muniellos, V3. Reserva de Somiedo, V4. Reserva de Redes y V5. Reserva de Picos de Europa). Grado de Provisión del Servicio: A: alto; M: intermedio; B: bajo; I, inexistente.

FUNCIONES REGULACIÓN	V1	V2	V3	V4	V5	SERVICIOS REGULACIÓN	V1	V2	V3	V4	V5	ESCALA
	Regulación de gases	A	A	A	A		A	Disfrute de un clima favorable	A	A	A	
						Disfrute de una calidad de aire adecuada	A	A	A	A	A	
Regulación hídrica	A	A	A	A	A	Protección contra desastres naturales: riadas y sequías	A	A	A	A	A	Reg.3
Retención de suelos	A	A	A	A	A	Formación del suelo y control de la erosión	A	A	A	A	A	Loc.
Regulación de nutrientes	A	A	A	A	A	Fertilidad del suelo	A	A	A	A	A	Reg.3
						Calidad del agua	A	A	A	A	A	
						Control de la contaminación	A	A	A	A	A	
Amortiguación de perturbaciones	M	A	A	A	A	Protección contra desastres naturales: tormentas, incendios, inundaciones, riadas y sequías	M	A	A	A	A	Reg.3
Polinización	A	A	A	A	A	Polinización de especies silvestres	M	A	A	A	A	Loc.
						Polinización de cultivos y plantaciones	A	M	M	M	M	
Control biológico	M	A	A	A	A	Prevención de plagas	A	M	M	M	M	Loc.
						Prevención de enfermedades	M	M	M	M	M	
						Control de especies exóticas invasoras	B	A	A	A	A	
						Control de daños a cultivos (reducción de herbivoría)	M	M	M	M	M	
Refugio	M	A	A	A	A	Provisión de hábitat	M	A	A	A	A	Loc.

- La regulación hídrica y climática que tiene mayor relevancia en la Reserva de Redes, vinculada a sus extensas masas forestales y a la compleja red hidrológica que presenta.

- En la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, donde las condiciones litológicas y fisiográficas en muchos casos no son las más adecuadas para el desarrollo de los ecosistemas forestales que cabría esperar dada la climatología de la zona, existen grandes superficies cubiertas por pastos de montaña y terrenos rocosos, que cumplen un papel importante en las funciones de Regulación. También tienen lugar servicios de regulación de nutrientes producidos, en la mayor parte de los casos, por los ecosistemas de Montaña Alpina y los Agroecosistemas de Alta Diversidad presentes en la Reserva, en los cuales aún se desarrolla cierto aprovechamiento del medio por parte tanto del ganado como de herbívoros silvestres.

b) Funciones de producción y servicios de abastecimiento

En la Tabla 10 aparece la valoración de las Funciones de producción y los Servicios de abastecimiento. Algunos de los aspectos concretos que cabe destacar de esta valoración son:

- La provisión de servicios relacionados con la alimentación es elevada en todas las reservas, especialmente en lo que se refiere a los servicios de ganadería, apicultura, especies cinegéticas y pesca, y están relacionados con distintos tipos de ecosistemas como Bosques Atlánticos, Montaña Alpina (las zonas de pastos de algunos puertos), agroecosistemas y ríos y riberas. Puede destacarse por ejemplo, la elaboración de quesos que tiene lugar, siguiendo métodos tradicionales. Los servicios restantes se proporcionan de forma más variable:
 - La provisión del servicio de agricultura se considera menos intensa en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa que en las otras.
 - El servicio de provisión de Agua tiene una especial importancia en la Reserva de la Biosfera de Redes, ya que desde la misma se abastece agua a la mayor parte de la población asturiana. También la recolección de setas es más intensa en esta reserva que en las otras cuatro, aunque es un servicio con menor importancia que el del agua.
- La producción de madera, uno de los productos principales procedentes de los ecosistemas forestales, es especialmente elevado en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, vinculado fundamentalmente a masas de especies autóctonas (pinos y eucaliptos).
- La producción de lana se considera que es más elevada en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa que en las cuatro restantes.
- La producción energética presenta diferencias según el tipo de energía del que estamos hablando: la eólica se produce con notable importancia en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, mientras que la hidroeléctrica aparece en las Reservas de la Biosfera de Somiedo y Redes. La energía procedente de biocombustibles se aprovecha de forma significativa en todas las reservas asturianas, en las que se sigue realizando un aprovechamiento tradicional de las leñas.
- De los servicios relativos al bienestar físico, cabe destacar a las Reservas de la Biosfera de Somiedo y Picos de Europa en lo relativo a la recolección de plantas medicinales (como *Genciana lutea*).

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

Tabla 10. Funciones de producción y servicios de abastecimiento. (V1. Valor para la Reserva del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, V2. Reserva de Muniellos, V3. Reserva de Somiedo, V4. Reserva de Redes y V5. Reserva de Picos de Europa). Grado de Provisión del Servicio: A: alto; M: intermedio; B: bajo; I, inexistente.

FUNCIONES		SERVICIOS					ESCALA	
PRODUCCIÓN	V1	V2	V3	V4	V5			
Biomasa vegetal y animal	Alimento	Agricultura	A	A	A	A	M	Reg.1
		Agua	M	M	M	A	M	
		Ganadería	A	A	A	A	A	
		Recolección de frutos silvestres	M	M	M	M	B	
		Recolección setas	B	B	B	A	B	
		Apicultura	A	A	A	A	A	
		Especies cinegéticas	A	A	A	A	A	
		Pesca	A	A	A	A	A	
		Marisqueo	M	I	I	I	I	
		Acuicultura	M	I	I	I	I	
	Tejidos, fibras y otros materiales	Madera	A	M	M	M	M	Loc.
		Lana	M	M	M	M	A	
		Cuero	M	M	M	M	M	
		Especies ornamentales	M	M	M	M	M	
		Materias para artesanía	M	M	M	M	M	
		Piensos y fertilizantes naturales	M	M	M	M	M	
	Energía	Combustibles vegetales (biocombustibles, carboneo)	A	A	A	A	A	Reg1
		Energía Eólica	A	B	B	B	B	
		Energía Hidroeléctrica	M	B	A	A	M	
	Bienestar físico	Medicinas procedentes de plantas y animales	M	M	A	M	A	Loc.
Uso cosmético fauna y flora		B	B	B	B	B		
Mineral	Materiales	Áridos	B	B	B	B	B	Loc.
		Salinas	I	I	I	I	I	
		Material de construcción	B	B	B	B	B	
		Artesanía, decoración, joyería	M	B	B	B	M	
		Minería y otros procesos extractivos	M	A	M	B	M	

Igualmente, cabe destacar el potencial de energético existente de cara a la transformación de biomasa forestal en energía eléctrica y térmica, fundamentalmente en relación con la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, de acuerdo con las políticas energéticas y forestales vigentes, vinculado sobre todo a la explotación sostenible de masas forestales.

La extracción de minerales y los servicios que lleva asociados no tienen una gran importancia en las reservas asturianas, si bien en Muniellos las actividades mineras son relativamente relevantes. También puede hacerse un comentario relativo a uso de minerales en artesanía en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, destacando así el caso de la quistolita, de la que se elaboran diversos artículos de joyería, además del empleo de metales en la elaboración de cuchillos y navajas (las factorías tradicionales se conocen como *ferrerías*), que suponen una actividad de importancia económica y social en la zona, especialmente en Taramundi.

c) Funciones de información y servicios culturales.

En la tabla 11 aparece la valoración de las Funciones de Información y los servicios culturales de las Reservas de la Biosfera asturianas. En general, en todos los casos estudiados, estos servicios se suministran de forma notable, aunque aparecen ciertos casos que conviene destacar:

- La Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón en relación a los servicios estéticos, de turismo de naturaleza y de relajación y disfrute, que ofrece el paisaje de esta Reserva y que, en las últimas décadas, han sido valorados y considerados de forma muy positiva en el ámbito local y regional. Estos servicios están vinculados fundamentalmente a ecosistemas del tipo Bosques Atlánticos, Ríos y Riberas y Litorales, destacando la ría del Eo como peculiaridad en el contexto de la Cornisa Cantábrica.
- Las funciones estéticas vinculadas a la espectacularidad de los paisajes de la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, que condicionaron la declaración de la misma como Parque Nacional de la Montaña de Covadonga en el año 1918, cuando lo que se perseguía era la puesta en valor de paisajes pintorescos y monumentales. Además del servicio estético destaca el de turismo de naturaleza, tal y como reflejan las elevadas cifras de visitantes de la Reserva, que obligan a regular el tráfico y el acceso a zonas vulnerables en determinadas épocas del año. Los ecosistemas con mayor importancia en estos servicios son los de *Montaña Alpina* y los *Lagos y Humedales de Interior*. También cabe destacar a este respecto la Reserva de la Biosfera de Somiedo, que fue el primer parque natural declarado en Asturias, en el que resaltan la variedad paisajística y biológica derivada de la diversidad de sustratos, la orografía y las formas de gestión agroganadera.
- La caza y pesca recreativa existente en las Reservas de la Biosfera de Muniellos, Somiedo y Redes, al tratarse de actividades practicadas por un gran número de residentes locales y regionales y vinculadas fundamentalmente a los Bosques Atlánticos, a los Agroecosistemas de Alta Diversidad y a los Ríos y Riberas. Destacar que en la parte asturiana de la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa no se produce esta actividad, como consecuencia de su estatus de protección.

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

Tabla 11. Funciones de información y servicios culturales. (V1. Valor para la Reserva del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, V2. Reserva de Muniellos, V3. Reserva de Somiedo, V4. Reserva de Redes y V5. Reserva de Picos de Europa). Grado de Provisión del Servicio: A = alto; M = intermedio; B = bajo; I = inexistente.

FUNCIONES INFORMACIÓN	V1	V2	V3	V4	V5	SERVICIOS CULTURALES	V1	V2	V3	V4	V5	ESCALA
	Estética (bienestar psicológico)	A	A	A	A	A	Servicios estéticos	A	A	A	A	
Caza y pesca recreativa							A	A	A	A	I	
Turismo naturaleza							A	A	A	A	A	
Relajación y disfrute							A	A	A	A	A	
Valor espiritual: satisfacción personal de que una especie o un ecosistema exista							M	A	A	A	A	
Identidad	A	A	A	A	A	Conocimiento tradicional	A	A	A	A	A	Reg.1
						Sentido del lugar o de pertenencia	A	A	A	A	A	
						Herencia o identidad cultural	A	A	A	A	A	
						Sentido y valores espirituales asociados al lugar, a las tradiciones, etc.	A	A	A	A	A	
Didáctica y científica	A	A	A	A	A	Valor científico	M	A	A	A	A	Reg.1
						Educación ambiental-interpretación	A	A	A	A	A	
						Conocimiento tradicional	A	A	A	A	A	
						Expresión de la naturaleza en libros, películas, cuadros, etc.	A	A	A	A	A	

- El valor espiritual que la sociedad otorga a que reporta la conservación de especies y ecosistemas, como el oso pardo (*Ursus arctos*) o el urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus*), ligadas a hábitats y ecosistemas que forman parte de los Bosques Atlánticos, sobre todo en las Reservas de la Biosfera de Muniellos, Redes y Somiedo. Este servicio, en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa es muy importante y deriva de las peculiaridades de territorio en el marco biogeográfico al que pertenece, convirtiéndolo en un espacio apreciado en todos los ámbitos (local, regional, nacional e internacional).
- La función de identidad cultural es, en la Reserva de la Biosfera de Somiedo, especialmente significativa en el conjunto regional; destacan sobre todo los valores liga-

dos al aprovechamiento tradicional del territorio, que tiene en las brañas de montaña de aprovechamiento estival su máximo exponente, y vinculado a los ecosistemas del tipo Agroecosistemas de Alta Diversidad y de Montaña Alpina. Los ecosistemas del tipo *Lagos y Humedales de Interior* también proporcionan servicios de sentido e identidad con el lugar. También en relación a las brañas y majadas puede destacarse el papel de la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, en la que aún perdura una importante cabaña ganadera que aprovecha los pastos de montaña de la zona.

- El valor científico, la expresión de la naturaleza o las funciones didácticas, son servicios ofrecidos por estas reservas que están teniendo un amplio desarrollo en las mismas; si bien es en Picos de Europa, Somiedo y Muniellos donde aparecen mayor número de actividades de este ámbito, en parte como consecuencia de la mayor antigüedad en cuanto a su declaración como Espacios Naturales Protegidos, y en el caso particular de Muniellos por la diversidad biológica que presenta el bosque homónimo. La Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, debido a su carácter de Parque Nacional, tiene además una serie de iniciativas de investigación de procesos vinculados Recursos Naturales, Recursos Culturales y seguimiento de los mismos.

d) Impactos

Los principales impactos y presiones que aparecen en estas reservas, y que pueden llegar a influir en su funcionamiento y, por lo tanto, en los servicios que suministran, están asociados a los siguientes fenómenos (Fernández-Prieto, 2009 (a-e)⁴:

- Impactos derivados de la construcción o modificación de infraestructuras, como el dragado de la Ría del Eo y construcción de un muelle flotante, en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, el túnel del Rañadoiro en Muniello y la ampliación de la carretera AS-227 entre Belmonte de Miranda y Pola de Somiedo en la Reserva de la Biosfera de Somiedo. Estos impactos pueden incidir sobre el funcionamiento de los ecosistemas y alterar las funciones de Regulación e Información que ofrecen, especialmente porque introducen sustanciales modificaciones en el paisaje, y afectan a la Zona Núcleo de algunas reservas, por lo que pueden alterar algunos hábitats y comunidades donde se desarrollan poblaciones de especies de gran importancia para la conservación, como por ejemplo *Centaurium somedanum* o *Zostera marina*.
- Los impactos en la Reserva de la Biosfera de Redes derivados de la posible construcción en el futuro de un embalse en el valle de Caleao, obra que afectaría al conjunto de Funciones y Servicios, destacando los relacionados con los procesos de Regulación e Información-Culturales. En este mismo apartado se incluiría el posible aprovechamiento de aguas minero-medicinales en Somiedo, que puede tener impactos derivados de la extracción de los recursos hídricos, así como de la construcción y explotación de la planta embotelladora de agua asociada.

⁴ De acuerdo con los últimos informes anuales relativos al estado de las Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias.

- Impactos derivados de la construcción de instalaciones energéticas e infraestructuras asociadas (parques eólicos y línea de alta tensión Boimonte-Pesoz en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, o el impacto paisajístico derivado de la presencia de las torres de alta tensión en Redes (línea Lada-Velilla) actualmente inactivas, que interfiere en las Funciones de Información y en los Servicios Culturales de ambas Reservas.
- Impacto derivado de los incendios forestales, fenómeno especialmente relevante en el suroccidente asturiano y en áreas específicas dentro de la Reserva de la Biosfera de Muniellos, aunque también aparecen en Somiedo y Redes. El efecto de los incendios sobre las funciones y servicios de los ecosistemas es muy significativo, afectando a los procesos de Regulación, que dejan de tener lugar tras la destrucción del estrato vegetal. La repercusión social de los incendios, además, influye negativamente sobre las Funciones de Identidad y los Servicios Culturales del territorio.
- El deterioro y mal estado de algunas construcciones tradicionales en Somiedo (*teitos*), Muniellos (*cortinos*), Picos de Europa y Redes (cabañas de pastores) y Río Eo, Oscos y Terras de Burón (ingenios hidráulicos) fundamentalmente ubicadas en las brañas de montaña, que en el caso de continuar conllevaría la pérdida de funciones de Información y Servicios Culturales.
- Impactos derivados de la afluencia masiva de visitantes y la marcada estacionalidad de las visitas, existiendo puntos claros de sobrecarga y saturación en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa (zonas de los Lagos Ercina y Enol, Funicular de Bulnes, Santuario de Covadonga) que merman las funciones de regulación (contaminación orgánica de cursos de agua, molestias a fauna silvestre y daños a la flora, emisiones a la atmósfera, etc.).

e) Herramientas de Gestión

Todas las Reservas de la Biosfera analizadas en este trabajo excepto una (Río Eo, Oscos y Terras de Burón) están catalogadas a nivel regional como Parques Naturales o Parque Nacional; debido a ello, se dispone para las mismas de Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG), tal y como consta en la legislación vigente. Dichos PRUGs están siendo revisados y actualizados periódicamente, de forma que se adapten a variaciones que puedan surgir en la gestión de estos espacios.

Cabe destacar algunas de las medidas que se están tomando en estas reservas en los últimos tiempos, de cara a solucionar problemas que pueden aparecer en ellas:

- Regulación de nutrientes (recogida y tratamiento de los purines, servicios higiénicos y actuaciones de saneamiento).
- Protección contra desastres naturales (protección contra incendios a través de desbroces preventivos, construcciones de defensa contra aludes, etc.).
- Control biológico (control de plantas exóticas invasoras, control de enfermedades, etc.).
- Servicios estéticos y de turismo de naturaleza (regulación de accesos, accesos, miradores, aparcamientos, señalizado de nuevas sendas, etc.).

- Servicios didácticos y científicos (promoción de estudios sobre el estado de conservación de especies de flora y fauna dotadas de algún status de protección).

Para el caso de la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, hay que incidir en la necesidad de que se desarrolle alguna herramienta de gestión que permita integrar el aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales con la conservación de la misma y el mantenimiento de las funciones y servicios que proporciona a la sociedad.

4. DISCUSIÓN

Las Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias tienen un papel importante para la sociedad, cumpliendo un gran número de funciones y proporcionando diversidad de servicios.

Las funciones y servicios de Regulación se realizan en mayor medida por los Bosques Atlánticos, que ofrecen protección para el suelo o participan muy activamente en la amortiguación frente a perturbaciones; estas funciones son destacables en las Reservas de la Biosfera de Muniellos, Somiedo y Redes (Fotografía 1).

Es importante el papel de estos ecosistemas en la regulación climática y de gases, servicios a los también contribuyen algunos Cultivos Intensivos (plantaciones forestales), por sus elevadas tasas de crecimiento; así, en la realización de estas funciones destaca la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón.



Fotografía 1. Reserva Natural Integral de Muniellos, ubicada en la Reserva de la Biosfera homónima. (Autora: Laura García)

Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias

El servicio de provisión de hábitat para distintas especies es suministrado por el conjunto de Reservas de la Biosfera del Principado de Asturias, destacando el papel que juegan los Bosques Atlánticos de Muniellos, Somiedo y Redes y los ecosistemas de Montaña Alpina en Picos de Europa.

En relación con las funciones de regulación, pero también de producción, destaca el papel de la Reserva de la Biosfera de Redes en servicios de abastecimiento de agua, relevantes en el contexto regional (Figura 2), produciéndose además de energía eléctrica. En este contexto es vital la labor de los ecosistemas ligados al recurso hídrico, como los ríos y riberas y los Lagos y Humedales de interior, así como los Bosques Atlánticos, que participan en gran parte de las fases del ciclo del agua.

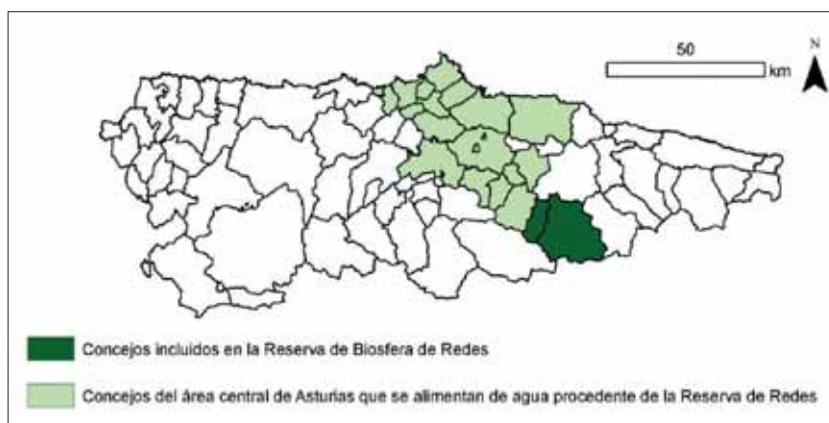


Figura 2. Municipios asturianos incluidos en la Reserva de la Biosfera de Redes (verde oscuro) y aquellos ubicados en el área central de la región, que se abastecen de agua de los primeros (verde claro).

Respecto a las funciones de producción y los servicios de abastecimiento, destaca el papel de los Agroecosistemas de Alta Diversidad en relación a la alimentación; este tipo de ecosistemas está particularmente bien representado en las Reservas de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, Somiedo y Picos de Europa, donde la actividad ganadera tiene un gran interés para la sociedad.

Los Cultivos Intensivos son importantes para este tipo de funciones y servicios, especialmente en relación a la agricultura y la madera, aspectos en los que destaca la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón, donde estos ecosistemas ocupan importantes superficies. Esta reserva, además, es especialmente significativa en la producción de energía eólica, actividad condicionada por el propio marco legal regional; los concejos integrados en la misma, también tienen importancia en aprovechamientos forestales susceptibles de ser empleados en la producción de energía procedente de biomasa (Fotografía 2).

En cuanto a la producción de materiales, destaca la Reserva de la Biosfera de Muniellos como zona de intensa actividad minera de carbón. Aunque con un carácter más puntual, destaca el suministro de material mineral para artesanía producido en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón.



Fotografía 2. Aprovechamiento de biomasa forestal en una masa de eucalipto en Asturias. Autora: Laura García.

En todas las Reservas asturianas existe un aprovechamiento tradicional de leña para consumo energético doméstico.

En el marco de las funciones de Información y los Servicios Culturales, aunque la valoración en todas las Reservas ha sido muy favorable, conviene destacar ciertos matices y consideraciones.

Los ecosistemas de Montaña Alpina presentes en Picos de Europa son un elemento diferenciador, que convierten a esta Reserva en un espacio claramente singular en el contexto regional. En ella, los servicios vinculados al valor estético y científico, a la expresión de la naturaleza y al turismo de naturaleza son más significativos que en el resto de Reservas.

Asimismo, en relación con los servicios de valor estético destacan los proporcionados por los Agroecosistemas de Alta diversidad y por los ecosistemas Litorales, altamente representados en la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón.

Los Bosques Atlánticos destacan por su importante papel en relación con los servicios de valor espiritual, científico y de educación ambiental, ya que son ecosistemas que albergan especies de flora y fauna muy significativas en el contexto social de la región. En estos servicios las Reservas de la Biosfera de Somiedo, Muniellos y Redes son las mejor valoradas.

En relación con las funciones de identidad, todas las Reservas cuentan con una valoración alta, destacando el papel de Somiedo en el elevado conocimiento tradicional que se tiene del territorio y vinculado a todo un conjunto de elementos culturales y etnográficos (Fotografía 3).



Fotografía 3. Braña con construcción tradicional en la Reserva de la Biosfera de Somiedo. (Autora: María Cano)

En relación con las escalas de suministro y beneficiario a las que aparecen las funciones y servicios, cabe hacer las siguientes consideraciones:

Los relacionados con la regulación del clima y del aire aparecen globalmente.

A escala regional, y distribuidos en todas direcciones, estarían los relativos a provisión de alimentos, o las funciones de información y servicios culturales.

En una escala similar, pero exportados a larga distancia, estarían los relativos a la regulación de nutrientes y la amortiguación de perturbaciones.

El resto de funciones y servicios (abastecimiento de tejidos, fibras y otros materiales, la energía, la polinización, el control biológico o los materiales minerales) aparecen, sobre todo, a una escala local.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo deseamos expresar nuestro agradecimiento en primer lugar al Consejo Científico del Comité Español del MaB por permitirnos colaborar en este trabajo (en especial a Miren Onaindia y a su grupo de trabajo). También deseamos agradecer a los organismos que financian el Proyecto EME (Fundación Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Gobierno de España), así como a los coordinadores y al resto de grupos de trabajo del mismo, por su continua participación y ayuda (en especial a Carlos Montes y su grupo de trabajo).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Groot, R. (2006). Function analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes. *Landscape and urban Planning*, 75: 175-186.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, EEA (2009). Biogeographical regions in Europe. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/biogeographical-regions-in-europe>
- Fernández Prieto, J.A. (2009a). Informe Anual de la Reserva de la Biosfera del Río Eo, Oscos y Terras de Burón (Asturias). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Documento Inédito.
- Fernández Prieto, J.A. (2009b). Informe Anual de la Reserva de la Biosfera de Muniellos (Asturias). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Documento Inédito.
- Fernández Prieto, J.A. (2009c). Informe Anual de la Reserva de la Biosfera de Somiedo (Asturias). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Documento Inédito.
- Fernández Prieto, J.A. (2009d). Informe Anual de la Reserva de la Biosfera de Redes (Asturias). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Documento Inédito.
- Fernández Prieto, J.A. (2009e). Informe Anual de la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa (Asturias). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Documento Inédito.
- INDUROT (1989-2001). Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias. Consejería del Medio Ambiente, Gobierno del Principado de Asturias.
- INDUROT (2002). Valoración de la Naturaleza Asturiana. Primera aproximación. INDUROT, Universidad de Oviedo.
- INDUROT (2004). Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles: Cartografía de los Pastos de Asturias. INDUROT, Universidad de Oviedo. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, SERIDA, Gobierno del Principado de Asturias. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, SEEP. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Millennium Ecosystem Assessment, MA (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for the assessment*. Island Press, Washington DC, USA, 212 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment, MA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC, USA, 155 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente, MMA (2003). Tercer Inventario Forestal Nacional: Principado de Asturias: 1997-2006. Subdirección General de montes, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Secretaría General de Medio Ambiente, Ministerio de Medio Ambiente
- Montes, C. (2007). Del Desarrollo Sostenible a los Servicios de los Ecosistemas. *Ecosistemas* 16(3): 1-3.
- Montes, C.; Sala (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas* 16(3): 137-147.
- Onaindia, M. (2009). Informe sobre el diseño metodológico genérico para la evaluación de los servicios medioambientales ofrecidos por las Reservas de la Biosfera. Cátedra UNESCO de Desarrollo Sostenible, Universidad del País Vasco. Leioa, 28 de julio de 2009. 25 pp.
- Steffen, W., Cruzten, P.J., McNeill, J.R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio* 36(8): 614-621.

Recursos electrónicos

www.rae.es/rae.html

www.ecomilenio.es

<http://www.maweb.org/en/index.aspx>

**EVALUACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE
LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE
URDAIBAI-PAÍS VASCO**

Miren Onaindia^{1,2}, Lorena Peña¹, Ibone Amezaga¹ y Gloria Rodríguez-Loinaz¹

¹ Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.
Apdo. 644. 48080 Bilbao

² miren.onaindia@ehu.es

Resumen

Conocer la distribución de determinados servicios de los ecosistemas es importante como base para la gestión sostenible del territorio. En este estudio, se evalúan cuatro servicios de los ecosistemas: biodiversidad, regulación del ciclo hidrológico, almacenamiento de carbono y uso recreativo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Además, se analiza su distribución en el territorio identificando las áreas con mayor valor para la producción potencial de determinados servicios. Los resultados muestran que la mayor parte de la superficie de la Reserva, cercana al 90%, es importante para la generación de los servicios de los ecosistemas. Se constata también que la biodiversidad puede aplicarse en este territorio como un indicador de algunos de los servicios de los ecosistemas estudiados.

Palabras clave: *Servicios de los ecosistemas, biodiversidad, gestión sostenible del territorio.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Un enfoque integral sobre la biodiversidad

La biodiversidad y los recursos naturales son fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano, y para el desarrollo económico y social. Consecuentemente, existe un reconocimiento general de que la biodiversidad es un bien de valor inestimable para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras. Al mismo tiempo, se constata la amenaza que pesa sobre las especies y los ecosistemas, representada por la continua pérdida de especies a un ritmo preocupante.

En respuesta a esta situación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) promovió el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en 1992. A partir de la ratificación de la Convención para la Biodiversidad, diversas estrategias y planes para la conservación de la biodiversidad han estado presentes en las políticas de los países firmantes. Las políticas de conservación y de gestión de los recursos naturales se han basado, en general, en estrategias dirigidas a planificar un determinado sector, sin considerar en muchos casos, las posibles consecuencias globales de una actividad en el medio ambiente y en la sociedad. Es necesario, por tanto, desarrollar estrategias más eficaces para la gestión de los recursos naturales.

Para reducir la pérdida global de biodiversidad en las próximas décadas es imprescindible que se realicen cambios estructurales en la forma de producción y de consumo. Además, se necesita un enfoque integrador desde distintos sectores y a través de una combinación de diferentes medidas (Netherlands Environmental Assessment Agency 2010). Una gestión sostenible del territorio supone la integración de las perspectivas ecológica, social, económica e institucional, basada en el reconocimiento de la gran interdependencia existente entre ellas. Este enfoque ecosistémico en la gestión supone una total interrelación entre el bienestar humano y ecológico, de tal manera que la sostenibilidad solamente es posible si se da en los dos ámbitos simultáneamente.

1.2. Servicios de los ecosistemas

La publicación de Daily en 1997 titulada *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems* (Daily, 1997), supuso un importante referente para el conocimiento del significado y la importancia del concepto de servicios de los ecosistemas ligado a la biodiversidad. Es a partir de esta referencia cuando se afianza y desarrolla de manera más importante la investigación sobre los servicios de los ecosistemas, que en la última década ha crecido de manera considerable.

Los servicios de los ecosistemas son los servicios que los humanos recibimos de los ecosistemas y que mantienen directa o indirectamente la calidad de vida. En el estudio *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (MA, 2005) se clasifican en cuatro tipos de servicios: 1) de provisión (alimentos, agua, energía); 2) de regulación (como la purificación del agua y la regulación climática); 3) servicios culturales (educación, ocio) y 4) servicios de soporte, que mantienen todos los demás servicios (ciclo de nutrientes, formación del suelo).

Los ecosistemas constituyen un capital natural que es necesario conservar para disponer de servicios como la regulación del clima, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, filtración de contaminantes, provisión de agua limpia, control de las inundaciones, recreación y valores estéticos y espirituales. Estos servicios de los ecosistemas tienen consecuencias en la prosperidad de la sociedad humana, y no sólo en su economía, sino también en la salud, las relaciones sociales, libertades o la seguridad.

En los últimos años, la alteración de los ecosistemas a gran escala, como la conversión de ecosistemas naturales en monocultivos agrícolas, ha conducido a un incremento en algunos servicios de provisión (p.ej.: producción de alimento), a expensas de varios servicios de regulación y culturales de los ecosistemas. El estudio *Millenium Ecosystem Assessment* puso de manifiesto el conflicto de intereses entre los usuarios que utilizaban los servicios de provisión de los ecosistemas (alimento, madera, etc.), frente a la conservación de otros servicios de regulación y culturales. Por ello, es necesario el desarrollo de experiencias para el estudio y aplicación de los servicios de los ecosistemas que permitan la definición de áreas relevantes para la provisión de servicios de los ecosistemas (Tallis & Polasky, 2009). Se ha de desarrollar por tanto, un enfoque más holístico, que integre la evaluación de los servicios de los ecosistemas en las políticas sectoriales (agricultura, transporte, industria) y en las políticas de desarrollo rural y gestión del territorio. Este enfoque innovador para la gestión de la biodiversidad y los recursos naturales necesita del desarrollo de metodologías y aplicaciones locales, que ya se están comenzando a desarrollar, como el caso del proyecto RUBICODE en Europa (www.rubicode.net).



Fotografía 1. Vista general del estuario de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Autora: Miren Onaindia Olalde.

mas, campiña atlántica, cultivos forestales y agrícolas, etc.), lo que propicia la existencia de una elevada biodiversidad, destacando la gran diversidad de especies de aves (IKT & Patronato de la Reserva de Urdaibai, 2006) (Fotografía 2). La Reserva posee una población cercana a los 45.000 habitantes, que mantiene una actividad económica basada en el sector industrial (sobre todo metalúrgico) y en el primario (pesquero, agrícola, ganadero y forestal). Además, el paisaje es un recurso muy utilizado para el ecoturismo y el ocio en general.

Las principales presiones se ejercen en el territorio mediante el desarrollo de infraestructuras y actividades industriales. Es también de subrayar la problemática en relación a las plantaciones forestales (Onaindia & Mitxelena, 2009). El pino de Monterrey (*Pinus radiata*) prácticamente ocupa la mitad de la superficie de la Reserva, y su gestión (matarrasa) origina una importante pérdida de suelo (valores de 140 t/ha en las laderas de mayores pendientes) y nutrientes por erosión, debido a la escorrentía superficial (Edeso *et al.*, 1998). Además, esto origina un aumento de los aportes sedimentarios que agudizan el riesgo de inundaciones y aceleran la colmatación de las rías y el estuario.

Como consecuencia, se dan importantes conflictos de intereses en cuanto a la utilización del suelo, por lo que esta Reserva es un área de gran interés para la aplicación de una gestión del territorio basada en los servicios de los ecosistemas.

2.2. Evaluación y cartografía de los servicios de los ecosistemas

El primer paso para la valoración del medio natural es la definición y determinación de unidades ambientales homogéneas en cuanto a los factores que se van a evaluar. La base car-

topográfica utilizada para esta clasificación es el mapa de Hábitats EUNIS a escala 1:10000, así como la cartografía de pendientes, litología y altitud a escala 1:25000 (Gesplan, 2002).

La valoración de los distintos aspectos tratados se realiza en una escala cualitativa de cuatro grados, en la que se considera el valor 1 como la carencia total, o un valor muy bajo de esa característica; y el valor 4, como el mayor que se alcanza dentro los rangos presentes en el área de estudio. El valor más elevado de un determinado servicio se considera un área de gran valor, que es una área cuya gestión es de una importancia máxima para ese servicio (Egoh *et al.*, 2008).

La evaluación de la biodiversidad se realiza calculando la riqueza, que hace referencia al número total de especies vegetales halladas en la parcela, a través del muestreo de campo de las unidades ambientales definidas.

La capacidad de regulación del flujo hidrológico es directamente proporcional al volumen de agua retenido o almacenado en el suelo y la vegetación. La regulación del ciclo hidrológico depende de la cobertura vegetal, la permeabilidad del sustrato geológico, el estado del suelo, la situación dentro de la cuenca (zona de cabecera o fondo de valle) y la pendiente, principalmente. Por ello, para esta valoración se utilizan además de la vegetación, la litología, la altitud y la pendiente.

Para el cálculo del almacenamiento de carbono se han utilizado los datos obtenidos en el informe “Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono” realizados por NEIKER (2004). En este apartado se han valorado por separado el stock de carbono en biomasa y en suelo. Para el cálculo de la tasa de crecimiento se han utilizado las tasas correspondientes a las especies dominantes en cada unidad ambiental, expresada en $tC\ ha^{-1}\ año^{-1}$, los datos han sido obtenidos del IPCC (2007).

La evaluación de la importancia de las unidades ambientales como lugares para el ocio se realiza mediante la consulta a diferentes colectivos a los que se les solicita que valoren las unidades ambientales en una escala del 1 al 4, en función de sus preferencias. Para ello, se han realizado 50 encuestas dirigidas a personas vinculadas al territorio. La valoración final para cada unidad se obtiene calculando el valor medio de las valoraciones de los diferentes colectivos para dicha unidad (Casado *et al.*, 2010).

Una vez valorados los servicios se representa cartográficamente la distribución de estos servicios en el espacio y se calculan los solapamientos para las distribuciones de los servicios estudiados, utilizando programas de información geográfica referenciados (GIS).

La cartografía de los servicios de los ecosistemas se basa en el análisis de los mapas de hábitats, pendientes, altitud y litología. La base de datos utilizada para el análisis ha sido obtenida a partir de ortofotos a escala 1:10.000 facilitadas por el Servicio de Cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia. La información se ha completado con el muestreo de campo, para el caso de la definición de Hábitats EUNIS (Rodríguez *et al.*, 2007). Las áreas artificializadas (zonas urbanas, carreteras, parques) y las masas de agua no son objeto de estudio del presente trabajo, ya que suponen un enfoque metodológico algo diferenciado al del resto de los ecosistemas terrestres.

3. RESULTADOS. EVALUACIÓN Y CARTOGRAFIADO DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

3.1. Servicio de soporte: Biodiversidad

Urdaibai posee un elevado índice de biodiversidad, contando con 3.335 taxones (especies y subespecies), dentro de los cuales 85 taxones se encuentran en el Catálogo vasco de especies amenazadas, 3 clasificadas como en “Peligro de extinción”, 18 como “Vulnerables”, 30 como “Raras”, 34 como “De especial interés” y 2 “Árboles singulares”. En esta Reserva se encuentran los encinares cantábricos (ecosistemas singulares), los sistemas dunares y uno de los estuarios más importantes del País Vasco.

La mayor riqueza la presentan los bosques naturales de frondosas, tanto los encinares cantábricos, como el bosque mixto de robledal-fresneda y los bosques de galería. En las

Tabla 1. Unidades ambientales definidas y su valoración para los distintos servicios de los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. 4 = valor muy alto, 3 = valor alto, 2 = valor medio, 1 = valor bajo.

	Valoración		
	Servicio soporte	Servicio regulación	Servicio Cultural
	Biodiversidad	Stock C (biomasa/suelo)	Ocio
Vegetación natural de marismas	4	3	2
Vegetación invasora de marisma	1	2 (0/2)	1
Arenales costeros	4	1	2
Acantilados litorales	4	1	2
Carrizales	1	2	2
Prados	4	2 (0/2)	3
Helechales	2	2 (0/2)	2
Matorrales	3	3 (1/2)	2
Bosques de ribera	4	4 (2/2)	3
Encinar cantábrico	4	3 (1/2)	4
Bosques caducifolios maduros	4	4 (2/2)	4
Bosques caducifolios jóvenes	4	2 (1/1)	3
Plantaciones de frondosas maduras	3	4 (2/2)	3
Plantaciones de frondosas jóvenes	1	2 (1/1)	2
Plantaciones de eucalipto	1	3 (1/2)	1
Plantaciones de coníferas maduras	2	4 (2/2)	2
Plantaciones de coníferas jóvenes	1	2 (1/1)	1

plantaciones, debido a la gestión a la que son sometidas, la riqueza de especies se ve disminuida, y en particular las plantaciones de coníferas no permiten el desarrollo de especies nemorales. Por todo ello, los bosques naturales y de galería tienen un valor de 4, las plantaciones maduras de frondosas un valor de 3 y las de coníferas un valor de 2. Las plantaciones de eucalipto plantado en densas poblaciones excluyen a cualquier otra especie, por lo que su valor es 1. A todas las plantaciones forestales jóvenes, ya sean de frondosas o coníferas, se les ha asignado un valor 1 debido a su bajo número de especies. Los prados y las comunidades de marisma tienen valor 4, ya que presentan una riqueza vegetal elevada (Tabla 1). El estuario es la base de la supervivencia de muchas especies de aves, en especial especies amenazadas, como la Espátula común o la Cigüeña blanca, ya que son puntos para que las aves migratorias descansen y se alimenten. Más de 100 especies de aves acuáticas utilizan Urdaibai para el re-

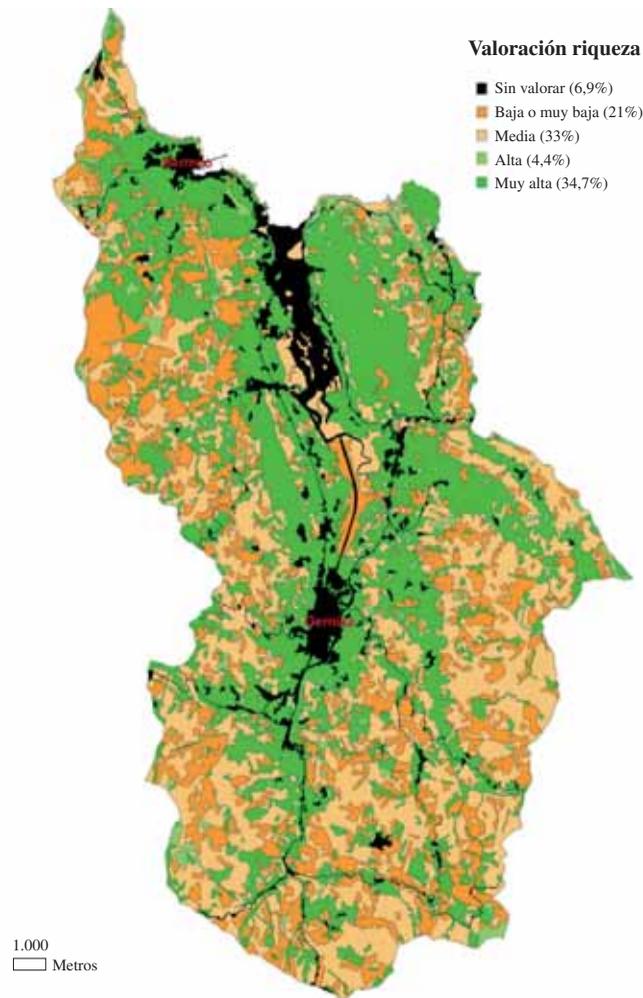


Figura 2. Distribución de los valores de biodiversidad, en base a la riqueza de especies (servicios de soporte de los ecosistemas). 4 = valor muy alto (34,7%), 3 = valor alto (4,4%), 2 = valor medio (33%), 1 = valor bajo (21%), 0 = sin valorar (6,9%).

poso o la invernada, por lo que el estuario se encuentra incluido dentro de los humedales RAMSAR, siendo Zona ZEPA y formando parte de la Red Natura 2000. También cientos de organismos marinos, incluyendo peces de alto valor comercial, dependen de los estuarios para algún punto de su desarrollo. En las dunas de Urdaibai habitan especies singulares, al igual que en las marismas, acantilados e islas donde se encuentra la especie endémica *Armeria euscadiensis* Donadille & Vivant, por lo que la valoración de estos ecosistemas es 4.

Los valores más altos de biodiversidad (valor 4) representan un 34,7% del total de la superficie, siendo los valores altos (valor 3) el 4,4%, los medios (valor 2) el 33% y los bajos (valor 1) el 21% (Fig. 2).

3.2. Servicio de regulación: Regulación del ciclo hidrológico

La cobertura vegetal del suelo y la permeabilidad del sustrato geológico ejerce una gran influencia en la regulación de flujos hidrológicos (escorrentía y flujo del caudal de los cursos fluviales) y control de la calidad del agua, tanto de superficie como subterránea, ya que la vegetación, a través de la evapotranspiración, limita la cantidad de agua que se pierde del suelo a la atmósfera. En los bosques, tanto los árboles como la materia orgánica amortiguan la caída del agua de lluvia y la distribuyen lentamente por el suelo, previniendo contra inundaciones y permitiendo que se almacene el agua en acuíferos, manantiales y ríos. La vegetación de la marisma también actúa como amortiguadora natural, absorbiendo las inundaciones y disipando las marejadas, así como la campiña atlántica que ayuda al mantenimiento de la red de drenaje. Los setos que delimitan las diferentes parcelas que la componen fortalecen la estructura de los suelos y su estabilidad ayudando a la regulación de las escorrentías superficiales y favoreciendo la infiltración. Estos ecosistemas ofrecen un servicio de protección frente a inundaciones y erosión del suelo. Además, en Urdaibai predominan los afloramientos kársticos, que son zonas muy permeables que actúan como grandes esponjas para la recarga de acuíferos, por lo que ofrecen junto con la vegetación un importante servicio de drenaje e irrigación natural.

Tabla 2. Valoración del servicio de regulación del ciclo hidrológico de las diferentes unidades. 4 = valor muy alto, 3 = valor alto, 2 = valor medio, 1 = valor bajo.

		Valoración
		Regulación del ciclo hidrológico
Zonas de afloramientos kársticos		4
Zonas de cabecera (por encima de los 150 msnm)	Bosques seminaturales y plantaciones de frondosas	3
	Plantaciones de coníferas y eucaliptos y matorrales	2
	Prados y helechales	1
Zonas de fondos de valle (por debajo de 150 msnm)		1

En cuanto a la valoración, se valoran con alta puntuación las zonas de sustratos muy permeables, como los afloramientos kársticos. Igualmente, se valoran alto las formaciones forestales naturales en las zonas de cabecera y de elevada pendiente, ya que cumplen un papel de protección de la cuenca hidrográfica. Los bosques son altamente valorados en general, ya que reducen la escorrentía y favorecen la infiltración. Sin embargo, las plantaciones forestales intensivas son menos valoradas, ya que normalmente van asociadas al uso de maquinaria que da lugar a la compactación del suelo. Por último, la menor valoración se asigna a las zonas de fondo de valle con poca pendiente, ya que en estas zonas no existe un problema grave de escorrentía superficial (Tabla 2).

Los servicios de regulación del ciclo hidrológico tienen un valor muy alto en el 11% de la superficie, alto en el 8,5%, medio en el 44,2% y bajo en el 29,4% (Fig. 3).

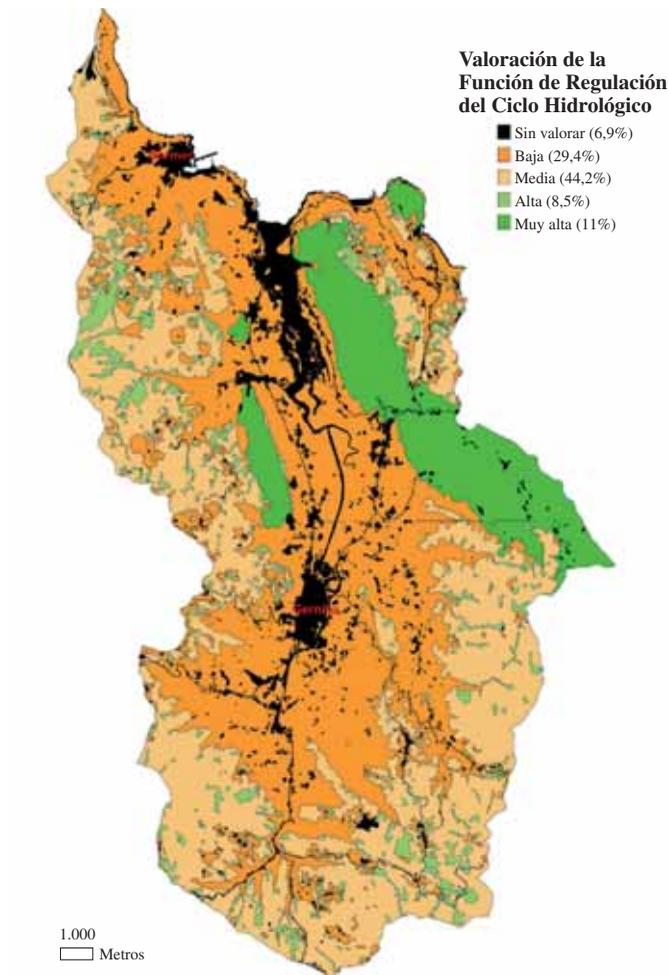


Figura 3. Distribución de los valores del control del ciclo hidrológico (servicios de regulación de los ecosistemas). 4 = valor muy alto (11%), 3 = valor alto (8,5%), 2 = valor medio (44,2%), 1 = valor bajo (29,4%), 0 = sin valorar (6,9%).

3.3. Servicio de regulación: Almacenamiento de carbono

Con relación al almacenamiento de carbono, los ecosistemas forestales desempeñan un papel central en el ciclo del carbono, constituyendo una de las más grandes reservas y sumideros de carbono. Las especies vegetales, al crecer, extraen el carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis y lo acumulan en sus tejidos fijándolo, siendo la cantidad de carbono fijada mayor en los bosques maduros que en los jóvenes. Como norma general, las especies de rápido crecimiento, como el pino o el eucalipto, son las que fijan carbono con mayor rapidez, al igual que ocurre con los ejemplares jóvenes frente a los viejos. Sin embargo, en el caso de las especies de crecimiento rápido hay que tener en cuenta también el tiempo de permanencia del carbono en la biomasa, según el turno de corta y el destino de la madera (véase la Tabla 1).

Con relación a la distribución espacial de los valores, se ha obtenido que los valores más altos de almacenamiento de carbono (servicios de regulación de los ecosistemas) suponen el 36,7% de la superficie, los valores altos el 17,7%, los medios 38,3% y los bajos el 0,4%.

3.4. Servicios culturales: Uso recreativo

El paisaje es el reflejo de la historia y la cultura de un territorio, ya que los cambios de usos del suelo se transforman en función de las necesidades que tiene el ser humano en cada momento. Por ello, también se puede hablar de un servicio con valores históricos y culturales. El paisaje de Urdaibai se trata de un recurso patrimonial muy valorado por la población local y sugerente para los visitantes, ofreciendo un servicio de disfrute paisajístico y valor espiritual, ya que conserva ecosistemas singulares de extrema rareza y valiosos retazos del patrimonio cultural y naturalístico del País Vasco.

El territorio de Urdaibai tiene un gran atractivo turístico debido a sus características ecológicas y culturales sobresalientes (la observación de aves, la visita del patrimonio histórico-arquitectónico y religioso, los caminos y rutas tradicionales, el Bosque Animado, las playas o variadas actividades deportivas).

En cuanto a la valoración del uso recreativo, los resultados de las encuestas muestran una alta valoración por parte de la sociedad de los bosques de frondosas maduros, habiendo obtenido los bosques seminaturales un valor de 4, y las plantaciones forestales, de 3. Por su parte, las plantaciones de coníferas son menos valoradas habiendo obtenido un valor de 2 (véase la Tabla 1).

El análisis de la distribución espacial de la valoración para el ocio y el uso recreativo indica que las áreas de valores muy altos ocupan el 10,6% de la superficie, los valores altos el 26,2%, los medios el 36,7% y los bajos el 19,6% (Fig. 4).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se deduce que la mayor parte de la superficie de la Reserva, cercana al 90%, es importante para la generación de diversos servicios de los ecosistemas,

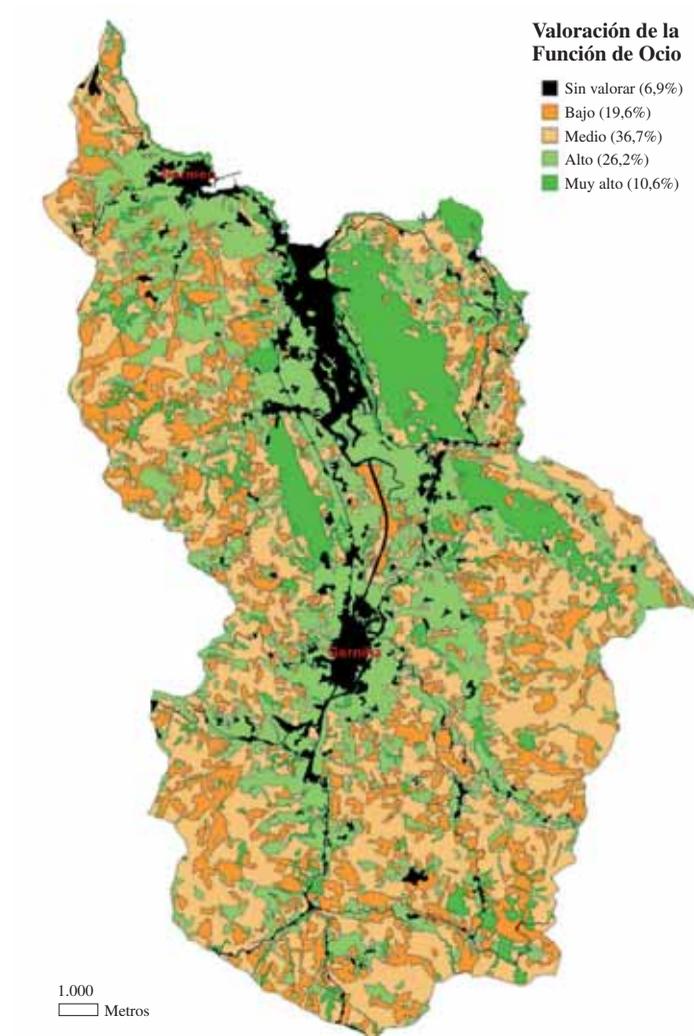


Figura 4. Distribución de los valores de importancia para el uso recreativo/ocio (servicios culturales de los ecosistemas). 4 = valor muy alto (10,6%), 3 = valor alto (26,2%), 2 = valor medio (36,7%), 1 = valor bajo (19,6%), 0 = sin valorar (6,9%).

tanto de soporte como de regulación y culturales. Además, las áreas que son de gran importancia (valor 4) para la producción de servicios suponen igualmente un porcentaje elevado de la superficie de la Reserva de la Biosfera, siendo para el caso de la biodiversidad y para el almacenamiento de carbono un 35% del territorio, valores elevados comparados con otros territorios (Egoh *et al.*, 2008).

Se da un solapamiento en la localización espacial de los valores mas altos de la biodiversidad y algunos servicios, como el uso recreativo, que coinciden en el 98% de su superficie. Es decir, el 98% del área de mayor valor para uso recreativo se encuentra dentro del área

de mayor valor para la biodiversidad. El solapamiento de la biodiversidad con la regulación del ciclo hidrológico es también muy elevado, del 70,3%, mientras que con el almacenamiento de carbono es menor (13%).

La relación entre la biodiversidad y la distribución de los servicios de los ecosistemas varía dependiendo de las características del territorio, por lo que, en general, no se puede planificar la totalidad de los servicios basándose únicamente en la distribución de uno de ellos (Chan *et al.*, 2006). Sin embargo, en el área estudiada hay un alto solapamiento entre las áreas de gran biodiversidad y las áreas con alto valor de los servicios de los ecosistemas: regulación del ciclo hidrológico y servicios culturales. Esta alta correlación espacial permite que la biodiversidad pueda aplicarse en esta zona como indicador de los servicios de regulación y culturales. Esto tiene importantes implicaciones para la gestión del territorio, ya que supone la necesidad de conservación de las áreas de mayor biodiversidad para la preservación del control hidrológico, el uso recreativo del territorio y la acumulación de carbono en biomasa y suelo (aunque en menor medida). Los resultados obtenidos en cuanto a la distribución en el territorio de los servicios potenciales de los ecosistemas, pueden conducir a restringir determinadas actividades en áreas identificadas como prioritarias para los servicios de los ecosistemas, así como a establecer medidas de mitigación y regeneración ecológica.

Este conocimiento debe ser complementado con el valor que los servicios producen a la sociedad y conocer la distribución de los beneficiarios, para que las decisiones de los gestores puedan conducir a situaciones de mayor justicia social. Además, hay que considerar la valoración de la población, que frecuentemente se excluye de los análisis en la Ordenación territorial. Un marco de análisis que evalúe conjuntamente la biodiversidad y varios servicios de los ecosistemas puede identificar estrategias y lugares que conduzcan a una situación en la que todos los implicados pueden salir beneficiados.

5. AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha llevado a cabo gracias a la financiación del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Casado, I., Palacios, I., Onaindia, M. (2010). El Cinturón Verde de Bilbao Metropolitano. *Sustrai* 91: 68-73.
- Chan K. M.A., Shaw, M.R., Cameron, D.R., Underwood, E.C., Daily, G.C. (2006). Conservation planning for ecosystem services. *PLoS Biology* 4: 11-379.
- Daily, G.C. (1997). *Nature's Services*. Island Press. Washington DC.
- Edeso, J.M., Merino, A., González, M.J., Marauri, P. (1998). *Manejo de explotaciones forestales y pérdida de suelos en zonas de elevada pendiente del País Vasco*. Cuaternario y Geomorfología, 12 (1-2), pp. 105-116.
- Egoh, B., Reyers, B., Rouget, M., Richardson, D.M., Le Maitre, D.C., Van Jaarsveld, A.S. (2008). Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 135-140.

- Gesplan (2002). *Sistema de cartografía ambiental de la C.A.P.V.* Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente del Gobierno Vasco, Vitoria/Gasteiz, unpaginated CD-ROM.
- IKT S.A. & Patronato de la Reserva de Urdaibai (2006). *Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Ría de Mundaka-Gernika.* (http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/conservacion_humedas/zonas_humedas/ramsar/pdf/26_fir_mundaka_gernika_febrero2006.pdf)
- IPCC (2007). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- MA (2005). *Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millenium Ecosystem Assessment.* Island Press, Washington DC.
- NEIKER (2004). *Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono.*
- Netherlands Environmental Assessment Agency (2010). Rethinking Global Biodiversity Strategies: Exploring structural changes in production and consumption to reduce biodiversity loss. www.pbl.nl/en.
- Onaindia, M. & Mitxelena, A. (2009). Potential use of pine plantations to restore native forests in a highly fragmented river basin. *Annals of Forest Science* 66: 13-37.
- Rodríguez-Loinaz, G., Amezaga, I., San Sebastián, M., Peña, L., Onaindia, M. (2007). Análisis del paisaje de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. *Forum de Sostenibilidad* 1: 59-69.
- Tallis, H., And Polasky, S. (2009). Mapping and Valuing Services as an Approach for Conservation and Natural-Resource Management. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162: 265-283.

**SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LOS
VALLES DEL LEZA, JUBERA, CIDACOS Y
ALHAMA (LA RIOJA)**

José Arnáez¹ y Teodoro Lasanta²

¹ Universidad de La Rioja.

² Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC.

1. INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama se localiza en el Sistema Ibérico occidental, al sur de la Comunidad Autónoma de La Rioja (Figura 1). La Reserva alcanza su mayor altitud en el sector suroccidental, en la Sierra del Hayedo de Santiago (1.758 m). Hacia el este, las altitudes disminuyen, situándose las líneas de cumbres en torno a los 1.200 m. Aquí, sólo en la Sierra de Alcarama se superan los 1.500 m. En general, las formas del relieve son suaves, con divisorias redondeadas puestas en resalte por el encajamiento de la red fluvial. Las fuertes pendientes sólo pueden apreciarse en las proximidades de ríos y barrancos o en el sector septentrional de la Reserva, donde el Sistema Ibérico entra en contacto con la Depresión del Ebro.

La Reserva dispone de un clima de montaña mediterránea, con veranos calurosos e inviernos fríos. Las precipitaciones están condicionadas por la orografía del terreno y la dirección de los vientos húmedos dominantes del norte y noroeste. Los meses primaverales son los que registran una mayor pluviometría (33% del total anual). El invierno y el verano son las estaciones más secas. A pesar de tratarse de un área de montaña, la precipitación en forma de nieve es bastante escasa.

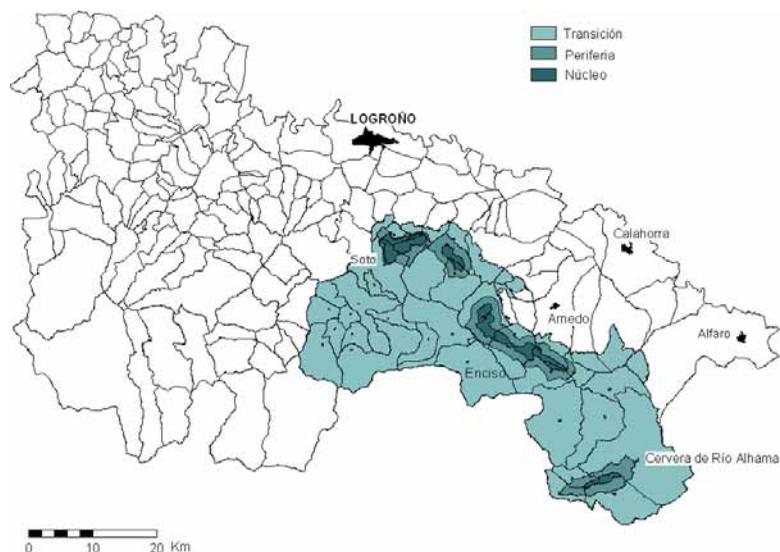


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama.

Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama (La Rioja)

En la Reserva fundamentalmente están representados los pisos mesomediterráneo (*Quercus rotundifolia*) y supramediterráneo (*Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*) (Fernández Aldana *et al.*, 1989). La deforestación masiva ha reducido la superficie de bosques. En su lugar, se han desarrollado matorrales de sustitución formados por especies mediterráneas (*Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Lavandula latifolia*, *Genista scorpius*), bujedos, aula-gares o jarales (Arizaleta *et al.*, 1990). La variante supramediterránea más húmeda se encuentra en los tramos altos del Leza con bosques de hayas (*Fagus sylvatica*).



Fotografía 1. Bancales con muros de piedra en las proximidades de Enciso.

La Reserva ha sido un espacio favorable para los asentamientos de población y las actividades agrarias. Abarca una superficie de 119.669 hectáreas, con un total de 40 municipios: 27 incluidos totalmente en el espacio protegido y 13 parcialmente. La evolución demográfica ha sido regresiva, como en la mayor parte de las áreas montañosas peninsulares. En la actualidad, en los 27 municipios incorporados en su totalidad en la Reserva viven 7.832 habitantes.

En este trabajo se describen las funciones y servicios medioambientales que ofrece la Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama. Para ello se han desarrollado tres apartados: funciones de los ecosistemas, funciones de producción y funciones de información. Se finaliza mencionando los impactos y presiones en la Reserva.

2. FUNCIONES DE LOS ECOSISTEMAS

Los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama ejercen diferentes funciones reguladoras sobre la calidad del aire, las condiciones climáticas, los suelos, y la fauna y flora. Además, estos ecosistemas ayudan a reducir posibles riesgos hidrológicos y geomorfológicos.

a) *Regulación de la calidad del aire.* La Red de Medición de la Calidad del Aire de La Rioja no cuenta con estaciones en la Reserva. La estación de medición más cercana es la de Galilea, localizada a 20-30 kilómetros en línea recta del interior del espacio protegido. Los datos que se obtienen en esta estación de concentración de contaminantes del aire son, en general, inferiores a los registrados en Logroño (Tabla 1). Debe deducirse, pues, que a medida que nos dirigimos hacia el sur, en dirección a la Reserva, estos valores tienen que mantenerse e incluso seguir disminuyendo por el alejamiento de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama de los núcleos densamente poblados e industrializados, y por el papel regulador e intercambiador de gases que ejerce la vegetación natural.

Tabla 1. Concentración media de contaminantes atmosféricos para el periodo 2005-09.

	Logroño	Galilea
Dióxido de Azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4,1	2,1
Monóxido de Nitrogeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10,9	2,9
Dióxido de Nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15,7	10,9
Monóxido de Carbono (mg/m^3)	0,8	0,8
Ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48,4	63,0

Por lo que respecta a las emisiones de gases invernadero, La Rioja envía anualmente a la atmósfera 4,13 millones de toneladas de CO_2 . Los espacios con una importante cubierta vegetal se convierten en un factor de control de primera magnitud y un buen instrumento para neutralizar el cambio climático. Según un estudio realizado por la Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno de La Rioja (2010), la superficie forestal, que suma en La Rioja algo más de 300.000 hectáreas, fija anualmente 1,27 millones de Tm de CO_2 , capturando, pues, el 31% de las emisiones. A partir de un sencillo cálculo, se puede concluir que la Reserva de la Biosfera, que está cubierta por 103.000 hectáreas de superficie forestal (bosque y matorral), absorberá el 10,5% del total de gases invernaderos emitidos por la Comunidad Autónoma de La Rioja.

b) *Regulación climática.* La Rioja es una región compleja desde un punto de vista climático. Esto es debido a su localización geográfica, abierta a diversas influencias, y a la organización de su orografía. Por el oeste, la región recibe los vientos oceánicos del norte y noroeste. Por el este, sin embargo, es alcanzada por los mediterráneos que llegan a través de la Depresión del Ebro. En consecuencia, el sector oriental de La Rioja es el más caluroso y seco del territorio riojano (Cuadrat, 1994). En Alfaro se registra una temperatura media anual de $13,9\text{ }^\circ\text{C}$ y unas precipitaciones totales de 374 mm. Estos valores se modifican hacia el sur con el incremento de la altitud, de modo que las temperaturas medias anuales descienden hasta los $7\text{ }^\circ\text{C}$ en la línea de cumbres del alto Leza y las precipitaciones aumentan hasta los 700-800 mm. Según lo dicho, la Reserva de la Biosfera se convierte en un factor climático en la medida en que su altitud y disposición con relación a los vientos dominantes condicionan una determinada temperatura y precipitación. Aunque es el sector menos húmedo y más caluroso del Sistema Ibérico riojano, se convierte en una isla de frescor y humedad si se compara con la

Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama (La Rioja)

Depresión del Ebro y con la comarca de La Rioja Baja. Esto, como es lógico, tiene sus repercusiones directas en los tipos y la distribución de la cubierta vegetal.

c) Disponibilidad y regulación hídrica. Las condiciones climáticas, en particular el régimen de precipitaciones, la orografía, la litología y el tipo de vegetación determinan las características hidrológicas de la Reserva de la Biosfera, que es recorrida por los cursos altos de tres ríos tributarios del Ebro: el Leza, y su afluente el Jubera, el Cidacos y el Alhama, con su afluente el Linares. Se trata de cuencas de modestas dimensiones con aportaciones específicas muy bajas, indicando el acercamiento al entorno climático mediterráneo (Tabla 2) (García Ruiz y Martín Ranz, 1992). En la Reserva de la Biosfera, además, se encuentra una parte del acuífero Arnedillo-Fitero, desarrollado en las calizas Jurásicas del contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro. En el sector más suroriental destaca el acuífero de Añavieja-Valdegutur.

Tabla 2. Aportaciones de los principales ríos de la Reserva de la Biosfera.

Río Leza	Superficie (Km²)	Aportación (Hm³/año)
En Leza	283	76,37
En el conjunto de la cuenca	530	72,53
Río Cidacos	Superficie (Km²)	Aportación (Hm³/año)
En Yanguas	223	58,06
En el conjunto de la cuenca	696	85
Río Alhama	Superficie (Km²)	Aportación (Hm³/año)
En Aguilar	223	47,34
En el conjunto de la cuenca	1.380	135,6

Un aspecto de gran interés para la Reserva son las funciones que la cubierta vegetal y los usos del suelo ejercen sobre la regulación de las escorrentías. La cubierta vegetal, especialmente la forestal, es un excelente regulador hídrico. En la Reserva de la Biosfera se han producido en los últimos 60 años cambios importantes por lo que respecta a la cubierta vegetal y usos del suelo, que han tenido sus repercusiones en el funcionamiento de las escorrentías. Especialmente destacado ha sido el abandono de tierras agrícolas, con incremento de la superficie de matorral y de bosque (Arnáez *et al.*, 2008). Estos procesos han reducido la actividad torrencial de los barrancos. También la cubierta vegetal implica una menor cantidad disponible de agua a escala de cuenca como consecuencia del efecto de la intercepción y la evapotranspiración (Gallart y Llorens, 2002; García Ruiz *et al.*, 2001).

d) Regulación edáfica. La función reguladora de la Reserva de la Biosfera con relación a los suelos ha estado y está relacionada también con el papel que ejercen la vegetación y los usos del suelo en el control de la erosión (García Ruiz, 1996). De hecho, desde este punto de vista, cabría distinguir tres etapas: la correspondiente a la máxima presión antrópica, la in-



Fotografía 2. Perspectiva general del cañón del río Leza.

mediatamente posterior al abandono del espacio agrario y, finalmente, el momento actual, transcurridos 50 ó 60 años desde el comienzo del proceso de abandono.

En la primera etapa, la deforestación y la actividad agraria convirtieron a la montaña riojana en exportadora de sedimentos. El cultivo cerealista en laderas pendientes favorecía la erosión de los suelos, especialmente bajo sistemas poco conservadores (parcelas itinerantes). No obstante, hay que matizar que, a escala de ladera o cuenca, las laderas cultivadas con terrazas funcionaban como un sistema eficaz de conservación de suelos.

En los años posteriores al abandono, los campos en pendiente con menor suelo y más pedregosos fueron afectados por las escorrentías superficiales que se mostraron muy activas, aunque iban perdiendo importancia a medida que el tiempo transcurría y la vegetación colonizaba el campo (Ruiz-Flaño, *et al.*, 1992; Ruiz-Flaño, 1993). En las laderas con bancales, los muros de piedra, al no recibir los cuidados oportunos, comenzaron a desmantelarse por medio de pequeños desprendimientos, incisiones y cárcavas (Arnáez *et al.*, 2009). En esta fase, no obstante, comenzó a activarse la recolonización vegetal.

En el momento actual, la recolonización de laderas por parte de la vegetación natural y las repoblaciones forestales limitan la producción de sedimentos y el tamaño de las áreas fuente de sedimento.

Por lo que respecta a los nutrientes, en la Reserva de la Biosfera de nuevo los tipos de cubierta vegetal-usos del suelo condicionan su disponibilidad y regulación. La cubierta forestal se ha incrementado en las últimas décadas de forma natural, como consecuencia de la menor presión antrópica sobre el territorio, y a partir de la política de repoblaciones forestales (Ortigosa, 1991). El aporte de nutrientes al suelo en estos bosques se lleva a cabo a través del desfronde y la descomposición. La cantidad de nutrientes transferidos desde los árboles al suelo

por estos procesos está directamente relacionada, como es lógico, con la biomasa vegetal, las especies de plantas, el tipo de hojarasca, etc. Las hojas suponen el 60-75 % del desfronde (Waring y Running, 1998). Más del 90% del nitrógeno y fósforo absorbidos por las plantas de la mayoría de ecosistemas forestales proceden del reciclado de nutrientes del desfronde de años anteriores (Chapin *et al.*, 2002). No existen datos en la Reserva sobre los aportes de nutrientes al suelo por este mecanismo. Sin embargo, sí se dispone de información obtenida en la vecina Sierra de la Demanda. Aquí, Santa Regina y Tarazona (2000) han contabilizado en bosque de hayas (*Fagus sylvatica*) 39,8 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, 0,3 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de P, 16,5 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de K, 26 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de Ca y 4,9 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de Mg. Los mismos autores para *Pinus sylvestris* dan valores de 46,3 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, 0,2 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de P, 8,6 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de K, 19,7 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de Ca y 2,9 Kg ha⁻¹ año⁻¹ de Mg. Los datos no tienen que ser muy diferentes a los de la Reserva.

Los pastizales han sido muy importantes en la gestión de la montaña riojana, pues llegaron a alimentar estacionalmente a un buen número de cabezas de ganado ovino trashumante. Los descensos brutales de este ganado han supuesto, dado el elevado nivel de fertilidad alcanzado en los suelos, un proceso de matorralización.

e) Amortiguación de perturbaciones. Las perturbaciones normalmente son fenómenos de baja frecuencia y alta intensidad. Sus consecuencias pueden afectar a un área extensa de dimensiones superiores al punto de origen. La Reserva de la Biosfera dispone de un conjunto de características que garantizan un cierto control de estas perturbaciones. Ya se ha ido explicando que uno de los fenómenos más destacado en la Reserva ha sido el proceso de avance de la vegetación natural, bosque y matorral. Este proceso se convierte en una garantía para el control de: a) las crecidas (la cubierta vegetal es un excelente regulador hídrico, ya que intercepta precipitación, consume una parte del agua disponible y favorece suelos de elevada capacidad de infiltración que moderan y retrasan los picos de caudal) (García Ruiz *et al.*, 2008); b) la ero-



Fotografía 3. Pared vertical en el cañón del río Leza.

sión (la cubierta vegetal se convierte en uno de los factores más determinantes en el freno a la erosión) (Serrano-Muela *et al.*, 2005); c) los movimientos en masa (la cubierta vegetal controla los movimientos en masa al ejercer un papel de sujeción del suelo por medio de las raíces de los árboles), y d) la disminución de especies (la extensa superficie del espacio protegido, el reducido impacto humano y la calidad de determinados servicios ambientales reducen las posibilidades de alteración física, fraccionamiento o simplificación de los ecosistemas).

f) *Función de refugio y criadero.* La Reserva de la Biosfera dispone de una amplia fauna y flora que ha encontrado en este espacio condiciones apropiadas para su reproducción y desarrollo. De forma simplificada en el espacio de la Reserva pueden distinguirse tres hábitats naturales: forestal, de ribera y escarpes rocosos.

1. Los bosques de la Reserva, compuestos por diferentes especies caducifolias (*Fagus sylvatica*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea* y *Quercus rotundifolia*) y aciculifolias (*Pinus silvestris*), así como sus matorrales de sustitución (aulagares, jarales, brezales) dan cobijo a un buen número de especies. De hecho, son la garantía de que puedan criar grandes ungulados salvajes: ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus capreolus*) y jabalí (*Sus scrofa*). En el bosque también habitan roedores que, o bien se han adaptado a hábitos arborícolas (ardilla y lirón gris), o bien desarrollan su vida protegidos bajo las oquedades de los suelos (topos y ratones). La hojarasca del bosque caducifolio alberga especies como la musaraña enana (*Sorex minutus*), el tritón palmeado (*Triturus helveticus*) o el zorzal (*Turdus philomelos*).

Dada la abundancia de frutos y semillas, el bosque atrae a una variedad muy amplia de aves como el carbonero palustre (*Parus palustris*) o el camachuelo común (*Pyrrhula pyrrhula*). También los insectos forestales alimentan a aves, murciélagos y anfibios. En la cúspide de la cadena alimenticia se encuentran depredadores como el zorro (*Vulpes vulpes*), la jineta (*Genetta genetta*), el tejón (*Meles meles*) y la garduña (*Martes foina*).



Fotografía 4. Valle del río Cidacos en las proximidades de Arnedillo.

Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama (La Rioja)

2. Las riberas de los ríos de la Reserva son de gran productividad y diversidad. En los ríos Leza, Jubera y Cidacos, la comunidad piscícola dominante está compuesta por el barbo de montaña (*Barbus haasi*) y la bermejuela (*Rutilus arcassi*). La trucha (*Salmo trutta*) sólo aparece de forma testimonial en el Leza y el Cidacos. Si importantes son los peces en el ecosistema fluvial de la Reserva, no menos destacados son los animales que, sin ser estrictamente acuáticos, se alimentan, reproducen y cobijan en sus aguas o riberas. Entre los anfibios se encuentran tritones jaspeados (*Triturus marmoratus*), sapos comunes (*Bufo bufo*) y ranas comunes (*Rana norvegicus*) y, entre los reptiles, culebras viperinas (*Natrix maura*) y culebras de collar (*Natrix natrix*).

Muchas aves se acercan a los ríos y arroyos de la Reserva a obtener alimento. También las grietas y agujeros cercanos al agua esconden las nidadas de lavandera cascadeña (*Motacilla cinerea*) y mirlo acuático (*Cinclus cinclus*). En las orillas pueden avistarse el martín pescador (*Alcedo atthis*) o el pito real (*Picus viridis*).

Los mamíferos de las riberas fluviales disponen de muchas oportunidades para alimentarse tanto si son carnívoros como herbívoros. La rata de agua (*Arvicola sapidus*) recorre los cursos permanentes y es posible contemplar alguna nutria (*Lutra lutra*). No obstante, en la Reserva, la situación de esta especie es comprometida. Sólo se contabilizan escasos ejemplares en el Cidacos.

3. Escarpes rocosos. Los materiales litológicos de la Reserva y la acción de los diferentes agentes de erosión han configurado, en algunas zonas, relieves agrestes y verticales que coinciden con frentes de cuesta, estratos verticales o hog-backs. Estas formas son más habituales en los contactos entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro, es decir en el sector más septentrional de la Reserva. También pueden encontrarse en aquellos lugares donde los afloramientos rocosos resistentes han obligado a los ríos a encajarse. Estos ambientes alojan a una rica fauna, especialmente de aves, que crían en oquedades, cuevas y grietas. Entre estas aves, por su significado ecológico, destacan las rapaces y carroñeras: buitres leonados (*Gyps fulvus*), alimoche (*Neophron percnopterus*), águilas reales (*Aquila chrysaetos*), águilas perdiceras (*Hieraetus fasciatus*), halcones peregrinos (*Falco peregrinus*) y búhos reales (*Bubo bubo*).

El papel de la Reserva como refugio y criadero de fauna y flora silvestre queda puesto de manifiesto al recoger dentro de su territorio a cuatro ZEPAS (Zonas de Especial Protección para las Aves) de La Rioja (Tabla 3).

Tabla 3. ZEPAS-LIC incluidas en la Reserva de la Biosfera.

Espacio ZEPALIC	Superficie (Ha)	% en la Reserva
Sierra de la Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros	138.679	8
Peñas del Iregua, Leza y Jubera	8.410	55
Peñas de Arnedillo, Peñalmonte y Peña Isasa	3.347,6	100
Sierra de Alcarama y Valle del Alhama	10.236,04	100

3. FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

a) *Agricultura y ganadería.* Durante siglos, el espacio que constituye el área de la actual Reserva de la Biosfera se utilizó para el aprovechamiento agrícola y ganadero. Desde el siglo XIII se deforestó una parte muy importante del territorio para aumentar los censos ganaderos, que trashumaban en la estación fría hacia Extremadura y La Mancha. Desde el siglo XVIII fue la ampliación del espacio agrícola la causa que mantuvo viva la deforestación (Moreno Fernández, 1994). El espacio cultivado se expandió para alimentar a una población que alcanzó su techo demográfico en las últimas décadas del siglo XIX. La dispersión de núcleos por el territorio, sobre todo en el valle del Jubera, favoreció la creación de un paisaje muy fragmentado de pequeñas manchas de campos de cultivo rodeando cada pequeña aldea (Lasanta y Errea, 2001).

La agricultura, pues, tuvo un fuerte impacto paisajístico. El espacio cultivado llegó a ocupar el 43% de la superficie total en el valle del Leza, un 35%, en el Jubera, el 52% en el Cidacos y un 42% en el valle del Linares. En la Tabla 4 se incluye la distribución del espacio agrícola en función de los tipos o modelos de campos en un área muy representativa de la Reserva de la Biosfera (Lasanta *et al.*, 2009).

Todo el sistema de gestión, organización y aprovechamiento del territorio durante muchos siglos se empezó a desmoronar desde principios del siglo XX y con gran intensidad entre los años cincuenta y sesenta del pasado siglo. El paso de una economía de autoabastecimiento o con intercambios reducidos a otra mucho más dinámica y amplia espacialmente implicó que las áreas de montaña no pudiesen competir con otros espacios más adecuados para la nueva situación económica. En este contexto, numerosas aldeas de la Reserva de la Biosfera se vaciaron y todos los pueblos perdieron población, a veces hasta el 80% de su contingente demográfico.

Con la emigración se inició un proceso de contracción agrícola y de pérdida de efectivos ganaderos. La Tabla 5 resume cuantitativamente el proceso de abandono en el espacio de la Reserva de la Biosfera. Se observa que a mediados de los años cincuenta ya se habían abandonado 7.551 hectáreas, correspondiendo a los campos más alejados de los pueblos y a los de mayor pendiente, con suelo menos fértil. Sin embargo, es desde los años 50 del siglo XX cuando la pérdida de campos de cultivo es más acusada.

Tabla 4. Distribución superficial de los tipos de campos a partir de la fotografía aérea de 1956.

Valle	Llanos (ha)	%	En pendiente (ha)	%	Bancales (ha)	%	Total (ha)
Leza	491,8	4,1	4.896,2	41,3	6.478,4	54,6	11.866,4
Jubera	157,6	3,9	1.858,2	45,2	2.092,4	50,9	4.108,2
Cidacos	180,9	2,1	458,2	5,4	7.870,5	92,5	8.509,6
Linares	1.697	23,7	2.621	36,6	2.849	39,7	7.167
TOTAL	2.527,3	8	9.833,6	31,1	19.290,3	60,9	31.651,2

Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama (La Rioja)

En la Tabla 6 se muestra la distribución superficial de los usos agrícolas actuales en los 27 municipios cuyo término se incluye en su totalidad en la Reserva de la Biosfera. El espacio agrícola ocupa 9.880 hectáreas (el 9,7% de la superficie total), concentrándose principalmente en el Valle del Alhama, que reúne 8.673 hectáreas (el 87,8% del espacio agrícola). La disminución de la altitud y la presencia de áreas llanas justifican el mantenimiento del cultivo en este sector de la Reserva de la Biosfera. Por el contrario, las manchas agrícolas son muy escasas en los valles del Leza y Jubera.

Tabla 5. Evolución del espacio agrícola en el espacio estrictamente montañoso de la Reserva.

Valle*	Antes de 1956	1956		2006	
	Cultivado (ha)	Cultivado (ha)	Abandonado (ha)	Cultivado (ha)	Abandonado (ha)
Leza	11.866	10.288	1.578	25	11.841
Jubera	4.108	3.260	848	109	3.999
Cidacos	8.510	7.473	1.037	159	8.351
Linares	7.167	3.079	4.088	1.284	5.883
TOTAL	31.651	24.100	7.551	1.577	30.074

* No se dispone de datos del Alhama

Tabla 6. Distribución de usos agrícolas en la Reserva de la Biosfera (2006).

Cultivos	ha	
Cereales	Regadío	121
	Secano	1.201
Otras herbáceas	Regadío	306
	Secano	145
Barbecho	Regadío	776
	Secano	2.364
Almendro	Regadío	85
	Secano	2.730
Olivar	Regadío	597
	Secano	597
Viñedo	Regadío	54
	Secano	697
Otros leñosos	Regadío	180
	Secano	27
TOTAL	9.880	



Fotografía 5. Repoblación forestal en la Reserva.

Los cereales, en alternancia con el barbecho (sistema de año y vez), son el uso agrícola dominante, ocupando el 45,2% de la superficie cultivada. Los cultivos leñosos se concentran mayoritariamente en las laderas, utilizando suelos muy pedregosos. El almendro es el cultivo más extenso. El olivar suele ocupar suelos algo más fértiles que el almendro y parcelas de menos tamaño, y siempre en terrenos del piedemonte del Sistema Ibérico, entrando en contacto con la Depresión del Ebro.

Los censos ganaderos también han retrocedido desde mediados del siglo XX. A finales del siglo XVII, el censo ovino de la zona superaba las 300.000 cabezas, que mayoritariamente trashumaban hacia Extremadura y el Valle de Alcudia, en La Mancha. En la actualidad, el censo de ovino sólo alcanza 31.360 cabezas (2007), una cabaña que apenas supone el 10% de la cabaña tradicional.

La Reserva de la Biosfera es un territorio con gran potencial para el caprino, ya que éste aprovecha muy bien matorrales y vegetación arbustiva, muy presentes hoy en todo el espacio de la Reserva, y se adapta perfectamente al pastoreo en laderas. Por otro lado, sus productos (el cabrito y la leche) son muy apreciados y fácilmente comercializables. Sin embargo, el caprino presenta en la actualidad un censo muy bajo (3.188 cabezas).

El vacuno tradicionalmente fue un ganado con función de autoabastecimiento (leche) y de apoyo en el laboreo del campo. En nuestros días tiene un papel comercial. El censo en 2007 alcanzaba las 4.837 vacas, que se distribuyen por el Leza, Jubera y Cidacos, mientras que apenas hay vacas en el Alhama. Se trata de vacas orientadas a la producción de terneros que son vendidos a cebaderos a los 3-4 meses de nacer. El ganado vacuno ha sustituido parcialmente al ovino y caprino. Inició su progresión en los años setenta del siglo XX, alcanzando sus censos más elevados en los años ochenta.

Una cuestión que conviene destacar es que la Reserva de la Biosfera tiene recursos pastorales para admitir una carga ganadera muy superior a la actual. Un cálculo sencillo permite afirmar que con los recursos naturales de la Reserva se podría alimentar a casi 23.000 Unidades Ganaderas Mayores (UGM), una cabaña que casi triplica a la actual (8.292 UGM) (Lasanta, 2009).

b) *Caza, pesca y otros frutos*. Tradicionalmente, la caza (jabalí, liebres, conejos, perdiz, codorniz, etc.), la pesca (truchas, barbos o cangrejos) y la recolección de algunos frutos (setas, frambuesas, arañones, etc.) tuvieron una función de autoabastecimiento para la población de la Reserva. En la actualidad, la caza sigue siendo una actividad destacable, pero ya no con funciones de autoabastecimiento, sino con fines deportivos y de ocio. En la Reserva hay poblaciones importantes de caza mayor (corzos, ciervos y jabalíes). Entre la caza menor destaca la de palomas migratorias en puestos fijos. La caza de especies tradicionales ha perdido importancia de forma simultánea al abandono de cultivos. No obstante, todavía cazadores salen en busca de la codorniz, perdiz roja, conejo, liebre, zorros, etc. La caza está gestionada por el organismo competente del Gobierno de La Rioja, a partir del Plan Técnico de Caza de la Reserva y los Cotos Sociales de La Rioja. Dicho Plan persigue la protección, fomento y ordenación adecuada de la caza en el territorio de la Reserva.

La recogida de setas no tiene fines comerciales, sino que se limita a una actividad de ocio y deportiva. No obstante, cabe señalar que la Reserva constituye un lugar idóneo para el crecimiento de abundantes y variadas setas. Los carrascales disponen de una alta diversidad micológica (*Boletus aereus*, *Amanita Caesarea*, *Cantharellus cibarius*, *Hygrophorus russula*, *Russula virescens* y *Legista nuda*). Los robledales de *Quercus pyrenaica* también ofrecen una buena oferta de setas entre las que se incluyen: *Russula virescens*, *Boletus aestivalis*, *Boletus pinicola*, *Hydnum repandum*. Los pinares muestran en verano y otoño una de las setas más buscadas, los robellones (*Lactarius deliciosus*), y otras muy apreciadas como los hongos rojos (*Boletus pinicola*). En áreas de pastos y prados crecen los champiñones silvestres (*Agaricus campestre* y *Agaricus arvensis*).

La trufa encuentra un lugar privilegiado para su desarrollo en la Reserva de la Biosfera por condiciones climáticas, edáficas y cubierta vegetal. Se puede localizar una variada gama de trufas y hongos que nacen bajo tierra con formas redondeadas y con olores peculiares, si bien entre todas ellas destaca la trufa negra de invierno (*Tuber melanosporum*). Entre las actuaciones que se llevan a cabo en la Reserva se incluye la promoción de la trufa. En los últimos años se han efectuado plantaciones piloto de encinas micorrizadas, se ha creado un vivero de planta micorrizada, se intentan mantener las trufas naturales y anualmente se celebra la Feria de la Trufa. En la Reserva de la Biosfera hay actualmente unas 70 hectáreas dedicadas a la producción de trufa y más de 20 productores. Su potenciación responde a su consideración de producto que puede contribuir al desarrollo sostenible de la Reserva.

c) *Materias Primas*. Desde hace décadas la explotación maderera del bosque y la obtención de leñas han perdido importancia por la escasa población que habita en la Reserva y por la escasa competitividad frente a otras maderas que se explotan con vías de acceso mejores o en bosques más extensos. Los bosques tienen en la actualidad un papel más ambiental (regulador hídrico, mantenimiento del suelo y de la fauna) que económico.

Dentro de la función de suministro de materias primas, los minerales también aportan muy poco en la actualidad. Entre los minerales de la Reserva destaca el sulfuro de hierro cris-

talizado, conocido como piritita. En Navajún se localiza una importante mina por la perfección de sus cristales. También hay yacimientos de piritas en el municipio de Muro de Aguas (de formas ovaladas y esféricas). Algunas veces se explotan, comercializándose las piritas como elementos de decoración o para el coleccionismo.

Algo más importantes son las explotaciones a cielo abierto de rocas industriales, especialmente calizas y yesos. Aprovechan principalmente los afloramientos secundarios del Triásico y Jurásico. En conjunto, hay más de una docena de explotaciones de diferentes dimensiones en los municipios integrados en la Reserva. Habría que añadir alguna más si se consideran los municipios parcialmente incluidos en el espacio protegido. Dos zonas de la Reserva acumulan el mayor número de instalaciones mineras: la zona septentrional de los valles del Leza-Jubera, en el contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro, y el sector más suroriental. La primera corresponde a los municipios de Clavijo, Leza de Río Leza, Ribafrecha y Lagunilla de Jubera. Aquí se explotan yesos y calizas. La segunda se centra en los municipios de Grávalos y Cervera de Río Alhama, aprovechando, en el primer caso, los afloramientos calcáreos del Jurásico y, en el segundo, los yesos del Triásico.

d) Recursos medicinales. Un recurso de gran importancia, usado con fines terapéuticos y medicinales, es el termalismo. Algunos vestigios encontrados señalan que el balneario de Arnedillo ya se utilizaba en tiempos de los romanos. Posteriormente, se utilizaron también aguas termales en Cervera del Río Alhama, en Cornago (balneario de la Panzana), Navajún y en Grávalos. Los baños termales de la Reserva son beneficiosos por el alto contenido de minerales disueltos en las aguas sulfurosas y en los barros que las acompañan. En el Balneario de Grávalos se puede recoger agua con efectos positivos sobre el reumatismo, la psoriasis y, en general, sobre pieles sensibles. De interés también para la piel son las aguas del manantial de “aguas podridas” en Navajún, donde se encuentra todavía el edificio que alberga un pequeño balneario del siglo pasado. En la actualidad, el Balneario de Arnedillo constituye el principal reclamo para visitar el valle del Cidacos. Sus modernas instalaciones y los beneficios que aporta a la salud han favorecido el desarrollo del sector turístico, concentrando la oferta hotelera convencional de alojamiento y restauración.

e) Elementos decorativos, ornamentales y artesanía. Tradicionalmente, la artesanía textil contó con gran importancia social y económica. La dedicación a la ganadería ovina (de raza merina) trashumante propició una industria de paños que alcanzó su auge en los siglos XVI y XVII. Artesanos manipuladores de la lana crearon una escuela riojana de tejer. Cardas, ruecas y husos preparaban las madejas y en los telares se urdía la pieza para tintarla. Los batanes para la fabricación de telas de abrigo eran parte del paisaje de los pueblos serranos, destacando los de Soto, Laguna, San Román, Munilla y Enciso. Paños y bayetas salían al mercado nacional e internacional con sello propio. En la actualidad, casi se ha perdido la artesanía textil, conservándose pequeños talleres sólo en Enciso y Trevijano (Soto). Entre la fabricación textil destacaban las almazuelas. Se trata de una manta, prenda de vestir o tejido elaborado a base de coser trozos rectangulares de otros tejidos para reutilizarlos. Desde el siglo XVII está documentada la fabricación de almazuelas en Cameros. Dentro de la Reserva de la Biosfera destacaron los talleres de Enciso y Trevijano.

La artesanía alpargatera también tuvo su protagonismo, sobre todo en el alto Cidacos y Alhama. En Muro de Aguas se hacían suelas de esparto; en Munilla eran numerosos los talleres de calzado, destacando las alpargatas; en Cervera se fabricaban alpargatas con suelas de

yute y esparto. A lo largo del siglo XX todos estos talleres se fueron desplazando hacia Arnedo y Logroño, buscando mejores economías de escala y localización (Climent, 1992).

4. FUNCIONES DE INFORMACIÓN

a) Información estética. Cualquier espacio natural ofrece información estética de gran valor, mucho más si se trata de una Reserva de la Biosfera, categoría que ha adquirido gracias a una gestión acorde con la Naturaleza practicada durante siglos, compaginando conservación con aprovechamiento de los recursos.

En la Reserva de la Biosfera tenemos un territorio muy humanizado, ya que casi todos los enclaves se aprovecharon en el pasado para abastecer a una población humana numerosa y a una cabaña ganadera muy elevada. Además, hubo una industria, o mejor una artesanía textil y alpargatera, importante. Todo ello se manifestó en el paisaje y en sus pueblos.

De este modo, los usos tradicionales, tanto agrícolas como ganaderos, los sistemas de cultivo en altitud y pendiente constituyen un notable recurso paisajístico, estético y también cultural. Destacan las laderas abancaladas, de gran significación paisajística. Con el abandono se ha perdido parte de su valor estético y productivo, demandando esfuerzos e inversiones urgentes para conservar, al menos, una parte de este paisaje agrario. También los cultivos actuales son una pieza fundamental del paisaje de la Reserva. Olivos, viñedos, almendros y huertas tradicionales se funden en el entorno de los pueblos creando paisajes a veces muy estéticos.



Fotografía 6. Soto en Cameros (valle del Leza).

Muy pocos enclaves de la Reserva quedaron sin utilizar por el hombre. No obstante, todavía se puede hablar de paisajes naturales. Entre ellos destacan los cortados y gargantas. Aparecen fundamentalmente en el contacto entre la Depresión del Ebro y el Sistema Ibérico. Unas veces son los conglomerados de borde de cuenca los que dan lugar a imponentes murallones tipo mallo, con “castillos” y “torreones” rocosos. Otras veces, las calizas cretácicas han favorecido la formación de profundas gargantas, como las del Leza y el Barranco de Fuentes-trún del Cajo en el río Añamaza, o destacados cortados, como el de Villarroya y la Sierra del Tormo en Aguilar del Río Alhama.

Los bosques (hayedos, encinares, pinares, robledales) y los matorrales mediterráneos constituyen también espacios seminaturales de enorme valor estético, dando continuidad a los mosaicos de cultivo y a las áreas de pastos y prados naturales.

Las casas y calles de los pueblos de la Reserva constituyen un recurso estético de primer orden e informan de las formas de vida y organización de los habitantes de estas montañas. Los pueblos se adaptan a la topografía y buscan casi siempre lugares resguardados de los vientos. Por ello, dominan los que miran hacia el nacimiento del sol, evitando los flujos del oeste. Así, se encuentran pueblos a media ladera. Otros aparecen en los fondos de valle o próximos a los arroyos, cerca del agua y de pequeñas tiras de regadío. También los hay que aparecen ocupando interfluvios, dominando el espacio agrícola que desciende por laderas más o menos pendientes.

La iglesia sobresale en la parte alta de muchos pueblos. Las casas, apretadas, próximas unas a otras, dan cierta unidad al conjunto. Una o dos calles principales, casi siempre de piedra, terminan en una plaza, donde suele instalarse una fuente. Predominan las puertas adinteladas y de madera; las ventanas son pequeñas, especialmente cuando el pueblo asciende en altitud.

b) Función recreativa. Entre las funciones de los paisajes se incluye la recreativa, en la medida en que el paisaje reúne valores estéticos y ofrece posibilidades deportivas, de ocio y culturales. Ya se ha señalado que la Reserva de la Biosfera cuenta con paisajes humanos y naturales de enorme atractivo, con ecosistemas que permiten la caza, la recolección de frutos y plantas medicinales; cuenta también con aguas termales y minerales buscados por coleccionistas, con pueblos de belleza singular que incluyen un patrimonio arquitectónico interesante y un urbanismo que muestra su integración con el medio y, además, con una rica historia y pasado cultural.

Todos estos valores son suficientes para señalar claramente que la Reserva cumple una función recreativa de primer orden. El número de visitantes cada año es elevado (Pascual Bellido, 2009). En la Reserva se encuentran senderos, rutas en bicicleta, vías verdes, antiguos caminos de herradura, etc. De entre todas las rutas, las más usadas son el GR-93, la Vía Verde del Cidacos y el Camino Verde del Alhama. Hay que señalar también que por la Reserva transcurre la Cañada Real Galiana, siguiendo el interfluvio Iregua-Leza, y la Cañada Real Soriana Oriental, ramales de Munilla y Villarroya. Durante los últimos años se han tratado de deslindar para acondicionar con fines recreativos y culturales.

La Reserva de la Biosfera cuenta con varias áreas recreativas gestionadas por la Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja. Todas las áreas recreativas se localizan en enclaves con capacidad de acogida, donde el impacto de la actividad recreativa es

asumible por el ecosistema, con buenos accesos, de fácil evacuación y vigilancia. Los recorridos están apoyados por varios centros de interpretación, entre los que se incluyen: Centro de Interpretación del Alto Valle del Cidacos, Centro de Interpretación Paleontológico de Enciso, Centro de Interpretación Paleontológico de Igea, Centro de Interpretación y Observación del buitre leonado y Centro de Interpretación del poblado celtibérico de Contrebia Leukade.

c) Servicio histórico, artístico y cultural. La Reserva de la Biosfera posee un acervo histórico que abarca desde el Neolítico hasta la actualidad. El Neolítico ha dejado rutas dolménicas muy interesantes en el Valle del Leza (Trevijano, Torre y San Román). La presencia de pueblos celtíberos tiene su gran exponente en el poblado de Contrebia Leukade con asentamientos desde la Edad del Hierro (s. X. a.C) y celtíberos (s. VII-II a.C). Localizado en las proximidades de Aguilar del Río Alhama, es considerado como uno de los poblados celtíberos más importante de España. Posteriormente, tuvo una ocupación romana (s. I a.C) y otra visigoda. El poblado ha sido excavado y puede visitarse, pudiéndose observar viviendas excavadas en la roca, foso, muralla, y obras de abastecimiento de agua.

La llegada de los visigodos y el miedo a sus ataques generó fuertes cambios en la población, que optó por fortificar sus asentamientos o trasladarse a zonas de difícil acceso como promontorios, cuevas naturales y sobre todo cuevas artificiales excavadas en la roca. Un testimonio digno de destacar lo constituyen los conjuntos existentes de cuevas artificiales y columbarios de Inestrillas (Aguilar del Río Alhama).

La cultura árabe (s. X-XII) dejó su huella en la arquitectura, siendo el elemento arquitectónico más característico el arco de herradura que aparece en numerosos castillos y ermitas. La proliferación de castillos en la reserva se explica por su historia fronteriza entre cristianos y musulmanes, y entre los Reinos de Navarra, Castilla y Aragón.

Dentro de la arquitectura civil hay que destacar la conservación de muchos pueblos, con sus casas de piedra y estructura de madera, con empedrado en algunas de sus calles o en casi todo el núcleo, como en San Román y Laguna.

Un apartado especial corresponde a las huellas de los dinosaurios (icnitas). Las icnitas o huellas de pisada de los dinosaurios aparecen en 110 yacimientos distribuidos por 20 municipios de la Reserva. La mayor concentración de icnitas se encuentra en Enciso y Munilla. Algunos de los yacimientos de icnitas de Enciso cuentan con el aliciente de presentar maquetas de dinosaurios en tamaño real.

d) Didáctica, ciencia y educación. Los paisajes y ecosistemas incluyen entre sus servicios la posibilidad de realizar actividades de educación ambiental e investigación científica. Cualquier enclave de la Reserva de la Biosfera puede utilizarse como marco o tema de educación ambiental. Cualquier paisaje escogido proporciona una referencia continua o hilo conductor para las actividades de educación. Las ventajas pedagógicas ofrecidas por la interpretación de un paisaje residen en la posibilidad de descubrir nexos entre los componentes del paisaje y un sistema subyacente que nos habla de potencialidades y límites de la naturaleza, así como de los cambios a lo largo de la Historia.

Los paisajes de la Reserva pueden ser considerados como todo un “programa de estudios”. Desde el sistema parcelario hasta el hábitat rural, desde las grandes estructuras territoriales hasta las formaciones ecológicas, constituyen el archivo más inagotable acerca de la sociedad rural, del trabajo agrícola o de la ordenación del territorio.

Un territorio tan rico en patrimonio natural, cultural e histórico como el de la Reserva de la Biosfera es lógico que sea objeto de estudio por muy diversas ramas del conocimiento. Las investigaciones científicas con mayor continuidad en las últimas décadas son las de carácter paleontológico, desarrolladas a través de la Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja, que cada año excava y da a conocer los vestigios de la época de los dinosaurios. Se trabaja también en el estudio del relieve, en los cambios de gestión, usos del suelo y paisaje, en la historia medieval y moderna, en las variedades del olivo, en la potencialidad de las setas y trufas, en la dinámica demográfica y en la estructura poblacional.

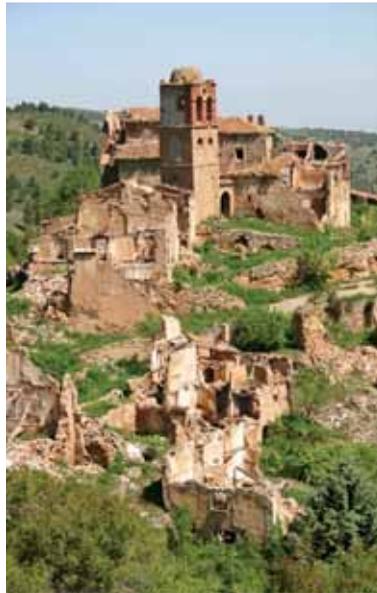
5. IMPACTOS Y PRESIONES SOBRE LOS ECOSISTEMAS

La Reserva de la Biosfera en estos momentos se encuentra, dado el reducido número de población, sometida a una escasa presión. Sin embargo, al estar enmarcada en el área de influencia de otros espacios más urbanos y dinámicos, puede verse afectada por determinados impactos y presiones que alteren el funcionamiento de los ecosistemas. Entre los impactos de carácter local podrían comentarse:

a) Riesgo de incendios. La tendencia hacia el matorral y el bosque en la mayor parte de la Reserva implica un potencial problema. La relativa homogeneización del paisaje amenaza con la ocurrencia de incendios de mayor envergadura y difícilmente controlables. En la actualidad, el matorral y el bosque se extienden sin interrupción y en caso de incendio no hay apenas rupturas que frenen su expansión. Además, el matorral que coloniza los antiguos campos se quema con suma facilidad (De la Riva y Pérez Cabello, 2005).

b) Deterioro de la calidad del paisaje y destrucción de bancales por abandono agrícola. El abandono de los bancales ha sido una consecuencia lógica de la propia evolución de la agricultura de montaña, dadas las dificultades de acceso y la imposibilidad de trabajar en ellos con maquinaria, pero ha tenido efectos indeseados desde el punto de vista de la conservación del suelo y del paisaje:

- El borde externo de los bancales se ve afectado por pequeños movimientos en masa que crean cicatrices difícilmente colonizables por la vegetación. Estas cicatrices son aprovechadas por el ganado como lugares de paso entre bancales, aumentando los procesos erosivos y canalizando la escorrentía superficial. A la vez, la caída de un paquete de suelo provoca acumulaciones de tierra y piedras sobre el bancal inmediatamente inferior.
- El abandono de las prácticas agrícolas hace inútil la conservación de los sistemas de drenaje, de manera que aparecen áreas saturadas o lugares en los que circulan más fácilmente las escorrentías superficiales, provocando incisiones locales.
- A la pérdida de suelo debe añadirse la pérdida del elevado valor paisajístico de los ambientes de campos abancalados. Las terrazas cultivadas corresponden a un paisaje altamente humanizado, que se desmorona con facilidad con el paso del tiempo. Hoy es imposible garantizar la supervivencia de este paisaje, especialmente en las laderas más pendientes, pero es importante conocer cómo y a qué velocidad evolucionan, e identificar los sectores que pueden conservarse sin especiales esfuerzos adicionales.



Fotografía 7. Aldea abandonada (Turruncún).

c) Uso inadecuado de infraestructuras. En los últimos años se ha detectado un importante aumento de la circulación de vehículos por pistas forestales. La proliferación de vehículos todo terreno facilita la posibilidad de salirse de los recorridos de las pistas, alterando ecosistemas de gran valor.

d) Minería. Ya se ha mencionado en apartados anteriores que la Reserva acoge explotaciones mineras a cielo abierto dedicadas a la extracción de yesos y calizas. Los principales impactos de estas actividades están relacionados con la erosión hídrica, que afecta a los taludes de fuerte pendiente y desprotegidos de cubierta vegetal, con la contaminación de las aguas por incremento de la concentración de sedimentos en suspensión, con la alteración de la flora y fauna local y, sobre todo, con el impacto paisajístico que causan estas instalaciones. Por lo que respecta a este último aspecto, hay que mencionar que algunas de las minas de mayor tamaño, por ejemplo las del municipio de Leza de Río Leza, son visibles desde la carretera principal de acceso a la Reserva por el valle del Leza y se sitúan a la entrada de uno de los parajes más singulares de este espacio protegido, el cañón del Río Leza, con importante riqueza geológica y faunística.

6. CONCLUSIONES

La Reserva de la Biosfera de los valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama es un excelente exponente de la montaña media mediterránea. Se trata de un espacio que ha soportado históricamente una importante presión demográfica que ha obligado a articular un paisaje hu-

manizado adaptado a las exigencias de las especiales condiciones ambientales de este tipo de montañas. Los procesos migratorios y de abandono del espacio agrario, ocurridos a mediados del siglo pasado, dieron paso a unas nuevas dinámicas que se han plasmado en la expansión de la superficie de matorral y bosque. Todo ello ayuda a comprender las excepcionales funciones que ejerce este espacio y que han sido precisadas en las líneas anteriores.

Con la vista puesta en el futuro, sería conveniente mantener determinadas líneas de actuación ya abiertas, pero además se debería impulsar otras fundamentales para la Reserva de la Biosfera. En este sentido, no hay que olvidar que la inclusión de los altos Valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama entre las Reservas de la Biosfera se justifica en gran medida por su paisaje, por la integración entre las condiciones naturales y el aprovechamiento que el hombre hizo de los recursos durante siglos. Por ello, sería importante:

- Favorecer la fijación de población en el territorio. Para ello parece imprescindible impulsar actividades productivas que sean compatibles con la conservación del medio natural.
- Controlar la expansión generalizada de matorrales de sucesión, lo que implica el incremento de génesis y propagación de incendios, la pérdida de recursos pastorales y la homogeneización y simplificación del paisaje.
- Discriminar entre áreas que admiten distintos tipos de aprovechamiento primario.
- Encontrar fórmulas para que la ganadería extensiva aúne fines productivos, medioambientales y sociales.
- Seleccionar áreas abancaladas para mantener por su interés paisajístico, estético y didáctico.



Fotografía 8. Ganado vacuno en la Reserva.

- Detectar las áreas fuente de sedimentos, con el fin de disminuir y controlar la erosión del suelo.
- Establecer una jerarquía urbana funcional y favorecer la permeabilidad del territorio para impulsar el turismo sostenible.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arizaleta, J.A., Fernández-Aldana, R. y Lopo, L. (1990): Los matorrales de La Rioja. *Zubía*, 8: 83-127.
- Arnáez, J., Oserín, M., Ortigosa, L. y Lasanta, T. (2008): Plant cover and land uses changes in the north-western Iberian Range, Spain, between 1956 and 2001. *BAGE*, 47: 195-211.
- Arnáez, J., Ortigosa, L., Llorente, J.A., Oserín, M y Larrea, V. (2009): Gestión del territorio y erosión de suelos en Cameros. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds.). Universidad de La Rioja, 145-164 pp., Logroño.
- Chapin, F.S., Matson, P.A. y Mooney, H.A. (2002): *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer, Nueva York.
- Climent, E. (1992): *El proceso de industrialización de La Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos, 149 pp., Logroño.
- Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial (2010). *Estudio de la capacidad sumidero de absorción de la masa forestal de La Rioja*. Gobierno de La Rioja, 95 pp. Logroño.
- Cuadrat, J.M. (1994): El Clima. En: *Geografía de La Rioja. Tomo I Geografía Física*. Fundación Caja-Rioja, 130-163 pp., Logroño.
- De la Riva, J. y Pérez-Cabello, J. (2005). El factor humano en el riesgo de incendios forestales a escala municipal. Aplicación de técnicas SIG para su modelización. *La ciencia forestal: respuestas para la sostenibilidad*. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Madrid.
- Fernández Aldana, R., Lopo, L. y Rodríguez, R. (1989): *Mapa forestal de La Rioja*. Gobierno de La Rioja, Serie Estudios, 18, 72 pp., Logroño.
- Gallart, F. y Llorens, P. (2002): Water resources and environmental change in Spain. A key issue for sustainable integrated catchment management. En: *Environmental change and water sustainability* (García-Ruiz, J.M., Jones, J.A.A., Arnáez, J. eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp.11-20, Zaragoza.
- García Ruiz, J.M. (1996): Marginación de tierras y erosión en áreas de montaña. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales* (Lasanta, T., García Ruiz, J.M., Eds.). Instituto de Estudios Riojanos, pp. 33-50, Logroño.
- García Ruiz, J. M. y Martín Ranz, M. C. (1992): *Los ríos de la Rioja: Introducción al estudio de su régimen*. Instituto de Estudios Riojanos, 66 pp., Logroño.
- García Ruiz, J.M., Beguería, S., López, J.I., Lorente, A. y Seeger, M. (2001): *Los recursos hídricos superficiales del Pirineo aragonés y su evolución reciente*. Geoforma Ediciones, pp. 1-192, Logroño.
- García-Ruiz, J.M., Regües, D., Alvera, B., Lana-Renault, N., Serrano-Muela, P., Nadal-Romero, E., Navas, A., Latron, J., Martí-Bono, C. y Arnáez, J. (2008): Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land uses changes in the Central Pyrenees. *Journal of Hydrology*, 356: 245-260.
- Lasanta, T. y Errea, M.P. (2001): *Despoblación y marginación en La Sierra Riojana*. Instituto de Estudios Riojanos, 191 pp., Logroño.

- Lasanta, T., Arnáez, J., Ortigosa, L., Oserín, M. y Ruiz Flaño, P. (2009): Espacio agrícola y agricultura en Cameros a mediados del siglo XX. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., eds.). Universidad de La Rioja, 83-108 pp., Logroño.
- Lasanta T. (2009): La ganadería en Cameros: entre la adaptación a los recursos y la dependencia del exterior. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds.). Universidad de La Rioja, 191-222 pp., Logroño.
- Moreno Fernández, J.R. (1994): *El monte público en La Rioja durante los siglos XVIII y XIX: aproximación a la desarticulación del régimen comunal*. Gobierno de La Rioja, 295 pp., Logroño.
- Ortigosa, L. (1991): *Las repoblaciones forestales en La Rioja: resultados y efectos geomorfológicos*. Geoforma Ediciones, 149 pp., Logroño.
- Pascual Bellido, N. (2009): Patrimonio y oferta de alojamientos en Cameros para su desarrollo turístico. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds.). Universidad de La Rioja, 273-337 pp., Logroño.
- Ruiz-Flaño, P., García Ruiz, J.M. y Ortigosa, L. (1992): Geomorphological evolution of abandoned fields. A case study in the Central Pyrenees. *Catena*, 19: 301-308.
- Ruiz Flaño, P. (1993): *Procesos de erosión en campos abandonados del Pirineo*. Geoforma Ediciones, 1-191 pp., Logroño.
- Santa Regina, I. y Tarazona, T. (2000): Nutrient return to the soil through litterfall and throughfall under beech and pine stands of Sierra de la Demanda, Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 14: 239-252.
- Serrano Muela, M.P., Regües, D., Latrón, J., Martín-Bono, C., Lana-Renault, N. y Nadal, E. (2005): Respuesta hidrológica de una cuenca forestal en la montaña media pirenaica: el caso de San Salvador. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 31: 59-76.
- Waring, R. H. y S. W. Running (1998): *Forest ecosystems. Analysis at multiple scales*. Academic Press, San Diego.

**SERVICIOS AMBIENTALES
DE LOS ECOSISTEMAS EN LA
RESERVA DE LA BIOSFERA DE
BARDENAS REALES DE NAVARRA**

Federico J. Castillo¹ y Alejandro Urmeneta²

¹ Departamento de Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra, 31006 Pamplona.

² Comunidad de Bardenas Reales, c/ San Marcial 19, 31500 Tudela, Navarra.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de los ecosistemas del milenio (Millenium Ecosystem Assessment 2005) analiza los ecosistemas del planeta en función de los servicios que estos proporcionan a la sociedad y de como las acciones humanas alteran dicho binomio. Esta focalización en los servicios de los ecosistemas ha conducido a nuevas formas de pensamiento en la investigación, la conservación y el desarrollo (Daily & Matson, 2008).

El uso humano de los ecosistemas está aumentando en las últimas décadas simultáneamente con el aumento de la población y la expansión del consumo. Algunos de los servicios que proporcionan los ecosistemas han aumentado, como la provisión de alimentos (cultivos, ganado y producción industrial pesquera), pero otros han disminuido de manera notable en los últimos 50 años, como el uso de la leña para combustible, las fibras naturales de origen agrícola o los alimentos de origen natural (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Pergams & Zaradic, 2008).

En un mundo en el que los recursos son cada vez más escasos, los aumentos en un servicio de los ecosistemas o en una actividad humana determinada suponen la reducción de otros servicios o actividades (Tallis *et al.*, 2008). Este es el caso de la disminución en los servicios de regulación y de la biodiversidad. La disminución de los servicios de regulación es particularmente importante porque inciden directamente en otros servicios de los ecosistemas (Bennet & Balvanera, 2007). La pérdida de biodiversidad disminuye las opciones de gestión y aumenta la vulnerabilidad de los servicios de los ecosistemas.

La degradación global de los servicios de los ecosistemas tiene muchas causas, entre ellas, la disfunción de las instituciones, lagunas en el conocimiento científico y acontecimientos impredecibles. A menudo se desconoce si los instrumentos de gestión han tenido éxito o han fracasado, y en muchos casos no se sabe por qué. Se necesita saber cómo las actuaciones en la gestión cambian los servicios de los ecosistemas. En este sentido, en Bardenas Reales existe una oportunidad excelente de estudiar cómo la aplicación del proyecto de los distritos agroganaderos (Urmeneta & Ferrer, 2009) va a influir en la calidad de los servicios que prestan estos ecosistemas.

Otra laguna importante es la ausencia de teorías y modelos que anticipen los umbrales que, una vez sobrepasados, provocan cambios irreversibles o el colapso de los servicios (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). También es necesario conocer los umbrales de los cambios persistentes y masivos en los sistemas socioecológicos, los factores que controlan las probabilidades de tales cambios y los indicadores incipientes de tales cambios (Carpenter, 2002). Entre estos cambios, quizá el más importante, se encuentra el cambio global, cuyas causas más importantes —cambio climático, cambios en los usos del suelo, especies invasoras, sobreexplotación de recursos, contaminación, aumento de la población y crecimiento económico— continúan creciendo (Carpenter *et al.*, 2009).



Fotografía 1. El Rallón y Pisuerra. Autor: Alejandro Urmeneta.

Por todo ello, el reto fundamental es comprender la dinámica de los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano, ya que ambos interactúan a escala local y global. ¿Qué combinaciones de servicios de los ecosistemas pueden funcionar de manera sostenible en un territorio determinado? ¿Cómo los cambios en los usos del suelo, la movilización de los nutrientes, la composición de las especies y el clima pueden afectar a los flujos de los servicios de los ecosistemas? Son preguntas que será necesario contestar en un futuro próximo.

El estudio y desarrollo de los servicios de los ecosistemas está en sus inicios. Se están haciendo esfuerzos notables para desarrollar métodos apropiados para la elaboración de mapas de los servicios de los ecosistemas y de los beneficios que éstos producen (Egoh *et al.*, 2007; Alessa *et al.* 2008). En un momento en que comunidades, científicos y gestores están buscando enfoques y propuestas para responder al cambio ambiental, es necesario considerar la relación implícita que existe entre los seres humanos y los ecosistemas para mejorar el uso sostenible de los recursos. En este contexto general, se ha tratado de identificar, en una primera aproximación, los servicios más importantes proporcionados por los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

La Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales es un espacio situado en la gran unidad geomorfológica del Valle del Ebro. Es un extenso territorio del sureste de la Comunidad Foral de Navarra caracterizado, climatológicamente, por sus escasas y torrenciales precipitaciones, veranos cálidos e inviernos bastantes fríos, debiendo remarcar el efecto erosivo de las tormentas y su escaso aprovechamiento por el suelo y las plantas.

Características físicas. La mera contemplación del paisaje de Bardenas, especialmente en el área de La Blanca, revela la acción de importantes procesos erosivos sobre inmensos pa-



Fotografía 2. El Plano. Autor: Alejandro Urmeneta.

quetes sedimentarios previamente depositados. A ese proceso natural e imparable se ha unido la acción humana, con usos históricos y tradicionales que han influido de forma notable sobre la conservación del suelo. Así, la *erosión* determina de manera importante el paisaje de las Bardenas.

La topografía de Bardenas está marcada por la existencia de *cabezos* y *cortados*, que constituyen elementos paisajísticos de primera magnitud. Son elementos característicos y diferenciadores del paisaje bardenero, incluso son los elementos de referencia para muchas personas que ven en ellos su mayor atractivo. Los *barrancos* conforman una extensa red de evacuación natural de aguas de escorrentía, por lo que están afectados gravemente por la erosión. Constituyen otra referencia fundamental del paisaje bardenero y además son auténticos refugios para numerosas especies, albergando gran cantidad de biotopos, desde medios acuáticos con vegetación palustre, hasta espartales, ontinares, romerales, saladares y tamarizales, por lo que la biodiversidad es muy elevada. Las *zonas húmedas*, muy escasas, no están claramente delimitadas ya que la red hidrográfica carece de cursos continuos de agua, estando formada por un complejo conjunto de barrancos de diversa entidad, por los que discurre el agua exclusivamente durante los escasos días de lluvia. La red de drenaje de las Bardenas es de carácter temporal, incluso en los cursos principales. Esto se debe al clima árido que impera y a que apenas existen acuíferos que retengan o regulen el agua precipitada.

Utilización de los recursos. En la zona núcleo, constituida por las Reservas Naturales de Las Caídas de La Negra y Rincón del Bú, las actividades permitidas tienen como objetivo conservar los valores naturales de estas zonas, permitiéndose la evolución de éstos según su propia dinámica, y autorizando únicamente las actividades destinadas a la mejora y conservación de dichos valores, así como los usos tradicionales existentes (agricultura de secano en año y vez, ganadería extensiva y caza). La zona tampón incluye las dos Zonas de Especial Protección de Aves, denominadas Plano-Blanca Alta y Rincón del Bú-La Nasa-Tripazul, más las zonas periféricas de protección de las Reservas Naturales, lugares con valores ecológicos elevados que se declararon como tales para conseguir la preservación y mejora de determinadas formaciones o fenómenos geológicos, especies, biotopos,

Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales de Navarra

comunidades o ecosistemas, permitiéndose la evolución de estos según su propia dinámica. La zona de transición se corresponde con el resto del territorio del Parque Natural, una vez excluidas las dos ZEPA, las dos Reservas Naturales y sus Zonas Periféricas de Protección, tanto de estas dos Reservas, como la parte de Zona Periférica de Protección del Vedado de Eguaras, incluida en los límites del Parque. Los usos reconocidos y permitidos son todos los que se han venido realizando de forma tradicional en este territorio: la agricultura de secano año y vez, ganadería extensiva y caza. La Tabla 1 muestra la distribución del uso del suelo en esta Reserva.

Tabla 1. Distribución de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales (año 2009).

Superficie total	41.845 ha	(100%)	
Superficie agrícola	22.614 ha	(54 %)	Secano 20.864 ha (92,3%) de las cuales 20.760 ha cereal año y vez 94 ha almendro y espárrago
			Regadío 1.750 ha (7,7%) de las cuales 1.500 ha en Landazuria
Vegetación natural	18.428 ha	(44%)	Bosques 4% - Pinares 3,5% - Tamarizales 0,5 % - Carrascales 0 %
			Matorrales 36 % - Coscojar, sabinar, lentiscal 1,5 % - Romeral, tomillar, salviar 24 % - Sisallar y ontinar 9,8 % - Matorral sobre yesos 0,7 %
			Pastizales 2,4 % - Espartales 1,8 % - Lastonares 0,6 %
			Otras comunidades 2 % - Saladares 2 % - Vegetación palustre 0 % - Vegetación nitrófila 0 %
Suelo desnudo:	653 ha	(1,56 %)	

Flora y fauna. El clima de la Depresión del Ebro, caracterizado por su aridez, ha permitido el mantenimiento de comunidades y especies de flora y fauna de carácter estepario. Los hábitats y especies más característicos para la conservación de la diversidad biológica son las estepas salinas/barrancos y depresiones en terreno forestal desarbolado con vegetación halófila mediterráneo continental; los pastizales mediterráneos xerofíticos anuales y vivaces (lastonares y espartales)/tierras de pastoreo; los carrizales y juncales de aguas permanentes/tierras de pastoreo con vegetación acuática; los matorrales halonitrófilos, ontinares y sisallares/tierras de pastoreo y terrenos agrícolas abandonados. Las Bardenas también constituyen un biotopo muy utilizado por gran cantidad de especies animales, entre las que deben destacarse las aves rapaces y las aves esteparias, que encuentran en ellos lugares adecuados de nidificación, refugio o reposo.

Población residente. Una característica importante de la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales es que en su interior no vive ninguna comunidad humana. La población en la proximidad de la Reserva de la Biosfera esta repartida en diferentes ciudades y pueblos alrededor de la Reserva, unas pertenecientes a la Comunidad de Bardenas y otras no congozantes. Estas comunidades viven del comercio, industria (fundamentalmente agroalimentaria) y/o de la agricultura.

Usos humanos tradicionales. A finales del siglo XIX comenzó la roturación de la mitad de la tierra bardenera, para su puesta en cultivo. Hasta entonces, todo su territorio fue afectado por la actividad de leñadores, carboneros y pastores, con efectos importantísimos para la cubierta vegetal. El punto de inflexión en la deforestación de estas tierras, igual que en media España, coincidió con la popularización de la bombona de butano, hecho aparentemente banal, pero que en realidad permitió aliviar de forma espectacular la presión deforestadora. Los usos humanos tradicionales son la agricultura de secano, en régimen de “año y vez” y la ganadería ovina extensiva de carácter trashumante. Sus implicaciones con los valores ambientales son tan grandes, que la unidad que forman fue una de las bases más importantes para su declaración como Parque Natural primero y Reserva de la Biosfera después, máxime si se tiene en cuenta su condición de sostenibilidad y la posibilidad real de extrapolación a otros lugares del planeta. Aproximadamente la mitad de la superficie (20.864 ha) se dedica actualmente al cultivo en secano, predominantemente de cereal de invierno (cebada y algo de trigo) cultivado bajo el sistema de “año y vez”. Los residuos de cosecha, junto a los pastos naturales que ocupan el resto del territorio, son la base alimenticia de una cabaña ganadera de unas cien mil cabezas, mayoritariamente ovino de carne de raza autóctona “Navarra”, de las que al menos la quinta parte son netamente trashumantes. El aprovechamiento de los pastos es “a la revuelta”, expresión que indica el uso en común de pastos, apriscos, abrevaderos y majadales. A esta agricultura de secano hay que añadir la agricultura de regadío que representa una pequeña parte (7,7%) de la superficie agrícola total, si bien supone un aumento importante de la productividad agrícola por unidad de superficie permitiendo el cultivo de numerosas especies hortícolas. Los residuos de cosecha en los regadíos son utilizados para alimentar al ganado ovino.



Fotografía 3. Ovejas y garcillas. Autor: Alejandro Urmeneta.

Turismo. Las Bardenas Reales se han convertido en un territorio ideal para la práctica de deportes al aire libre como el senderismo, travesías en bicicleta de montaña, a caballo, etc., por su fácil acceso, poco tránsito, escaso riesgo y buen clima. Al principio, la mayoría de las visitas tenían un carácter aventurero. Hoy en día hay numerosos turistas que practican otro tipo de modalidades más agresivas con el entorno natural, como son las travesías en motos y vehículos todo terreno, vuelos en ultraligero y paramotor, etc.

2.2. Descripción y evaluación semi-cuantitativa de los servicios de los ecosistemas

El objetivo inicial de este estudio ha sido realizar un primer análisis descriptivo de las funciones y servicios producidos por los ecosistemas en el área de estudio. Para ello, se han identificado las funciones y servicios de regulación, de producción y de información, y los principales impactos y amenazas. Los resultados obtenidos se han sintetizado utilizando una escala semi-cuantitativa, para diferenciar funciones, servicios e impactos de mayor, media o menor intensidad, siguiendo las indicaciones de Egoh *et al.*, 2007, De Groot, 2006 y del Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Funciones y servicios de regulación

Las Bardenas Reales contribuyen de manera muy dispar a las funciones y servicios de regulación de los ecosistemas (Tabla 2). Algunas zonas desarrollan con mayor intensidad las funciones de regulación atmosférica mediante los procesos fotosintéticos, las funciones de regulación climática por la cobertura de la vegetación, regulación hídrica, sujeción y formación de suelo, etc. Los beneficiarios directos de estos servicios son los agricultores y ganaderos que realizan su actividad en esta zona y con ello contribuyen al mantenimiento de los recursos naturales existentes. También se beneficia el conjunto de la sociedad, especialmente el sector turístico, pues el mantenimiento de estos ecosistemas proporciona los servicios de información estética, recreativa, científica, etc. El mantenimiento de la vegetación natural y de suelo cultivable en seco es una actividad muy importante para la prevención de la erosión y debe ser objetivo prioritario en la gestión de esta Reserva. Así, las actividades agrícolas y ganaderas tienen gran importancia en la conservación de los valores ambientales de Bardenas, entre ellos el mantenimiento del suelo, pero también son capaces de producir graves alteraciones cuando se realizan de forma inadecuada. Laboreos de tierra en pendientes excesivas, o cargas ganaderas demasiado altas sobre suelos con escasa cobertura vegetal, contribuyen a aumentar la erosión muy por encima de la formación de suelo. Estos procesos generan servicios como el mantenimiento de la productividad de las zonas cultivadas, el mantenimiento de la productividad natural de los suelos y el control de la erosión.

La agricultura de año y vez practicada en las Bardenas en las tierras de secano favorece el procesado de residuos orgánicos por parte del ganado ovino, que también se hace extensible a los residuos vegetales en las tierras de regadío. Esta práctica de la agricultura de secano

Servicios Ambientales en Reservas de la Biosfera Españolas

permite una regulación equilibrada de nutrientes, ya que el ganado aporta nutrientes al suelo durante el año de reposo del suelo. Además, proporciona un servicio de regulación al intervenir en la eliminación y transformación de residuos orgánicos y al favorecer el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Tabla 2. Funciones y servicios de regulación de los ecosistemas proporcionados por la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales (adaptado de De Groot, 2006).

Funciones de regulación	Servicios de regulación	Servicios específicos de los ecosistemas de la RB de Bardenas Reales	Intensidad del servicio
Regulación atmosférica	Mantenimiento de ciclos biogeoquímicos. Disfrute de aire de calidad adecuada. Producción de oxígeno Evapotranspiración	Contribución de la vegetación permanente Depuración de contaminantes atmosféricos	Baja
Regulación climática	Disfrute de un clima favorable Sumidero de carbono	Mantenimiento de un clima adecuado (T, precipitación) gracias a la cobertura vegetal	Baja
Prevención-amortiguación de perturbaciones	Influencia de la estructura de los ecosistemas en la prevención de perturbaciones naturales	Protección frente a inundaciones por la cobertura vegetal Protección frente a la erosión en laderas sin vegetación y barrancos	Baja
Regulación hídrica	Regulación de la escorrentía y del flujo de caudal de agua Protección contra desastres naturales, riadas y sequías	Capacidad de retención del suelo en zonas sin vegetación Grandes tasas de evaporación por altas temperaturas en verano	Baja
		Aceleración del ciclo del agua y drenaje en cultivos de secano y regadío	Media
Disponibilidad hídrica	Filtrado y retención de agua dulce (acuíferos) Disponibilidad de agua para consumo	Almacenamiento de agua en la Reserva Balsas de agua con lluvia	Baja
Sujeción de suelo	Fijación de suelo por las raíces de la vegetación y por la microfauna edáfica	Mantenimiento de suelo cultivable en secano y en regadío Prevención de la erosión en suelo cultivado	Alta
		Sujeción de suelo en zonas sin vegetación y/o con pastoreo ovino.	Baja
Formación de suelo	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica	Mantenimiento de la productividad en zonas cultivadas de secano y regadío	Media
		Mantenimiento de la productividad natural en zonas arbustivas y forestales	Media
		Mantenimiento de la productividad natural en zonas sin vegetación	Baja
Regulación de nutrientes	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes	Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivos	Media
		Fertilidad del suelo	Baja

Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales de Navarra

Procesado de residuos	Papel de la vegetación y de la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos	Procesado de residuos orgánicos (restos de cultivo) por el ganado	Alta
		Capacidad de detoxicación por la cubierta vegetal Control de la contaminación por productos fitosanitarios Filtrado de aerosoles aéreos	Baja
Polinización	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales	Polinización de especies silvestres Polinización de cultivos	Alta
Dispersión de semillas	Papel de la fauna en la dispersión de semillas	Capacidad de dispersión de semillas por el ganado ovino	Alta
Control biológico	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas	Control de plagas Prevención de enfermedades Control de la herbivoría (control de daños a cultivos)	Media
		Distritos ganaderos	Alta
Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y a la flora silvestre	Mantenimiento de la biodiversidad Mantenimiento de las funciones básicas del ecosistema	Alta
		Exclusión de la presión humana para la fauna y flora silvestre Regulación de las actividades agrícolas (tiempos de siembras, cosechas, etc.)	Alta
Función de criadero	Hábitats adecuados para la reproducción	Distritos ganaderos Mantenimiento de especies (ganado ovino, fauna silvestre) favorecido por la agricultura Exclusión de la presión humana para la fauna y flora silvestre	Alta

También son importantes los servicios de polinización y de dispersión de semillas proporcionados tanto por las especies silvestres como por el ganado ovino. En Bardenas tiene especial importancia la polinización entomófila, ya que gran parte de las especies cultivadas necesitan este tipo de polinización. La polinización de especies silvestres tiene también gran importancia ya que de ella dependen las especies de la flora melífera, muy importante en Bardenas.

El futuro plan de distritos agrícola-ganaderos que se pretende instaurar contribuirá a regular la explotación de los recursos en Bardenas. Esta actuación va a suponer un servicio de control de los recursos, de plagas y enfermedades, y la reducción de la herbivoría por el control de daños a cultivos y a la vegetación natural.

Los ecosistemas bardeneros también proporcionan un servicio de función de refugio y reproducción, así como un servicio de provisión de espacios habitables a la fauna y a la flora silvestre. Esta función de refugio y criadero conlleva el servicio de mantenimiento de la biodiversidad. En Bardenas este servicio tiene especial interés por el número elevado de especies incluidas en diferentes catálogos y normativas. Las Bardenas Reales proporcionan también un servicio de mantenimiento de especies de explotación comercial (ganado ovino), favorecido



Fotografía 4. El Plano. Autor: Alejandro Urmeneta.

por el uso tradicional de la agricultura de año y vez. La regulación de las actividades agrícolas y ganaderas, prevista por la instauración de los distritos ganaderos, proporcionaría además un servicio de control biológico.

3.2. Funciones y servicios de producción

Las Bardenas Reales contribuyen, también de manera dispar, a las funciones y servicios de producción (Tabla 3). La zona tampón y, sobre todo, la zona de transición, son las zonas en las que se desarrollan la mayoría de las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que soportan la mayor parte de los servicios y funciones de producción. En esencia, la agricultura de secano proporciona grano y forraje para alimentación animal y la de regadío alterna producciones destinadas a la ganadería con vegetales para consumo humano. Los subproductos de toda esa



Fotografía 5. La Blanca Alta. Autor: Alejandro Urmeneta.

Tabla 3. Funciones y servicios de producción de los ecosistemas proporcionados por la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales (adaptado de De Groot, 2006).

Funciones de producción	Servicios de abastecimiento (provisión de recursos naturales)	Servicios específicos de los ecosistemas de la RB de Bardenas Reales	Intensidad del servicio
Biomasa vegetal y animal (alimentación humana y animal)	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles	Agricultura Ganadería Piensos	Alta
		Recolección de frutos silvestres Apicultura (miel) Especies cinegéticas (caza) Pesca	Baja
Biomasa vegetal y animal (materias primas)	Conversión de energía solar en biomasa para construcción y otros usos (tejidos, fibras, otros materiales)	Cuero	Media
		Lana Madera	Baja
	Energía	Combustibles vegetales Energía solar /eólica	Baja Alta
Recursos genéticos	Organismos vegetales y animales	Mejora genética de especies cultivadas y de ganado ovino	Alta
		Banco de semillas para conservación y reproducción de especies	Alta

actividad genera son la base del pastoreo extensivo, permitiendo la estancia del ganado y su alimentación. Los beneficiarios directos de estos servicios son los propios agricultores y ganaderos de los entes congozantes. Pero también se beneficia toda la sociedad, pues la ganadería proporciona excelente carne de ovino para la población de Navarra y alrededores. Las zonas húmedas proporcionan un servicio de abrevadero para el ganado. La función de producción de biomasa vegetal y animal contribuye paralelamente al mantenimiento de los recursos genéticos proporcionando un servicio de mejora genética de especies cultivadas y del ganado ovino.

Mención especial merece la creación de los distritos agroganaderos que pretende organizar la producción agrícola y ganadera en el espacio y en el tiempo según un sistema de rotación de cultivos. Aparece así como el régimen más adecuado desde los puntos de vista económico, social y ambiental, y se espera contribuya de manera determinante a mejorar las funciones y servicios de producción de los ecosistemas en las Bardenas. Este proyecto asegura un pastoreo continuo y secuenciado, durante la mayor parte del año, de un número de rebaños acorde a la demanda social; permite mantener la actividad ganadera y agrícola integrando ambos usos, y disminuye la incertidumbre que caracteriza actualmente su actividad. A su vez, favorece la conservación y mejora de los recursos naturales al minimizar el pastoreo en los pastos naturales, el incremento de la calidad agronómica de los suelos (fijación de nitrógeno, reciclaje de materia orgánica por heces, etc.), el aumento de la diversidad y calidad de hábitats y, consecuentemente, la de la fauna y flora asociadas.

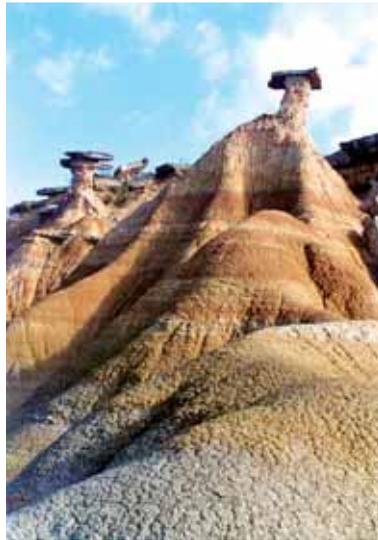
3.3. Funciones y servicios de información

Las zonas núcleo tienen especial interés desde el punto de vista de los servicios de información (estética, recreativa, cultural y artística, espiritual y religiosa, científica y educativa). De ellos, el servicio aportado por la estética del paisaje es un concepto muy subjetivo y depende directamente de la apreciación directa de cada observador. Desde el punto de vista estético o recreativo, en ellas se desarrollan actividades turísticas relacionadas con el senderismo. Desde el punto de vista artístico y cultural, estas zonas tienen gran interés paisajístico y estético, como demuestra su alta presencia en grabaciones publicitarias y cinematográficas. Las Bardenas también proporcionan un servicio de disfrute paisajístico, de caza y pesca recreativa, de relajación y disfrute y de satisfacción por la existencia de ecosistemas semidesérticos tan característicos.

Las características naturales de Bardenas, con un valor artístico y cultural elevado, también proporcionan un servicio de información artística y cultural. Además, existe una función de información histórica y oportunidades para el desarrollo del conocimiento histórico. Igualmente, disponen de una herencia e identidad cultural y de valores espirituales asociados al tipo de gestión de este territorio y a los usos tradicionales en agricultura y ganadería.

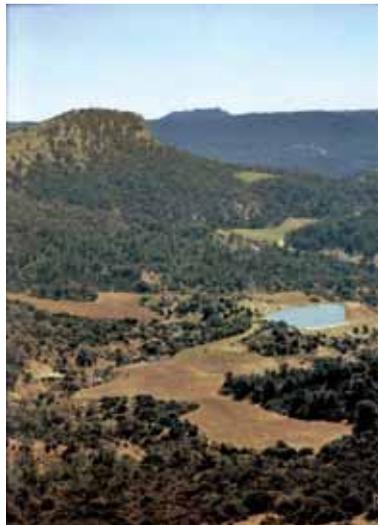
Tabla 4. Funciones y servicios de información de los ecosistemas proporcionados por la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales (adaptado de De Groot, 2006).

Funciones de información	Servicios culturales y oportunidades para el desarrollo del conocimiento	Servicios específicos de los ecosistemas de la RB de Bardenas Reales	Intensidad del servicio
Función estética y recreativa (bienestar psicológico)	Características estéticas de los paisajes	Disfrute paisajístico Caza y pesca recreativa Relajación y disfrute Satisfacción por la existencia de ecosistemas o especies determinadas	Alta
	Variedad de paisajes con uso recreativo potencial	Ecoturismo Estudio de la naturaleza	Alta
Información artística y cultural	Características naturales con valor artístico y cultural	Fotografía Películas Folclore Publicidad	Alta
Información histórica, espiritual y /o religiosa	Identidad	Conocimiento histórico, paleontológico, etnográfico, arqueológico Gestión tradicional	Alta
		Herencia e identidad cultural Valor espiritual asociado al lugar y a las tradiciones	Media
Educación ambiental e investigación científica	Oportunidades para el desarrollo del conocimiento	Educación ambiental Diseño de rutas autoguiadas Investigaciones bióticas y abióticas	Alta



Fotografía 6. Chimeneas. Autor: Alejandro Urmeneta.

Los ecosistemas de Bardenas proporcionan también un servicio para la realización de actividades de educación ambiental y de investigación científica, que suponen oportunidades importantes para el desarrollo del conocimiento y la educación ambiental de la población.



Fotografía 7. Las Caídas de la Negra. Autor: Alejandro Urmeneta.

3.4. Principales impactos y amenazas

Las condiciones naturales de muchos ecosistemas están cambiando rápidamente a causa de las actividades humanas. Estas actividades suponen cambios a diferentes escalas, local, regional y global, de modo que hoy en día gran parte de los ecosistemas terrestres presentan cierto grado de degradación o alteración, atribuible directa o indirectamente a causas humanas. El mayor número de impactos con repercusiones directas sobre los ecosistemas se produce a escala local. La tabla 5 recoge los principales im-

Tabla 5. Principales amenazas e impactos en la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales.

Impacto/amenaza	Causa	Efectos	Intensidad del impacto/amenaza
Pérdida de usos tradicionales agrícolas y ganaderos	Falta de relevo generacional Baja rentabilidad Reducción de ayudas económicas (PAC)	Abandono de tierras agrícolas Recolonización de la vegetación en suelos agrícolas abandonados	Alto
Contaminación difusa (regadíos)	Uso de elevadas cantidades de agua y fertilizantes	Eutrofización de las aguas	Medio
Erosión por actividades humanas	Pastoreo intensivo Laboreo agrícola	Pérdida de suelo	Medio
Turismo de naturaleza	Turismo masivo Escalada en cabezos y cortados Invasión de zonas frágiles y tierras cultivadas	Molestias a la fauna silvestre en épocas críticas de reproducción Erosión	Alta
Falta de sensibilidad ambiental	Utilización de cebos envenenados	Disminución de la población de alimoches y otras aves	Medio
Cambio climático	Temperaturas medias y régimen de precipitaciones alterados Cambios en el uso del suelo Ecosistemas situados en su límite ecológico o geográfico	Disminución de los servicios de refugio (procesos de migración) Producción agrícola (límite geográfico para la producción de cereal) y ganadera afectadas Expansión de especies invasoras y plagas Cambios en la dominancia, estructura y composición de las comunidades	Alto
Construcción de infraestructuras	Construcción de parques eólicos y tendidos eléctricos en zonas limítrofes Canal de Navarra	Riesgo para las aves Transformaciones en regadío Concentraciones parcelarias (eliminación de microelementos del paisaje para refugio o alimentación de la fauna y flora silvestre)	Media
Amenazas sociales	Ausencia de participación de la población en la gestión	Ausencia de proyectos de participación local (sería beneficioso la aplicación de la Agenda 21 para detectar intereses y sensibilidades)	Baja

pactos y amenazas en la Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales. Entre ellos hay que destacar la pérdida de usos tradicionales agrícolas y ganaderos a causa de la falta de relevo generacional, por sus duras condiciones de vida y rendimiento económico, cada vez más escaso. El turismo masivo acelera la degradación de las zonas sensibles, acelerando la erosión y provocando molestias a la fauna silvestre. El cambio climático también puede suponer una amenaza a largo plazo, sobre todo en los ecosistemas situados en su límite ecológico o geográfico.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessa, L., Kliskey, A. & Brown, G. (2008). "Social-ecological hotspots mapping: A spatial approach for identifying coupled social-ecological space". *Landscape and Urban Planning* 85: 27-39.
- Bennet, E.M. & Balvanera, P. (2007). The future of production systems in a globalized world. *Front Ecol Environ* 5: 191-198.
- Carpenter, S.R. (2002). Ecological futures: Building an ecology of the long now. *Ecology* 83: 2069-2083.
- Carpenter S.R. & 14 autores más. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 1305-1312.
- Daily, G.C. & Matson, P.A. (2008). Ecosystem services: From theory to implementation. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 9455-945.
- De Groot, R. (2006). "Function analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes". *Landscape and Urban Planning* 75: 175-186
- Egoh, B., Rouget, M., Reyers, B., Knight, A.T., Cowling, R.M., Van Jaarsveld, A.S. & Welz, A. (2007). "Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review". *Ecological Economics* 63: 714-721.
- Ewert, F., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Metzger, M.J. & Leemans, R. (2005). "Future scenarios of European agricultural land use: Estimating changes in crop productivity". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 101-116.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Island Press, Washington DC.
- Pergams, O.R.W. & Zaradic P.A. (2008). Evidence for a fundamental and pervasive shift away from nature-based recreation. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 2295-2300.
- Raymond, C.M., Bryan, B.A., Macdonald, D.H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A. & Kalivas, T. (2009). "Mapping community values for natural capital and ecosystem services". *Ecological Economics* 68: 1301-1315.
- Tallis, H., Kareiva, P., Marvier, M. & Chang, A. (2008). An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 9457-9464.
- Urmeneta, A. & Ferrer, A. (2009). La ganadería extensiva en ecosistemas semiáridos: Las Bardenas Reales, mil años de pastoreo y multifuncionalidad en la encrucijada. En: R.J. Reiné, O. Barrantes, A. Broca, C. Ferrer (coord.) "La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas". Sociedad española para el estudio de los pastos (ed.). ISBN 978-84-612-9337-7, págs. 415-438.

**LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA
DE CASTILLA Y LEÓN:
UNA OPORTUNIDAD FRENTE A LA
DESPOBLACIÓN**

R. Bilbao González y J. J. Díez Casero**

* Instituto de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid-INIA. Campus Yutera Edificio E, 204. 34071. Palencia.

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad autónoma de Castilla y León tiene una superficie de 94.223 km², y es la más extensa de España y de la Unión Europea. De esta superficie, más de la mitad corresponde a superficie forestal. Además, es una de las comunidades más despobladas, ya que sólo cuenta con 2.553.301 habitantes según el último censo, con una densidad de población de 26,57 habitantes/km². En esta situación, la comunidad cuenta con una gran cantidad de zonas despobladas o con una población muy escasa, y en contrapartida con una gran superficie conservada y protegida bajo diferentes figuras. En la actualidad, Castilla y León cuenta con 9 Reservas de la Biosfera, de las cuales 8 se encuentran en el norte, en la provincia de León, y una en el sur, en la provincia de Salamanca.

Las Reservas de la Biosfera del norte de Castilla y León presentan una gran similitud y continuidad geográfica, pudiendo considerarse en un sentido amplio parte de la gran Reserva cantábrica, éstas son:

- Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga.
- Reserva de la Biosfera de Valle de Laciana.
- Reserva de la Biosfera de Valles de Omaña y Luna.
- Reserva de la Biosfera de Los Argüellos.
- Reserva de la Biosfera de Picos de Europa (incluye territorio de León, Asturias y Cantabria).
- Reserva de la Biosfera de Babia.
- Reserva de la Biosfera de Los Ancares.

Al sur de Castilla y León, con una diversidad ambiental y de paisaje muy diferente al resto, se sitúa la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia.

En el presente documento se analiza la situación de las Reservas de la Biosfera de Alto Bernesga, Valle de Laciana, Valles de Omaña y Luna, Los Argüellos, Picos de Europa y Sierras de Béjar y Francia.

2. LOCALIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN

A continuación se describe brevemente la localización y zonificación de las Reservas de la Biosfera de Castilla y León anteriormente citadas. El territorio de la Reserva de la Biosfe-

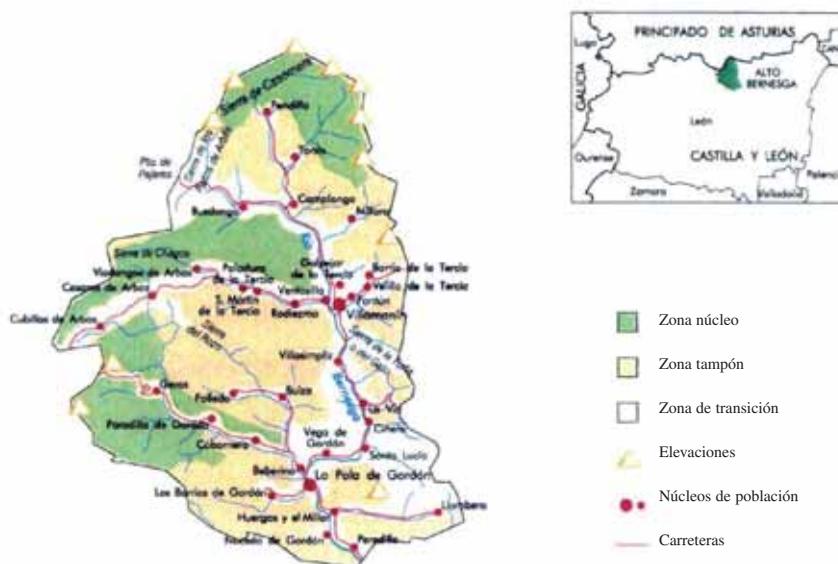


Figura 1. Situación de la Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga. Fuente: UNESCO. Comité español del Programa MaB, 2006. IGN.

ra del Alto Bernesga cuenta con una extensión de 33.442 ha y se encuentra surcado por el río que le da nombre, el río Bernesga. Este río nace en la Sierra de Casomera a unos 2.000 m de altitud y recibe las aguas de numerosos afluentes que dan lugar a varios valles hacia el sur con altitudes que oscilan entre los 1.000 m y los 1.500 m (Figura 1). Administrativamente, se encuentra localizada en la Provincia de León, y comprende dos municipios, La Pola de Gordón y Villamanán.

La Reserva de la Biosfera de Valle de Laciana fue proclamada el 10 de julio de 2003, comprende 21.700 ha, abarcando todo el término municipal de Villablino, con el que coincide, al norte de la provincia de León, limitando ya al norte y al este con Asturias. El Valle de Laciana pertenece además a la Mancomunidad “Montaña Occidental”, junto a los municipios de Cabrellanes, Murias de Paredes y Palacios del Sil (Figura 2; Tabla 1). La Reserva cuenta con cuatro zonas núcleo: Buzongo, Muxivén, Alto de Reciello y Barroso-Braña Ronda, que ocupan un total de 6.818 ha y representan el 31% de la Reserva. Es de destacar que se encuentran separadas y no hay continuidad entre ellas. La Zona Tampón es, con creces, la más amplia de la Reserva, y se extiende por 13.163 ha, conteniendo en su interior a las zonas núcleo y separándolas de la zona de transición. Representa el 61% de la Reserva. La Zona de transición ocupa 1.719 ha, el 8% de la Reserva. En ella se encuentran todos los núcleos de población, vías de comunicación, embalses explotaciones mineras y la estación de esquí de Leitariegos.

La Reserva de la Biosfera de los Valles de Omaña y Luna fue declarada el 29 de junio del 2005 y comenzó a funcionar a partir de Noviembre del 2008 gracias al proyecto de dinamización de la Reserva de la Biosfera cofinanciado por la Fundación Biodiversidad. Esta Reserva abarca un total de 81.159 ha de seis municipios: Los Barrios de Luna, Soto y

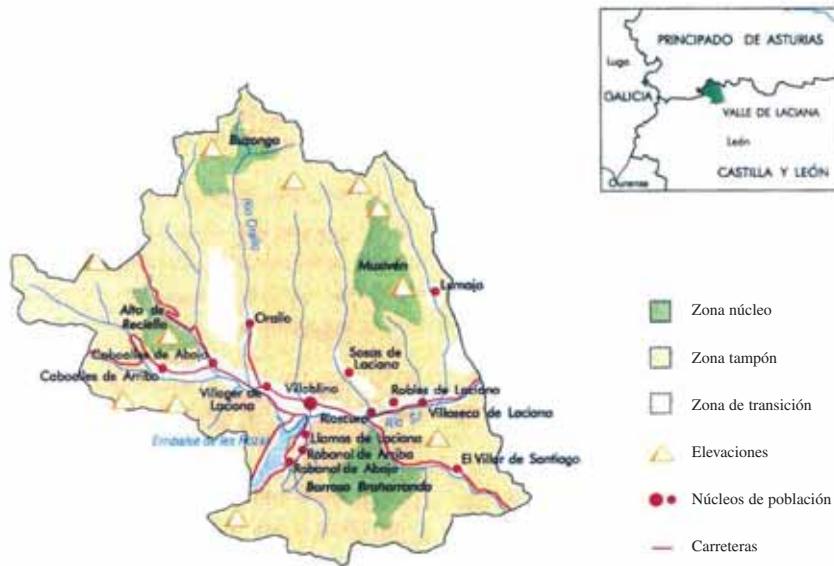


Figura 2. Situación de la Reserva de la Biosfera de Valle de Laciana. Fuente: UNESCO. Comité español del Programa MaB, 2006. IGN.

Tabla 1. Distribución de la superficie en la Reserva de la Biosfera de Laciana. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Superficie en ha	% Superficie
Zona núcleo	6.818	31
Zona Tampón	13.163	61
Zona de transición	1.719	8
Total	21.700	100

Amío, Murias de Paredes, Riello, Sena de Luna y Valdesamario (Figura 3; Tablas 2, 3 y 4). La mayoría de la superficie de la Reserva corresponde a la zona tampón. Las zonas de transición incluyen los núcleos de población, las vías de comunicación y las actividades más intensivas, así como el embalse de Barrios de Luna, que es uno de los más importantes de la Cuenca del Duero.

La Reserva de la Biosfera de Los Argüellos ocupa un total de 33.260 ha, repartidas entre los términos municipales de Cármenes, Vegacervera y Valdegulero (Tablas 4 y 5; Figura 4). La zona núcleo abarca el 17% de la Reserva, extendiéndose por 5900 ha. En ella se encuentran los lugares de mayor interés medioambiental, como las cuevas de Valporquero o las Hoces de Vegacervera. La zona tampón es la más extensa, ocupando 24.853 ha, 74% de la Reserva, y englobando a las zonas núcleo, a las separa de las zonas de transición. La zona de

Reservas de la Biosfera de Castilla y León



Figura 3. Situación Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna. Fuente: UNESCO. Comité español MaB, 2006. IGN.

Tabla 2. Zonificación Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna.

Fuente: Elaboración propia.

	ha	%
Zona núcleo	15.754,1	19,4
Zona tampón	60.041,5	74,0
Zonas de transición	5.363,7	6,6
Total	81.159,3	100

Tabla 3. Distribución de la población por municipios.

Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna.

Fuente: Elaboración propia.

Los Barrios de Luna	317
Murias de Paredes	530
Riello	761
Sena	402
Soto y Amío	989
Valdesamario	218
Total	3.217

Tabla 4. Superficie de la Reserva de la Biosfera de Los Argüellos por municipios.
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Superficie en ha	%
Cármenes	15.422	46,370798
Vegacervera	3.489	10,490709
Valdegulero	14.347	43,138493
Total	33.258	100

Tabla 5. Zonificación Reserva de la Biosfera de Los Argüellos.
Fuente: Elaboración propia.

Zonificación	Superficie en ha	% de superficie
Zona núcleo	5.900,2	17,74
Zona Tampón	24.853,3	74,72
Zona de transición	2.506,5	7,53
Total	33.260	100,00

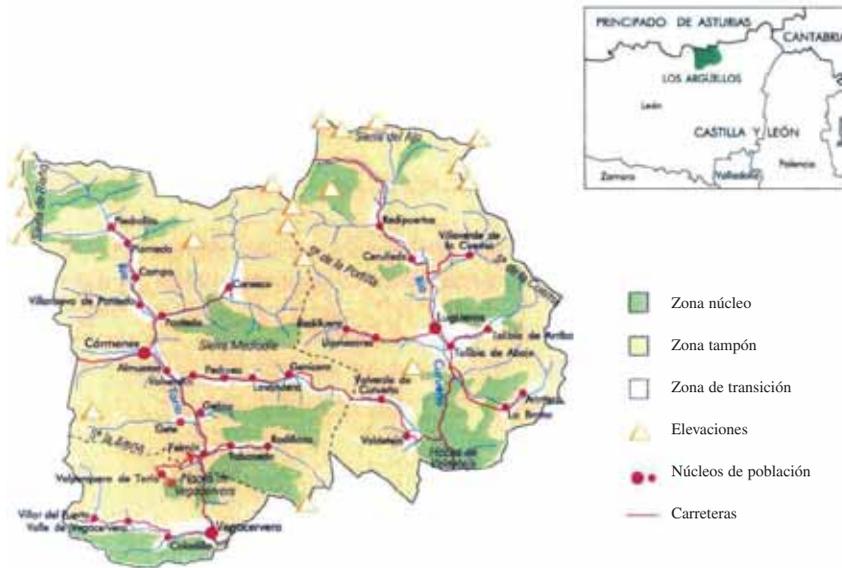


Figura 4. Reserva de la Biosfera de Los Argüellos. Fuente: UNESCO. Comité español MaB. IGN.

Reservas de la Biosfera de Castilla y León

Tabla 6. Población de la Reserva de la Biosfera de Los Argüellos.
Fuente: Padrón 2008.

	Población	%
Cármenes	417	34,24
Vegacervera	342	28,08
Valdelugueros	459	37,68
Total	1.218	100,00

Tabla 7. Zonificación de la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa.
Fuente: Elaboración propia.

Zonificación	Superficie en ha	%
Zona núcleo	17.364	27
Zona tampón	45.545	71
Zona de transición	1.406	2
Total	64.315	100

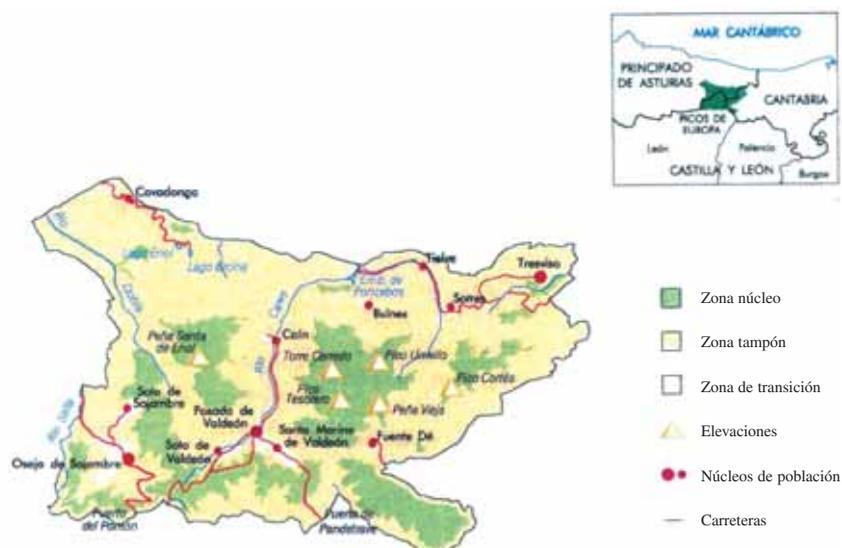


Figura 5. Reserva de la Biosfera de Picos de Europa. Fuente UNESCO. Comité español del programa MaB. IGN.

transición ocupa el 7% de la Reserva, 25.065 ha. En ella se encuentran los núcleos de población (Tabla 6) y las vías de comunicación, y es donde se realizan las actividades humanas de la Reserva.

La Reserva de la Biosfera de Picos de Europa coincide exactamente con el Parque Nacional del mismo nombre, dentro de la cordillera Cantábrica. El parque se formó cuando el Parque Nacional de La Montaña de Covadonga, primer parque nacional español, fue ampliado en 1995. La declaración de Reserva de la Biosfera por parte de la UNESCO ocurrió en 2005. Tiene un total de 64.315 ha (Tabla 7; Figura 5). De ellas, 17.364 ha, el 27% de la Reserva, corresponden a las zonas núcleo, donde se encuentran las zonas más delicadas y de mayor interés medioambiental. Por otra parte, 45545 ha, el 71% de la Reserva, forman la zona tampón, que envuelve a las zonas núcleo y las de transición. Finalmente, la zona de transición se reduce a tan solo 1406 ha, el 2% de la Reserva. En ella se encuentran los núcleos de población (Tabla 8), las vías de comunicación y los puntos de mayor presión turística. Esta zonación, con un peso tan reducido de la zona de transición y tan elevado de las zonas núcleo y tampón, no es si no el reflejo de la política que condiciona la Reserva. Al estar declarada Parque Nacional, prácticamente cualquier actividad está supeditada a la conservación, lo que reduce en gran medida los usos humanos del territorio.

Administrativamente, la Reserva se encuentra formada por diez municipios, de los cuales tres están incluidos en la Reserva por completo y el resto solo en parte. Es de destacar lo peculiar de la situación de la Reserva, al estar formada por diez municipios de tres comunidades autónomas y tres provincias diferentes, Asturias, Cantabria y León, en Castilla y León.

Debido a encontrarnos en una Reserva de la Biosfera declarada Parque Nacional, con tan solo tres municipios dentro de la Reserva por completo y con muy pocos habitantes, las presiones sobre ésta de los sectores más tradicionales son muy escasas.

Tabla 8. Superficie por municipios en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa.
Fuente: Elaboración propia.

Municipio	Superficie en la Reserva (ha)	% superficie
Amieva (Asturias)	4.000	6.19
Cabrales (Asturias)	10.801	16.70
Cangas de Onís (Asturias)	7.119	11,01
Onís (Asturias)	2.447	3,78
Peñamellera Baja (Asturias)	193	0.30
Camaleño (Cantabria)	10.140	15.68
Tresviso (Cantabria)	1.620	2.51
Cillórgo de Liébana(Cantabria)	3.621	5.60
Oseja de Sajambre (León)	8.155	12.61
Posada de Valdeón (León)	16.564	25.62
Total	64.660	100



Figura 6. Mapa de localización de la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia. Fuente ASAM.

La Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia se encuentra en el Sur de la provincia de Salamanca, y abarca 88 municipios en las Sierras del mismo nombre que se extiende de este a oeste en el límite de esta provincia y la de Cáceres (Figura 6). Abarca un total de 199.140 ha, siendo una de las más grandes de España (Tabla 9; Figura 7).

La zona núcleo queda repartida por todo el territorio ocupando una superficie total de 24.384 ha. Engloba los lugares de mayor interés de la Reserva, y no suele ser transitada por el hombre ni soporta actividades con gran impacto. En su interior no hay núcleos de población. Las zonas tampón se encuentran rodeando a la zona núcleo, y tampoco existe ningún núcleo de población en su interior, aunque son zonas permanentemente transitadas por el hombre, ya que es donde se realizan las principales actividades económicas, que son la ganadería y la agricultura. Esta zona también alberga la mayor parte de los aprovechamientos forestales y las zonas de caza. Por último, la zona de transición contiene todos los núcleos de población de la Reserva, vías de comunicación, embalses y demás infraestructuras.

Tabla 9. Zonificación de la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia. Fuente: ASAM.

Zonación	ha	%
Zonas núcleo	24.384,71	12,24
Zonas Tampón	113.196,86	56,84
Zonas de Transición	61.558,71	30,91
Total	199.140,28	100,00

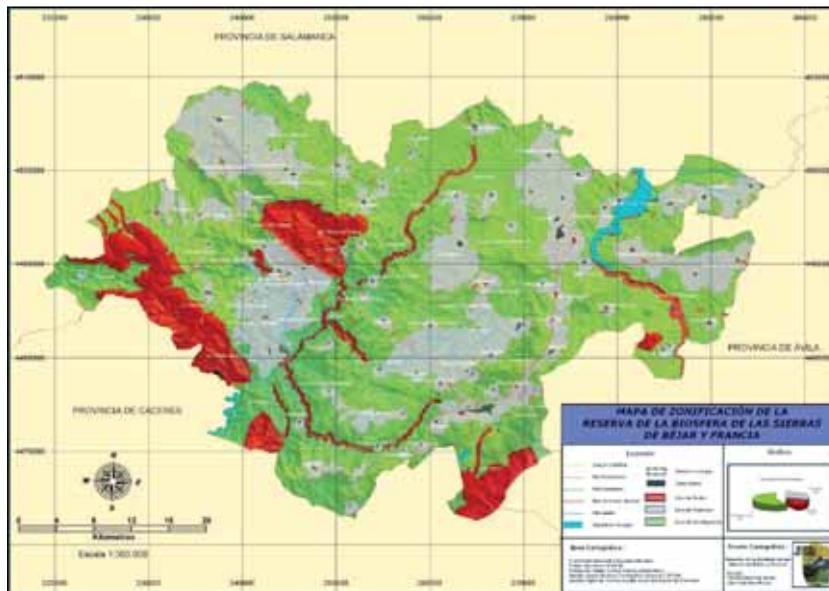


Figura 7. Mapa de zonificación. Fuente ASAM.

3. AGRICULTURA Y GANADERÍA EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN: CRISIS DE LOS USOS TRADICIONALES Y ABANDONO

Tradicionalmente, la agricultura y la ganadería han sido los elementos que más han influido en la configuración del territorio habitado por el hombre. Las Reservas de la Biosfera de Castilla y León no han sido ajenas a esta influencia, aunque en la actualidad estas actividades tengan una menor importancia, habiendo llegado incluso a desaparecer en algunos lugares ante la imposibilidad de competir con la agricultura comercial más tecnificada. Mientras que en algunos lugares permanecen pequeñas explotaciones, a veces limitadas al autoconsumo, en otros la ausencia de población ha llevado a un abandono total, con los consiguientes cambios en el paisaje que, poco a poco, son patentes. Esta situación es muy similar en todas las Reservas, con algunas peculiaridades menores.

En la Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga, el ganado ovino se aprovechaba, tradicionalmente, mediante trashumancia, acudiendo a los puertos en verano, usándolos como estivaderos, mientras que el ganado bovino, más delicado, solía aprovechar los fondos de los valles. La agricultura en la actualidad tiene un carácter marginal dentro del territorio de la Reserva. Esto se debe a lo abrupto del relieve y a la dureza del clima. Así, la producción agraria suele ser o para autoconsumo, en forma de pequeñas huertas, o para aprovechamiento ganadero, ya sea mediante pastos a diente, henificación, ensilado o cultivos destinados a alimentar al ganado. En los últimos años se ha ido produciendo un descenso del número de explotaciones, debido al progresivo abandono del campo y al retiro de las personas de mayor edad. En muchos casos, el abandono de estas explotaciones ha ocasionado el aumento de superficie de

otras, debido a su adquisición por parte de otros agricultores: Los pastizales de alta montaña han sido tradicionalmente pastoreados por ganados trashumantes de ovejas, de raza churra y merina, mientras que los valles han servido de pasto para el ganado vacuno de raza parda alpina y raza frisona. El pastoreo es el principal responsable de la variada configuración florística existente en los prados, las vegas y pastizales de montaña, ya que fomenta la regeneración y rebrote de muchas especies herbáceas, cuya conservación depende directamente de este aprovechamiento. Además, el pastoreo evita la entrada de especies invasivas mediante una correcta gestión de éste. Sin embargo, la ganadería extensiva está tendiendo a reducirse en la actualidad y los pastizales de alta montaña están viéndose perjudicados por la situación de abandono, con el riesgo asociado de su desaparición y con ello su flora alpina y sus especies endémicas, ya que necesitan del ganado para adquirir una cobertura tupida y poder regenerarse. Es de destacar que poco a poco, al igual que en otras zonas del norte de la región, se está introduciendo ganado caballar para producción de carne, lo que puede ser una excelente alternativa de futuro para muchas explotaciones.

En la Reserva de la Biosfera de Valle de Laciana, la agricultura es un sector marginal, estando claramente supeditado a la ganadería. Así, la mayor parte de la superficie agrícola corresponde a pastizales, quedando una parte residual que se utiliza como huertas para autoconsumo. Dentro de la Reserva de la Biosfera del Valle de Laciana existen varias explotaciones apícolas repartidas por todo el municipio, estando recogidas en el registro de explotaciones apícolas de Castilla y León. Se trata en todos los casos de explotaciones de pequeño tamaño, aunque algunas de ellas realizan comercialización de la miel, como la empresa Miel el Cornón, de Lumajo, que cuenta con más de 500 colmenas. Este sector se ve afectado ocasionalmente por los ataques a colmenas por parte de osos, siendo este un tema que puntualmente causa pequeños problemas en la Reserva.

Por otra parte, aunque el sector ganadero tiene un peso pequeño en la economía laciana (apenas el 2% de la población activa), es un sector importante en cuanto tiene una destacable repercusión en el territorio. Así, se conservan aún más de 1.400 hectáreas de prados (el 6% del territorio) en los principales fondos de valle y en el entorno de las brañas. Estos prados son aprovechados por el ganado (vacuno principalmente, aunque el equino está aumentando considerablemente) y son muy característicos dentro del paisaje comarcal. Suponen un espacio importante para el ecosistema, puesto que constituyen un hábitat favorable para muchas especies y ayudan a conservar la biodiversidad. Los prados son regados mediante presas que recorren el borde superior de los fondos de valle y muchas laderas de los valles de montaña.

La cabaña ganadera en el municipio supera las 3.500 unidades de ganado, en su mayor parte bovino, y como en las otras Reservas, con un creciente peso del ganado equino. El ganado ovino, que fue muy relevante en toda la zona, con presencia de grandes rebaños trashumantes, ha quedado muy reducido en la actualidad. Existe una asociación de ganaderos de carne de vacuno en extensivo, que ha dado origen a la cooperativa “Montañas de León” que impulsa el sector en Laciana.

La ganadería ha sido también una actividad tradicional en la Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna. Sin embargo, debido a la despoblación, la actividad ha decaído mucho en los últimos años. Esto provoca que, en la actualidad, los pastos sean abundantes, y solo se aprovechen los más cercanos a los núcleos de población, por pura comodidad. El aprovechamiento

ganadero prácticamente no tiene ningún impacto en las zonas núcleo, al desaparecer aquí las ovejas, poco en las zonas tampón, donde el aprovechamiento es escaso, y algo mayor en las zonas de transición, donde se concentra la población y los pastos de siega. No obstante, esta presión no es actualmente excesiva, y es suficiente para mantener el paisaje.

Dentro de la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia, al igual que en muchos otros lugares de España, se ha venido produciendo un progresivo abandono del campo. Es importante tener en cuenta que en la Reserva es más importante la ganadería que la agricultura, estando ésta, en general, supeditada a la primera. Esto se debe a lo abrupto del terreno en algunas zonas. Aunque hay cultivos muy especializados como el cerezo, o el olivo en laderas, es de destacar que poco a poco, los cultivos menos productivos realizados en bancales, están siendo abandonados. Estas explotaciones no resultan actualmente rentables en una agricultura cada día más tecnificada, donde la competencia comercial es cada día mayor. Hay que pensar además que muchos de estos cultivos no tienen sentido agronómicamente, aunque fueron establecidos en tiempos en los que la necesidad era mucho mayor que ahora, siendo necesario aprovechar cada palmo de terreno. Constituye un reto para la Reserva la sustitución en el futuro de estos cultivos en bancales por vegetación arbórea, ya que es fundamental su mantenimiento para evitar la erosión.

Es de destacar que, aunque la ganadería es estrictamente necesaria para el mantenimiento de un sistema como la dehesa, que ocupa gran parte de la Reserva, ésta no deja de presentar algunos problemas. Por una parte, la regeneración de la dehesa requiere un correcto manejo del ganado y el acotamiento de grandes extensiones de terreno durante periodos más o menos largos de tiempo. Por otra, no se puede olvidar que en esta comarca se concentran algunas de las industrias chacineras de más prestigio de España, como ocurre en la localidad de Guijuelo. Esto ocasiona problemas de tratamiento de residuos, que deberán de ser vigilados y afrontados para evitar daños al medio ambiente.

En cuanto al sector forestal, la producción de madera no es muy importante, aunque tradicionalmente la leña de encina y roble ha sido muy apreciada. No obstante, en la actualidad hay 6 aserraderos en la Reserva. Es destacable la existencia de repoblaciones de pinos y eucaliptos, aunque actualmente las actividades selvícolas se encuentran bastante paralizadas y el sector poco activo. Esto eleva la susceptibilidad de estas plantaciones a incendios.

4. LA CAZA Y PESCA COMO POSIBILIDADES DE DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN

En todas las Reservas de la Biosfera de Castilla y León (salvo en Picos de Europa) hay un aprovechamiento cinegético y piscícola más o menos importante. Hay numerosos cotos de caza, menor y mayor, y de pesca, así como Reservas de Caza. La caza y la pesca bien gestionadas, pueden ayudar a un correcto mantenimiento de los montes y ríos, así como de las especies que viven en ellos, y constituyen un reclamo turístico importante, que pueden ayudar al desarrollo de estas comarcas.

En la Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna hay 42 cotos de caza, tanto menor como mayor, tanto en zonas núcleo, como tampón o de transición. En cuanto a los cotos de pesca, hay 5,

repartidos por los ríos Omaña, Luna y Valdesamario. El resto de los tramos son libres. Actualmente no parece que estas dos actividades estén causando problemas graves en la Reserva.

Otra Reserva donde la caza tiene gran importancia es la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia. Dentro de ella hay 131 cotos de caza mayor, menor, y de caza mayor con aprovechamiento secundario de caza menor. Además, en la Reserva también se encuentra la Reserva Regional de Caza de las Batuecas, declarada en 1973.

En las restantes Reservas hay cotos de caza, pero de menor importancia, siendo ésta una actividad inexistente en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa, al ser también Parque Nacional.

5. LA MINERÍA, UN DESAFÍO PARA LA RELACIÓN ENTRE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO

Tradicionalmente, la minería ha tenido una gran importancia en el norte de Castilla y León, especialmente la minería del carbón. Durante casi siglo y medio ha sido el motor económico del norte de las provincias de León y Palencia, atrayendo a numerosos habitantes desde otros núcleos rurales y zonas deprimidas. Esta minería alimentó a los trenes de vapor, los grandes complejos siderúrgicos e industriales del norte de España, y finalmente, a las grandes centrales térmicas de carbón que, aún hoy, funcionan en estas comarcas o en sus proximidades, como las de La Robla, Compostilla, Ancares o Velilla del Río Carrión. Así pues, no es de extrañar la gran huella que esta actividad ha dejado en muchos territorios, no solo en el paisaje, sino también en la arquitectura y la cultura de muchos pueblos. Sin embargo, paradójicamente, casi desde sus comienzos la minería española del carbón ha sido un sector en crisis, tanto por motivos técnicos como por la competencia del carbón extranjero. Esto ha llevado a continuas situaciones de incertidumbre sobre el sector, y a numerosos conflictos entre diferentes grupos.

La minería es, quizás, la actividad económica que más importancia tiene en la Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga. No sólo da trabajo a personas que viven en las poblaciones de la Reserva, sino que incluso atrae a gente de fuera que trabaja en la industria extractiva, ya sea tanto directa como indirectamente. Además de tener una gran importancia económica es también fuente de continuas polémicas, y no se puede obviar su gran impacto sobre el territorio.

Las extracciones que se realizan son de dos tipos: 1) minería de carbón, tanto a cielo abierto como de interior, y 2) canteras de roca ornamental. El carbón se extrae en la mina de Santa Lucía, por parte de la empresa Hullera Vasco-Leonesa. La extracción se realiza fundamentalmente a cielo abierto, con parte de la explotación de interior. La producción de roca ornamental se realiza en varias canteras repartidas por los dos municipios que forman parte de la Reserva. Las canteras que se encuentran activas son las de “Carrozal”, junto a Camplongo, la de Millaró, la de Formigoso, una cantera en La Pola de Gordón y tres más entre la Vid y Ciñera. En Villamanín, existe una cantera de “caliza lajosa” en Villanueva de la Tercia. También hay una antigua cantera en Arbas del Puerto de piedra caliza “griotte” de color rojo cereza y nodulación ornamental con la que se restauró la Torre del Reloj de la Catedral de León. En el municipio de La Pola de Gordón, antes de llegar a Vega de Gordón, está la cantera de roca ornamental “La Granda”, en la que se extraen tres tipos de caliza: roja griotte, gris alba y negro montaña. En Ciñera también hay una cantera de cuarcita, “Cantera Fuentes”, que se encuentra situada en el paraje de La Gotera.

Las canteras y explotaciones a cielo abierto crean un impacto ambiental y paisajístico muy importante. Además, requieren de otras infraestructuras como escombreras, para nada deseables en una Reserva de la Biosfera. No obstante, no se puede obviar la importancia de estas actividades en una zona con grandes problemas de desempleo y pérdida de población, actividades que, por otra parte, han marcado la vida de la comarca durante más de un siglo. Así pues, las soluciones a toda la problemática que conllevan estas actividades tienen que pasar por el equilibrio y la sostenibilidad, tratando de no comprometer a las generaciones futuras sin por ello terminar con el modo de vida de los habitantes de la Reserva.

Quizás aun más que en la Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga, la industria derivada de la explotación del carbón es el principal sector en la economía del Valle de Laciana. Desde principios del siglo XX, que comienzan las primeras explotaciones de gran tamaño, la minería fue adquiriendo un mayor peso en la economía del valle hasta convertirse en un monocultivo dentro de la comarca. La dependencia de este sector es clara, aunque se ha ido reduciendo ligeramente por el incremento de la importancia del sector servicios.

La dependencia de este sector económico queda patente en el hecho de que la evolución de la población municipal ha corrido pareja con los vaivenes de esta actividad. Así, la crisis del carbón y el cambio del sistema de explotación desde la minería de interior hacia otra más rentable, como son las explotaciones a cielo abierto (con la consiguiente pérdida de empleos) se tradujo en una importante crisis económica y, sobre todo, demográfica de la comarca (Figura 8).

En la actualidad, la minería sigue siendo el sector más importante en Laciana. El empleo está ligado en su mayor parte a la empresa Coto Minero Cantábrico (antes MSP) que es la que tiene mayor actividad y mayor volumen de empleo, contando con unos mil empleados en Laciana y zonas próximas. Existen otras dos empresas mineras Uminsa e Hijos de Baldomero García aunque de menor importancia. Las explotaciones a cielo abierto de la comarca, Fon-

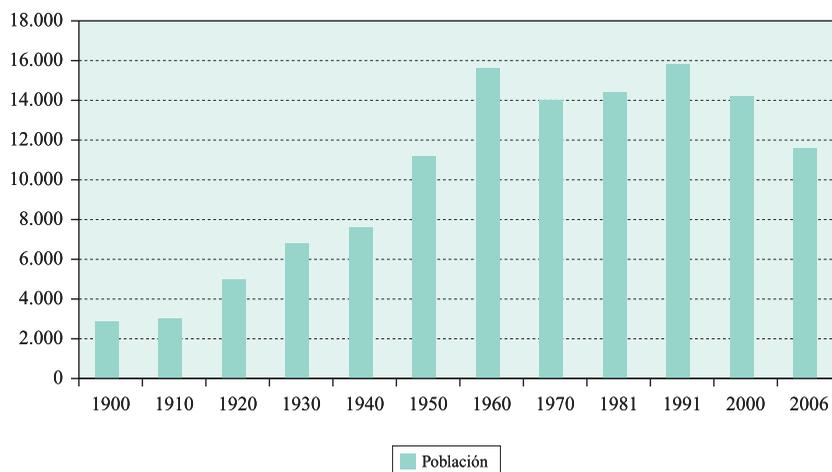


Figura 8. Evolución de la población en el término municipal de Villablino. Fuente: Fundación Valle de Laciana.

fría y Feixolín (en recuperación) y fuera de ella, Coto Cortés (Degaña) y Carrasconte (Cabrilanes), junto con las explotaciones de minería de interior de La Escondida, Feixolín, Calderón y San Miguel, son las aéreas dónde se desarrolla esta actividad.

En estos momentos existe una gran incertidumbre en la comarca sobre el futuro de la minería y un intenso debate sobre la importancia que debe seguir teniendo en la economía local. Por otra parte, las explotaciones a cielo abierto, aunque más rentables económicamente, tienen un impacto ambiental notable, lo que genera protestas de los colectivos ecologistas. El problema es difícil de resolver, puesto que es el principal mantenedor del empleo y, al menos a día de hoy, no existen alternativas económicas a corto plazo que puedan conseguir fijar la población existente dentro de la Reserva de la Biosfera, que supera los 10.000 habitantes. Esto origina grandes conflictos, y la disyuntiva empleo o medioambiente. Gran parte de la población de la Reserva depende del sector, que sin él perdería aún más demográficamente. Sin embargo, la minería y las explotaciones a cielo abierto son, sin duda la mayor amenaza para la Reserva. Ha habido numerosos problemas los últimos años por las diferentes solicitudes de ampliaciones de cielos abiertos, restauraciones, órdenes de cierre, y numerosos juicios. La tensión creada por el sector es latente en la Reserva.

La minería extractiva de carbón y de mercurio fue en su día muy importante en la actual Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna, con numerosas explotaciones, las cuales cesaron en su actividad en la década de los 80. Actualmente no hay ningún tipo de explotación minera en la zona.

6. LAS INFRAESTRUCTURAS Y SU IMPACTO SOBRE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN

Las infraestructuras tienen siempre un impacto en su entorno, que puede variar según el tipo, tamaño y posibles medidas correctoras tomadas. En las Reservas de la Biosfera de Castilla y León destacan dos tipos de infraestructuras: los embalses, de diversa entidad, y las grandes obras de comunicación, entre las que destacan la A-66, que atraviesa tres de las Reservas, o la línea de alta velocidad de Palencia a Oviedo.

La Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga es atravesada por las dos principales vías de comunicación que unen la meseta con Asturias: El nuevo tren de alta velocidad (AVE) y la autopista A-66. También la cruzan el antiguo trazado ferroviario por el Puerto de Pajares y la N-630. Estas vías tienen un elevado impacto paisajístico, y actúan de barreras para la fauna. Sin embargo, no se puede negar su papel en la estabilización de la población de la Reserva, al comunicarla con facilidad con grandes núcleos de urbanos. Es de destacar que la Reserva se encuentra amenazada por la construcción de una posible línea de alta tensión entre Sama y Vellilla del río Carrión.

Dentro de la Reserva de la Biosfera del Valle de Laciana no hay grandes infraestructuras, siendo quizás las más destacables los embalses. Destaca el embalse de Las Rozas. Este embalse es el mayor de la comarca, anegando la zona más baja del municipio y tiene unas dimensiones de 160 hectáreas y un volumen de 165 hm³. Por otra parte, existe otro embalse de pequeñas dimensiones en el río Bayo, a la altura de El Villar de Santiago. Respecto a las infraestructuras viarias, no hay ninguna gran vía de comunicación de primer orden que atraviese



Fotografía 1. Puente ingeniero Carlos Fernández Casado sobre el Embalse de Barrios de Luna. A-66. Autor: Raúl Bilbao González.

la Reserva, siendo la vía de comunicación más importante la CL-626. A esto hay que añadir la existencia de un ferrocarril de uso minero que recorre cinco kilómetros por la comarca, más de la mitad de ellos a través de un túnel.

La Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna alberga en su interior dos importantes infraestructuras, el embalse de Barrios de Luna y la Autopista que une la meseta con Asturias. Ambos tienen un fuerte impacto paisajístico. El embalse está teniendo también efectos positivos, al servir de hábitat a determinada fauna acuática. Asimismo, alberga instalaciones recreativas, como un club náutico. Por otra parte, la autopista puede suponer una gran barrera para la fauna, y tener un efecto contaminante desconocido (Fotografía 1).

A diferencia de otras zonas de la Montaña Leonesa, Los Argüellos no albergan actualmente en su interior ninguna infraestructura de importancia. Sin embargo, la zona se encuentra amenazada por uno de los posibles trazados de la línea de alta tensión Sama-Velilla del Río Carrión, que pudiera aprobarse para abastecer la futura estación de esquí de San Glorio (si esta llegara a construirse) y que pasaría por Valdelugeros.

La vía de comunicación más importante que atraviesa la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia es también la A-66, conocida como ruta de la plata, que une Gijón con Sevilla y cruza la Reserva de norte a sur. Esta Reserva se ve afectada por varios grandes embalses, Navamuño, Santa Teresa y la cola del de Gabriel y Galán. Sin duda alguna, es el de Santa Teresa el que causa un mayor impacto en el territorio, por la gran cantidad de superficie inundada, configurando una unidad paisajística particular. Ninguna de estas obras es reciente, y no cuentan con estudios de caudales ecológicos ni escalas para peces. Como efecto positivo se podría destacar que, sobre todo el embalse de Santa Teresa, sirve para deportes acuáticos y como zona de esparcimiento, y pueden ser aprovechados para la pesca.

7. LA POBLACIÓN EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN: UNA ASIGNATURA PENDIENTE

Las Reservas de la Biosfera de Castilla y León sufren, en general, un elevado problema de despoblación. Así, a diferencia de otros lugares, la población no supone una amenaza para las Reservas, sino que el problema a resolver es la falta de población. Es de esperar que la figura de “Reservas de la Biosfera” pueda ser utilizada para atajar este problema.

La Reserva de la Biosfera de Alto Bernesga comprende dos municipios, La Pola de Gordón y Villamanín, acogiendo en el primer caso a 4.142 habitantes y en el segundo a 1.111. Durante las últimas décadas, al igual que muchas otras zonas rurales, la comarca ha experimentado un gran declive poblacional, ligado al éxodo del campo a la ciudad en busca de nuevas oportunidades laborales. Sin embargo, en los últimos años, este declive se ha frenado en gran medida en la zona. Esto se debe a varios factores: la edad de los actuales residentes (los que se podían ir, ya se fueron), la mejora de las comunicaciones y la relativa proximidad a León de la Reserva. Estos dos últimos factores han permitido que gente joven vuelva de nuevo a poblar la Reserva (“los neorrurales”), sobre todo sus núcleos principales, al tener facilidad de acceso a muchos y buenos servicios.

En cuanto al Valle de Laciana, es de destacar que, a diferencia de otras Reservas de la Biosfera, tiene una población bastante elevada, de casi 15.000 habitantes. Todos los núcleos de población se encuentran en la zona de transición, y casi la mitad de los habitantes se concentran en Villablino.

Dentro de la Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna la población se encuentra repartida en seis municipios, y es de solo 3.217 habitantes, y en descenso. Además, se concentra toda en núcleos de población dentro de la zona de transición. Como ya se señaló anteriormente, la población, más que una amenaza para el entorno, es un problema en sí mismo, ya que uno de los objetivos de las Reservas de la Biosfera es contribuir a la fijación de la población (véase la Tabla 3).

La distribución de la población en los distintos municipios es muy desigual, concentrándose la mayor parte en el Ayuntamiento de Soto y Amío, en concreto en la localidad de Canales-La Magdalena, ya que esta entidad local cuenta con la mayoría de los servicios, como entidades bancarias, centro de salud, comercios, etc.

En una situación similar a la Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna se encuentra la Reserva de la Biosfera de Los Argüellos, la despoblación es todo un problema. En todo el terri-

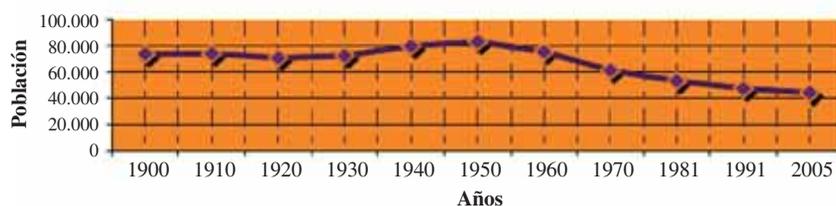


Figura 10. Evolución de la población en la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia. Fuente ASAM.

torio de la Reserva sólo hay 1.218 habitantes. Además, esta población es, en la mayoría de los casos, de avanzada edad (véase la Tabla 6). Así pues, la Reserva puede acoger sin problemas a muchos más habitantes, y es necesaria una política que frene la despoblación. Quizás el desarrollo de nuevas actividades relacionadas con el turismo pueda atraer a nuevos habitantes jóvenes a la zona.

Al igual que la gran mayoría de las zonas rurales españolas, la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia ha sufrido un acusado descenso de población durante todo el siglo XX. Éste ocurrió sobre todo a partir de los años 50, habiéndose estabilizado los últimos años por falta de individuos que emigren. (Figura 10). En la actualidad, el descenso es menos marcado, pero al igual que en las demás Reservas de la Biosfera de Castilla y León, la despoblación es uno de los mayores problemas.

8. EL TURISMO: UNA OPORTUNIDAD PARA LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN

El turismo es una actividad con gran potencial en las Reservas de la Biosfera de Castilla y León. Éstas pueden ofrecer a los habitantes de las grandes ciudades descanso y relajación, además de interés histórico o natural. Promover un turismo sostenible puede, en parte, ayudar a frenar la despoblación de las Reservas, y contribuir a su economía.

En la Reserva de la Biosfera de Valle de Laciana, el motor de la actividad turística es la estación de esquí de Leitariegos. La estación se ubica en el llamado Cueto de Arbás, el primer pico de más de 2.000 m de la Cordillera Cantábrica, recorriéndola de oeste a este. La estación cuenta en su base con un pequeño hotel y en un radio de 35 kilómetros están disponibles más de 1.000 plazas hoteleras. Durante la temporada 2008 / 2009, la estación registró unos 90.000 visitantes. Es una de las estaciones más pequeñas de España, y por consiguiente su impacto es relativamente limitado, aunque no nulo. Esto debería tenerse muy en cuenta ante futuras ampliaciones. Dentro de la Reserva de la Biosfera hay al menos once casas rurales, dos hoteles, siete hostales, seis pensiones y otros siete alojamientos rurales, además de un camping y tres albergues. No sería de extrañar la presencia de algún otro alojamiento rural o casa rural sin registrar, algo común en este tipo de turismo, sobre todo cuando se trata de viviendas de particulares. En cuanto a la oferta de restauración, existen al menos 32 mesones o restaurantes en el Valle de Laciana.

En la Reserva de la Biosfera de Omaña y Luna hay una incipiente actividad turística, ligada al senderismo, afectando por igual a todas las zonas de la Reserva. La capacidad de acogida de turistas por parte de la Reserva es mucho mayor de la actual afluencia de visitantes, por lo cual, de momento, no parece ser un problema, sino más bien una oportunidad.

Dentro de la Reserva de la Biosfera de Los Argüellos hay dos lugares de marcado interés turístico, Las Cuevas de Valporquero y las Hoces de Vegacervera. Las Cuevas disponen de dos niveles diferenciados, el primero acondicionado para la visita turística, y el segundo, destinado únicamente a la espeleología. Los servicios turísticos que se ofrecen en Los Argüellos se clasifican según los criterios que rigen estas actividades en la comunidad autónoma de Castilla y León, cuya administración ha aprobado una serie de normas que regulan estas actividades, imponiendo una serie de requisitos para obtener las pertinentes clasificaciones. Dentro

de la Reserva hay dos centros de turismo rural, ocho casas rurales, trece mesones y restaurantes, tres hoteles, un camping y dos albergues. Es de destacar que la zona se encuentra muy poco masificada, recibiendo turismo sobre todo en puentes y Navidad, y pudiendo aumentarse aún mucho la presión turística sin que haya ningún problema.

El turismo es la actividad con mayor impacto en la Reserva de la Biosfera de Picos de Europa. Esto se debe a múltiples factores, como son la tradición del lugar en el montañismo español, la referencia que supone como parque nacional (el primero declarado en 1918) y el relativo fácil acceso al lugar, sobre todo a una serie de puntos de gran actividad, como los Lagos de Covadonga (Cangas de Onís; Asturias), Fuente Dé (Camaleño; Cantabria), Poncebos (Cabrales; Asturias), y en menor medida Caín (Posada de Valdeón, León). Por último, también puede destacarse Bulnes (Cabrales; Asturias) por el atractivo turístico creciente del funicular que da acceso, como única vía de comunicación, a esta localidad y de reciente construcción.

El turismo presenta una cierta estacionalidad, siendo además muy común el turismo de fin de semana o puentes. Así, las épocas de concentración coinciden con el verano, la Semana Santa y los principales puentes festivos de ámbito nacional.

En el caso de la Reserva de la Biosfera de Sierras de Béjar y Francia no hay masificación, y el turismo tiene aún muchas posibilidades de crecimiento. Así, es un sector prometedor que cada año añade nuevas plazas. Puede ser un excelente complemento a las actividades tradicionales de la zona y contribuir a fijar población. Además, el potencial de la Reserva es enorme, ya que se trata de un lugar con gran riqueza natural y patrimonial.

9. PERSPECTIVAS FUTURAS DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE CASTILLA Y LEÓN

El mayor problema de las Reservas de la Biosfera de Castilla y León es la despoblación. Éste es mucho más acusado en las Reservas más remotas y peor comunicadas. Incluso en Reservas con cierta actividad económica, donde se ha suavizado el descenso poblacional como Alto Bernesga o Valle de Laciana, la amenaza sigue ahí, debido a las malas perspectivas de su actividad principal, la minería del carbón.

Como contrapartida, medioambientalmente la situación es bastante buena en casi todas las Reservas, debido principalmente a la escasa presión que causa una población tan reducida. Sin embargo, esta situación no es tan idílica en Valle de Laciana, donde los problemas con la minería son tremendos, ni en Alto Bernesga, sometida a una gran presión por diversas infraestructuras y por ser la Reserva más cercana a su capital provincial, León.

Una Reserva de la Biosfera sin habitantes no tiene mucho sentido. Mantener la población es uno de los principales objetivos de las Reservas de la Biosfera, y habrá que buscar soluciones de compromiso a largo plazo que permitan evitar el descenso poblacional y mantener la actividad económica de las Reservas a la vez que se compagina con la sostenibilidad y la preservación del entorno. El turismo y la producción agroganadera de calidad, mediante denominaciones de origen, pueden ser posibles soluciones en determinadas zonas, aunque será necesaria la colaboración de todos los agentes implicados.

10. AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a los responsables de las Reservas de la Biosfera de Castilla y León por la información facilitada para la redacción de este artículo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación salmantina de agricultura de montaña (2008). Senderos de gran recorrido.
- Bello, L. (2008). *Viaje por las escuelas de Salamanca*. Castilla Ediciones.
- Calendario Agrario (2008). Universidad Rural Paulo Freire. Asociación Salmantina de Agricultura de Montaña.
- Celis Martínez, M.; García López, L. (2008). *Reserva de la Biosfera del Alto Bernesga: Territorio De Contrastes*. Ayuntamiento de la Pola de Gordon.
- Encuentros en la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia. Un ejemplo de desarrollo sostenible (2009). Unidad didáctica. CD.
- Feijoo, J; Montenegro, B. (2008). *Fábula de Las Batuecas y Países imaginarios*. Fr. Castilla Ediciones.
- González de Manuel, T. (2008). *Verdadera relación y manifiesto apologético de la antigüedad de las Batuecas y su descubrimiento*. Castilla ediciones.
- Paisajes e impresiones. Un recorrido por la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia (2009). Amarú ediciones.
- PRAMES (2008). Red de senderos del Sistema Central.
- Puerto, J.L. (2007). *La sierra de Francia. Tradiciones, pueblos, paisajes y paseos*. Edilesa.
- Reserva de la Biosfera de los Valles de Omaña y Luna. Manuales didácticos. Unidad didáctica con fines educativos editada en CD Rom.
- Vega, L. de (2008). *Batuecas del Duque de Alba*. Castilla Ediciones.

**SITUACIÓN ACTUAL
DE LA BIODIVERSIDAD Y
LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA
DE LA BIOSFERA DE BABIA (LEÓN)**

Xavier Querol Carceller, Pablo Casares González, Gerardo Rodríguez Mirallas

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene por objetivo resumir el informe de Evaluación de los Servicios Medioambientales ofrecidos por la Reserva de la Biosfera de Babia (León). Este informe recoge una descripción de los principales servicios ecosistémicos existentes en la Reserva de la Biosfera de Babia, sin entrar en una valoración económica de los mismos debido a la complejidad de la metodología necesaria para su estudio y la falta de un equipo multidisciplinar que la pueda llevar a cabo. La evaluación de los servicios de los ecosistemas en las Reservas de la Biosfera ha de ser una línea prioritaria de investigación y experimentación en los próximos años, cumpliendo con el objetivo de que las Reservas de la Biosfera deben constituir auténticos laboratorios y escuelas activas de sostenibilidad en un contexto general de desbordamiento de los ciclos vitales de la Biosfera.



Fotografía 1. Fuente de Michán. Autor: Ayuntamiento de Cabrillanes, Pablo Casares González.

Reserva de la Biosfera de Babia (León)

La valoración de estos servicios se ha realizado en función de la bibliografía existente y el conocimiento de los técnicos de medio ambiente que trabajan en esta Reserva de la Biosfera, coordinado y revisado por el responsable científico de la misma, Xavier Querol Carceller.

Aquí se realiza un resumen de este estudio, detallando tan sólo aquellos servicios que se han considerado más importantes o mejor cuantificados de la Reserva, y cuyos resultados puedan ser extrapolables a otras áreas de montaña similares.

2. LOCALIZACIÓN

La Reserva de la Biosfera de Babia tiene una superficie de 38.017 hectáreas. El límite septentrional de la comarca lo determina la línea de cumbres que separa las provincias leonesa y asturiana, con alturas superiores a los 2.000 metros (Peña Ubiña, Alto Rosapero, Picos Blancos, etc.), mientras que el meridional viene configurado por un cordal montañoso cuya altura máxima se encuentra en el alto de La Cañada, de 2.154 metros, al sur del cual se sitúa la comarca de La Omaña. Ambas barreras montañosas individualizan una cuenca hidrográfica, la del río Luna, que abarca la práctica totalidad del territorio. La zona oeste se corresponde con la cuenca del río Sil, que debido a su mayor capacidad erosiva consiguió capturar la cabecera del alto Luna y algunos de sus afluentes, por lo que parte de estas aguas drenan hacia la cuenca del Miño. Este fenómeno de erosión regresiva tiene un elevado interés desde un punto de vista geomorfológico y científico.

La diversidad biológica de la comarca de Babia viene determinada por la heterogeneidad de su medio y los diferentes usos tradicionales llevados a cabo desde hace siglos.

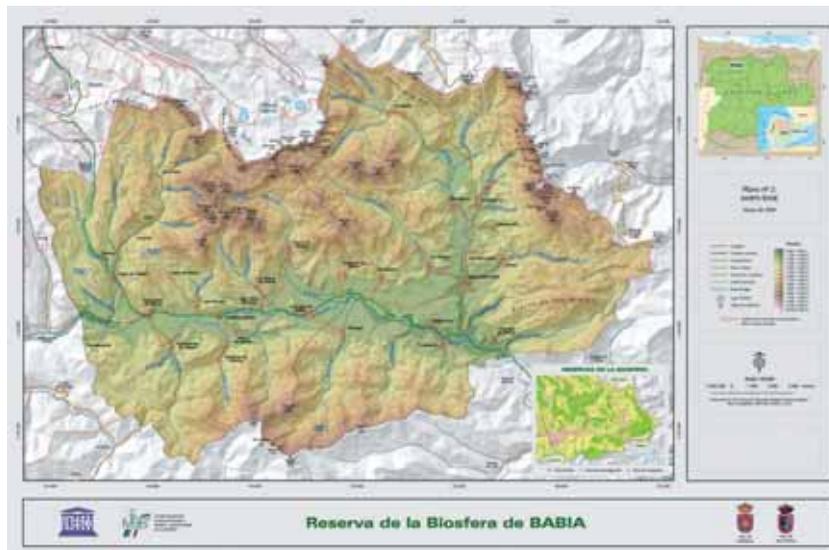


Figura 1. Mapa de la Reserva.

Respecto al medio geológico, se aprecia una alternancia de materiales calizos y silíceos entre las diferentes sierras y valles que conforman el paisaje. Aunque en general la altura es elevada, pues todo el terreno se sitúa por encima de los 1.100 m.s.n.m., hay una gran diferencia altitudinal, ya que existen numerosas cotas por encima de los 2.000 m.s.n.m y un importante cambio de pendientes. Mientras que las zonas próximas a los cordales montañosos predominan altas pendientes, el fondo del valle es prácticamente plano debido a la erosión glaciaria típica de este territorio.

De igual modo, el ser humano ha provocado una alteración diferencial en este territorio a lo largo de la historia. En la zona norte es donde se pueden localizar la mayoría de los pastizales de altura, situados sobre suelos calizos. Estos pastizales, llamados puertos (puertos pirenaicos en algunas publicaciones), eran zonas de pastoreo estival de grandes rebaños de ganado ovino y trabajados con fuego para favorecer el pastizal. Las zonas del valle de los ríos Luna y Sil, al ser zonas llanas, han sido lugar de asentamiento de poblaciones y donde se localizan fincas de prados de siega. Por el contrario, en la zona sur predominan territorios silíceos, que han tenido una menor carga ganadera en el pasado y con una mayor vocación forestal. Son los terrenos más abandonados y que presentan una mayor proporción de matorral y monte bajo.

La diversidad y estado de conservación del paisaje en la Reserva de la Biosfera de Babia es consecuencia directa de los usos tradicionales del territorio, de vocación preferentemente ganadera. La continuidad de dichos usos tendrá mucho que ver con el mantenimiento y la conservación de buena parte de dicha diversidad, pues como se viene observando en los últimos tiempos, el abandono del pastoreo con ganado de los puertos de montaña de la zona, trae consigo la desaparición de los ricos pastizales del territorio, al ser invadidos por comunidades arbustivas dominadas por aulagas, enebros, piornos, escobas, urces o brezos, según la localización y el sustrato de dichos pastizales.

3. FLORA

En este territorio se han descrito 1.503 especies. De éstas, 1.165 habían sido ya citadas previamente en la bibliografía consultada, mientras que la intensa prospección de campo efectuada para confeccionar la cartografía ha permitido detectar 338 nuevas especies que son novedad florística para este territorio. Se debe destacar que 96 especies de este Catálogo Florístico presentan un interés especial regional o local, según los distintos criterios que se han comentado en la introducción, y que 33 de ellos han sido incluidos en el Proyecto de Decreto por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora.

Se reconocen hasta 39 endemismos cantábricos, varios de los cuales restringen su ámbito a la comarca de Babia; 31 taxones sólo hallados en los Pirineos y la Cordillera Cantábrica, uno cuya presencia se ha constatado únicamente en la Cordillera Cantábrica y los Montes de León, y numerosas especies de ámbito exclusivamente ibérico. Esta gran variedad viene dada fundamentalmente por sus características litológicas —presencia de suelos básicos, ácidos y combinaciones de ambos— y orográficas —valles cerrados, numerosos canchales y gleras—.



Fotografía 2. Acónito en la Fonfría. Autor: Ayuntamiento de Cabrillanes, Pablo Casares González.

4. FAUNA

Por su parte, la fauna tiene también una amplia representación gracias a la diversidad de hábitats, con 207 especies vertebradas reconocidas, la práctica totalidad de ellas con algún tipo de protección:

- Más de la mitad de las especies —129— presentes en la comarca de Babia están incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; todas ellas en la categoría de Interés Especial excepto el oso pardo, que lo está como especie en peligro de extinción.
- Según los diferentes libros rojos españoles, que detectan el nivel de amenaza que existe sobre las especies presentes en el territorio, hay dos especies en peligro de extinción (el oso pardo y el urogallo cantábrico), dos en peligro (el milano real y el alimoche), dos raras (el desmán ibérico y la liebre del piornal) y numerosas especies en la categoría de vulnerables: tres peces (trucha, gobio y lamprehuela), un anfibio (el tritón alpino), cuatro aves (aguilucho cenizo, perdiz pardilla, tórtola europea y colirrojo real) y cuatro mamíferos: el murciélago pequeño de herradura, el murciélago ratonero grande, la nutria paleártica y el lobo.

Respecto a especies de invertebrados no existen estudios concretos de catalogación en esta comarca, sin embargo si cabe destacar los recientes estudios sobre el uso de abejas en zonas forestales de alta montaña para favorecer la polinización de plantas de arándano y mejorar su fructificación para favorecer el hábitat de urogallo y oso pardo.

5. FUNCIONES Y SERVICIOS APORTADOS POR LOS ECOSISTEMAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE BABIA

5.1. Funciones de regulación

5.1.1. Regulación atmosférica

La función de absorción de CO₂ y otros gases tóxicos por parte de la vegetación ofrece directamente un **servicio de mantenimiento de una adecuada calidad del aire**.

En Babia, la calidad del aire se estima buena, pues aunque no existen estaciones de control de la contaminación atmosférica, existe una abundante presencia de bioindicadores atmosféricos: hongos y líquenes muy sensibles a la contaminación atmosférica, especialmente por partículas de azufre. Son frecuentes en la zona líquenes fruticulosos y especies de hongos como *Rhizisma acerinum*, muy sensibles a esta contaminación.

La función de absorción de CO₂ tiene una vital importancia también a nivel global debido a los ciclos y corrientes atmosféricas. Ayuda a controlar los niveles de CO₂ atmosféricos y por lo tanto a regular el calentamiento global, mientras que la aportación de O₂ ayuda a aumentar los niveles de este gas y por lo tanto a la formación de ozono atmosférico. Por ello, también ofrece un **servicio de mantenimiento de un clima favorable**.

En Babia, el 80 % de la superficie se corresponde con pastizales, tanto de fondo de valle, con una producción muy elevada de hierba (monocotiledóneas en su mayoría) y pastizales de montaña. Muchos de estos pastizales se encuentran abandonados y presentan una elevada colonización por matorral de bajo y medio porte (*Genista occidentalis*, *Genista florida* y *Cytisus scoparius* principalmente). Por otra parte, las masas arboladas son muy limitadas en superficie. Según los datos aportados en el Congreso Nacional de Medio Ambiente de 2009, a través de una comunicación técnica por parte de Josefa María Rodríguez Mellado, los datos de absorción de CO₂ obtenidos para Andalucía para este tipo de formaciones son las siguientes:

- Pastizales continuos: 724 gr. de CO₂/m²/año
- Matorral denso: 880 gr. de CO₂/m²/año

En comparación con las masas arboladas de frondosas (1.382 gr de CO₂/m²/año) o de coníferas (901 gr. de CO₂/m²/año) junto con la gran superficie que ocupan estos territorios, esto supone que la Reserva de Babia es un buen sumidero de CO₂ a nivel global, especialmente por la expansión de masas forestales y de matorral en la zona.

5.1.2. Regulación climática

La regulación climática puede verse afectada por la cobertura de la vegetación. Si bien este proceso no está bien estudiado, Capel Molina, en "Los Climas de España", los estudios monográficos sobre el tema estiman tan sólo un incremento de 5-10% por la cobertura de vegetación arbórea. La vegetación absorbe la humedad atmosférica, al estar las hojas más frías provoca condensación y forma microgotas de agua que caen al suelo.



Fotografía 3. Lago Chao en Riolago. Autor: Ayuntamiento de Cabrillanes, Pablo Casares González.

Por todo ello, se puede hablar de un **servicio de mantenimiento de un clima adecuado para la habitabilidad, para la salud o para la agricultura y ganadería.**

Por lo tanto, no existe (o al menos de forma apreciable) una modificación climática a nivel global, debido a la cobertura de la vegetación existente en Babia, aunque sí se pueden definir cambios climáticos a escala local. Las zonas arboladas conservan mejor la humedad y son generadoras de criptoprecipitaciones importantísimas para el mantenimiento de otras especies vegetales y animales.

5.1.3. *Prevención de perturbaciones*

Las principales perturbaciones que se dan en Babia son: el fuego, las anegaciones del fondo de valle y las derivadas de la acumulación de nieve, como las avalanchas.

En el caso del fuego (la única que tiene un importante componente antropogénico), se puede hablar del **servicio de protección frente a incendios.** Esta perturbación es mayor cuando existe una elevada cobertura vegetal, sin embargo, Babia es un terreno con vocación ganadera que ha sido manejado tradicionalmente con fuego y por lo tanto la mayor parte del territorio es pastizal. Esto hace que la supuesta degradación antrópica ha favorecido la resistencia del ecosistema al fuego. En la actualidad, los incendios forestales en Babia son escasos y de poca superficie. Sigue siendo común la utilización del fuego para la limpieza de fincas y prados, sin embargo, raramente se producen incendios forestales. Además, el pastizal tiene una rápida recuperación tras esta perturbación, generando pastos fértiles (por la mayor cantidad de minerales en el suelo) útiles para la ganadería.

Debido a este uso tradicional y el beneficio que aporta para estos agroecosistemas, en las directrices del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Valles de Babia y Luna se incluye la utilización de fuegos controlados como herramienta para controlar ciertas zonas de pastizal.

5.1.4. Prevención hídrica

La *regulación hídrica* consiste en la capacidad de los suelos de retener el agua durante los eventos extremos de precipitación en invierno, infiltrarla y liberarla lentamente durante la época de verano, incrementando el caudal de estiaje de los ríos de drenaje de las cuencas.

El papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía superficial, y en el mantenimiento del flujo del caudal de los principales ríos y arroyos, proporciona un **servicio de drenaje e irrigación natural** y un **servicio de protección frente a la erosión del suelo**.

En este caso, el uso antrópico del terreno provoca un efecto negativo frente a la erosión superficial del suelo por escorrentías. La eliminación de la vegetación arbustiva y arbórea a favor del pastizal ha provocado una disminución en la capacidad de drenaje de los suelos, favoreciendo procesos de escorrentía superficial. Estos procesos son fácilmente observables en primavera con el deshielo, cuando es frecuente que se formen arroyos que transcurren entre los pastizales y fincas provocando fenómenos erosivos del suelo. Este fenómeno se ve acrecentado por las pendientes elevadas existentes en la comarca.

5.1.5. Disponibilidad hídrica

Un proceso relacionado con la función hídrica de los suelos es el filtrado del agua y la acumulación en acuíferos. Este proceso tiene lugar de diferentes formas en función de la vegetación y del tipo de suelo y roca madre existente.

Este proceso genera un **servicio de disponibilidad de agua para consumo (bebida, riego, industria)** gracias a que en los acuíferos y manantiales encontramos agua filtrada. En Babia, todos los núcleos de población se abastecen de agua a través de fuentes o acuíferos. Hasta 2009, cuando no había obligación legal de clorar el agua destinada a consumo, se ha utilizado el agua de estos acuíferos directamente para consumo, siendo normal la analítica de estas aguas, sin presencia de contaminación biológica o química (informes de las Juntas Vecinales). Por lo tanto, se puede valorar este servicio muy positivamente por la calidad del agua existente.

5.1.6. Sujeción del suelo

Esta función del ecosistema se basa principalmente en dos procesos: la meteorización de la roca y acumulación de materia orgánica.

Estos procesos generan diversos **servicios, como el mantenimiento de la productividad de las zonas cultivadas, el mantenimiento de la productividad natural de los suelos o el control de la erosión**.

En Babia, las zonas calizas de montaña no son buenas formadoras de suelos, ni altamente productivas. En Babia, además, ha existido un uso tradicional ganadero, por lo que se ha deforestado y, por lo tanto, se han favorecido, procesos de pérdidas de suelo. Sin embargo, se ha mantenido también su productividad gracias al ganado, pues era ganado estacional y aportaba gran cantidad de estiércol a los prados de alta montaña. La ganadería ha sido por una parte causa de la pérdida de suelos y por otra mantenedora de la productividad natural de los mismos. Actualmente, esta ganadería ovina se ha perdido y son escasas las explotaciones ganaderas que se mantienen en Babia, en su mayoría de vacuno y equino, que no realizan un aprovechamiento igual de los pastos y permiten un crecimiento mayor de especies arbustivas. Por lo tanto, se está reiniciando el proceso de generación de suelos, pero por el contrario se está perdiendo la productividad de pastos del monte.

5.1.7. *Procesado de residuos*

En este apartado se describe la función del ecosistema consistente en el procesado y eliminación de contaminantes procedentes de la actividad humana.

Los residuos líquidos son tratados de forma artificial en las depuradoras situadas en cada localidad. Estas depuradoras son, en su mayoría, simples fosas sépticas que no cubren las necesidades de depuración de estos residuos. Las fosas sépticas son vaciadas varias veces al año para evitar su colapso, debido a que la mayoría de pequeñas explotaciones ganaderas que se encuentran en los núcleos de población vierten directamente a ellas. Es por lo tanto el río y la vegetación acuática quien realiza el **servicio de control de la contaminación**. El río es un sistema dinámico que tiene una elevada capacidad de carga de contaminación. El agua, en los ríos de alta montaña, como es el caso del Sil y el Luna, es oligotrófica, es decir, presenta una baja cantidad de nutrientes, y una elevada oxigenación. Esto genera que pequeñas cargas contaminantes sean rápidamente asimiladas, tanto por degradación química como biológica. Por ello, no se observa eutrofización en las aguas del río y, pese a la ausencia de estudios concretos, existen buenas poblaciones de invertebrados acuáticos indicadores de alta calidad de agua.

5.1.8. *Polinización*

La polinización es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores. Este proceso da lugar a los **servicios de polinización de cultivos y polinización de especies silvestres**

Respecto a la polinización de especies silvestres tiene una mayor importancia este servicio, especialmente debido a que favorece a especies como los arándanos, moras y otros frutos silvestres de vital importancia para otras especies de fauna como el oso o el urogallo (en peligro de extinción) u otras como zorros, aves, etc.

Además, este servicio de polinización de especies silvestres es importante también en el caso de plantas con aprovechamiento, como es el caso de la genciana. La genciana tiene una polinización entomófila y se realiza un aprovechamiento de la misma con fines farmacéuticos (ver funciones de producción).

5.2. Funciones de hábitat

5.2.1. Función de refugio y criadero

La función de refugio de los ecosistemas se refiere a la provisión de espacios habitables para la fauna y flora silvestre, y la provisión de hábitats adecuados para la reproducción. En este apartado tienen especial interés todas aquellas especies catalogadas como vulnerables o en peligro de extinción por alteración de hábitat.

Respecto a mamíferos, los ecosistemas de Babia cuentan con dos especies a las que ofrecen función de refugio pero no de criadero, como son el oso pardo y el urogallo cantábrico. Estas especies hacen uso puntual de varios ecosistemas babianos para obtención de alimento y refugio, pero no existen áreas de cría. Si cría en la zona el lobo (*Canis lupus*), el murciélago barbastela (*Barbastella barbastellus*), el gato montés (*Felis silvestris*), la nutria (*Lutra lutra*), etc.

Otra especie merece especial atención por tratarse de un taxón endémico y por estar catalogado en alguna categoría de amenaza según el “Libro rojo de los vertebrados de España” (Blanco & González, 1992): el Desmán (*Galemys pyrenaicus*). Está considerado “raro” en el “Libro rojo de los vertebrados de España”. La elevada dependencia de condiciones ambientales hace que esta especie sea muy sensible a la alteración de su hábitat y, por lo tanto, es un buen bioindicador de la calidad de agua de estos ríos en los que se encuentra presente.

En cuanto a las plantas, son un total de 1503 taxones descritos en el PORN de los Valles de Babia y Luna. 96 taxones de este Catálogo Florístico presentan un interés especial regional o local, según los distintos criterios que se han comentado en la introducción, 33 de ellos han sido incluidos en el Proyecto de Decreto por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora.

Así pues, esta función de refugio y criadero conlleva los **servicios de mantenimiento de la biodiversidad y mantenimiento de especies de explotación comercial**. Y precisamente en Babia, este servicio tiene especial interés por el catálogo de especies incluidas en diferentes catálogos y normativas, y por la presencia de especies de valor comercial, como son todas las especies cinegéticas, la genciana (*Gentiana lutea*) y la seta de San Jorge (*Calocybe gambosa*), que proporcionan un importante recurso económico y social a la población de la comarca.

5.3. Funciones de producción

5.3.1. Comida

La función de producción de comida se produce a todas las escalas del ecosistema, desde los productores primarios (vegetación), consumidores primarios (herbívoros) o consumidores secundarios (carnívoros). En la escala más baja se puede hablar del **servicio de transformación de energía solar en plantas y animales comestibles**.

En Babia, la provisión directa de plantas para alimentación humana es más bien escasa, tan sólo se mantienen algunas huertas próximas a los pueblos con función de autoabastecimiento. Sin embargo, sí que provee de alimento a los consumidores primarios, los herbívoros.



Fotografía 4. Ganado merino en Babia. Autor: Ayuntamiento de Cabrillanes, Pablo Casares González.

Prácticamente el 60% del territorio son pastizales, tanto de diente como de siega, que proporcionan alimento a la cabaña ganadera de la comarca y otros herbívoros silvestres.

Respecto a la ganadería, tradicionalmente ha sido la trashumancia de ganado ovino quien aprovechaba mayoritariamente los pastos de la comarca durante el verano. Este ganado ha desaparecido prácticamente, quedando menos de 10 rebaños, con unas 3.000 ovejas. El ganado vacuno es también escaso, quedando pocas ganaderías en los pueblos debido a problemas derivados de la venta del producto final (leche o carne) y por envejecimiento de los ganaderos. Sin embargo, está creciendo la ganadería de equino, ya que en San Emiliano está la Asociación Nacional de Criadores de Hispano Bretón.

Debido a que la ganadería y agricultura no es un proceso natural, y la explotaciones de la zona son pequeñas, prácticamente destinadas al autoabastecimiento o al mantenimiento de una familia, se puede hablar del **servicio de agricultura y ganadería de subsistencia y pequeña escala**

5.3.2. *Materias primas*

En Babia tiene especial importancia, dentro de la función de suministro de materias primas, la obtención de recursos energéticos minerales, como el carbón. En este sentido se puede hablar del **servicio de suministro de materias primas energéticas**.

La zona suroccidental de la Reserva de la Biosfera está ocupada por una explotación a cielo abierto de carbón por parte de la empresa Coto Cantábrico. Esta explotación ocupa tan

sólo un 2% de la superficie de la Reserva, pero es una de las principales actividades económicas de la comarca (junto con la ganadería), aunque en los últimos años se encuentra en clara regresión.

Aunque esta explotación se localiza dentro del término municipal de Cabrillanes y, por lo tanto, dentro de la Reserva de la Biosfera de Babia, se incluye geológicamente dentro de la cuenca carbonífera de Laciana. Según los datos extraídos del Plan de Carbón 2006-2012, la producción y plantilla en 2005 y la estimada para 2012 son los siguientes:

	Unidades	2005	2012	REDUCCIÓN	%
Producción	T	11.727.921	8.000.000	3.727.921	31,8
Plantilla	a final de año	8.284	6.174	2.110	25,5
Productividad	t/h/año	1.416	1.296	120	8,5
Ayudas	M €	323	164	159	49,3

Como se puede observar, la industria energética de carbón está en claro descenso, estimándose una reducción de la producción de carbón en más del 30% antes de 2012 y un importante descenso de puestos de trabajo derivados de este sector. De forma directa, la empresa Coto Cantábrico tenía en plantilla 700 trabajadores en el año 2005. Actualmente esta cifra es inferior y el número de trabajadores que viven en la Reserva de la Biosfera no supera los 10.

Además de esta reducción en la producción de carbón, dentro la Reserva de la Biosfera de Babia se encuentra muy limitada la posibilidad de ampliación de estas explotaciones. En primer lugar, debido a las características geológicas, pues la veta de carbón explotable se limita a esta zona suroccidental y ya está siendo explotada, y en segundo lugar, porque el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Valles de Babia y Luna prohíbe la instalación de explotaciones a cielo abierto.

5.3.3. Recursos medicinales

En cuanto a provisión de materias primas para la industria farmacéutica, tradicionalmente en Babia se realizaban aprovechamientos de diferentes especies vegetales (té de monte, saúco, etc.). Así pues, se puede hablar del **servicio de abastecimiento de medicinas y servicio de modelo y herramientas químicas**.

Actualmente, tan sólo se mantiene un aprovechamiento de Genciana, aunque no con fines de consumo directo, sino de comercialización para la industria alimentaria y farmacéutica.

5.4. Funciones de información

5.4.1. Función recreativa

El paisaje proporciona a la vez una función recreativa, proporcionando un espacio para la realización de actividades de ocio ligadas al medio natural. Estas actividades se pueden en-

cuadrar dentro del **servicio de ecoturismo**, siempre ligadas a estos ecosistemas. Las actividades principales que se realizan en Babia son el senderismo, las actividades ligadas a la nieve (rutas de raquetas de nieve, ski de travesía, etc.), la recogida de setas, turismo fotográfico, etc. Todas ellas dependen directamente de estos ecosistemas.

5.4.2. Información histórica

Los ecosistemas, especialmente aquellos modificados antrópicamente de forma tradicional, son reflejo de la historia de un territorio. Esta información histórica que trasmite la naturaleza proporciona un **servicio de uso de territorio con fines históricos o culturales**.

En Babia, este reflejo cultural e histórico se observa muy claramente en el uso antrópico de estos ecosistemas de montaña. La trashumancia ha marcado de forma muy clara el territorio, generando agroecosistemas hoy en día en clara regresión.

Esta herencia histórica se refleja en la gastronomía o en la arquitectura. Es común en toda la comarca el consumo de oveja en caldereta, tradición heredada de los pastores trashumantes, para quienes éste era prácticamente el único recurso alimenticio. De igual modo, se mantienen varios “chozos” o refugios de pastores, edificaciones circulares y pequeñas, de 3 metros de diámetro, construidos con piedra y techados con escobas y piornos que servían de refugio al pastor durante los meses de verano que vivía en la montaña de Babia.

También se mantienen en el folclore tradicional numerosas referencias, no sólo a la actividad trashumante de la comarca, sino a sus valores naturales, como los verdes prados o las altas montañas, y también a las condiciones climáticas del territorio, especialmente referidas al invierno y las fuertes nevadas.

5.5. Funciones de sustrato

Provisión de un sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructuras humanas. Dependiendo del uso específico del suelo, se requerirán distintas cualidades ambientales (p. ejplo. estabilidad del suelo, fertilidad, clima, etc). Entre los servicios derivados de esta función se encuentran el de **provisión de espacio para vivir, sustrato para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas o sustrato para el desarrollo de energías renovables**.

6. FORMAS DE APROVECHAMIENTO Y TIPO DE GESTIÓN POR LAS COMUNIDADES LOCALES

Los ecosistemas y su biodiversidad constituyen una de las mayores riquezas de la Reserva de la Biosfera de Babia, por los múltiples servicios ambientales que proporcionan y la variedad de bienes que pueden obtenerse de éstos, directa o indirectamente. Su conservación es fundamental para contribuir a la mejora gradual de la calidad de vida de la población y ofrecer oportunidades de bienestar y desarrollo económico a las generaciones actuales y futuras.

Estos bienes han sido aprovechados tradicionalmente por la población local, y su gestión ha dependido directamente de la población que vive en la zona. Según la estructura adminis-

trativa de esta región, cada núcleo de población o pueblo está gobernado por una Junta Vecinal, un conjunto de vecinos elegidos democráticamente para realizar las labores competentes en este núcleo. De un modo general, cada Junta Vecinal es propietaria de uno o varios montes (Montes de Utilidad Pública) que da servicio a la población de ese núcleo, y del que sus vecinos pueden hacer aprovechamiento (caza, pastos, setas, etc.). Hasta 1983, las Juntas Vecinales gestionaban sus propios recursos junto con el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (y anteriormente, la Dirección General de Montes).

Sin embargo, desde la aprobación del Estatuto de Autonomía de Castilla y León, estas competencias han pasado a depender de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Por lo tanto, las Juntas Vecinales son propietarias del monte (y por ende, de los ecosistemas que allí se desarrollan), pero la gestión se realiza por parte del gobierno autonómico. Esta situación viene generando numerosos conflictos, pues, aunque generalmente se siguen permitiendo los mismos aprovechamientos, es la Junta de Castilla y León quien pone las condiciones y los límites a éstos. El principal problema de esta situación es la burocratización de los aprovechamientos forestales, que la población mayor y envejecida de la comarca no es capaz de asimilar. Por otra parte, la población ha dejado de percibir el monte como un recurso que ofrece los servicios de abastecimiento de materias primas y sustrato, sino más bien como una molestia. Esta situación ha provocado un abandono de los aprovechamientos tradicionales de estos ecosistemas. Tan sólo se siguen realizando aprovechamientos de caza debido al carácter lucrativo de esta actividad y, en menor medida, aprovechamientos de pastos (aunque la mayoría están abandonados) y de setas. Este último recientemente ha crecido en importancia, por la fama y precio de mercado que están alcanzando las setas en el mercado español e internacional. Sin embargo, de nuevo, el hecho de que sea la administración regional quien regule este aprovechamiento, siendo propiedad de los propios vecinos, está provocando que en muchos lugares se esquiven la legislación actual y se realicen aprovechamientos y comercio ilegal de setas.

Otros servicios, como los prestados por mantenimiento de la calidad atmosférica, mantenimiento y formación de suelos, prevención frente a perturbaciones, etc. son aprovechados de un modo indirecto por la población. Es decir, la población se aprovecha de ellos, pudiendo disponer de pastizales, de una calidad atmosférica adecuada, etc.; pero no son conscientes de que sean los ecosistemas quienes los proporcionen. Son servicios inherentes a la comarca de Babia, que siempre han estado ahí y que siempre lo estarán, sin darse cuenta que esta situación puede variar.

De un modo similar sucede con el servicio de filtrado y retención de agua dulce. Siempre ha existido agua potable en los acuíferos de Babia y no existe una concienciación sobre el uso abusivo del agua ni de la importancia de los suelos y la vegetación en el filtrado del agua.

Por otro lado, la concienciación sobre los servicios de información (valores culturales, turísticos, científicos o educativos...) está cambiando rápidamente. El crecimiento de alojamientos turísticos e instalaciones recreativas está valorizando estos recursos. Las facilidades para el transporte en los últimos años ha provocado que gran parte de la población pudiera salir de la comarca y conocer otras regiones, y darse cuenta del valor paisajístico con el que cuenta la comarca de Babia, refrendado por el número de turistas que anualmente visitan esta Reserva, aunque todavía no se asocia en la población local el recurso paisajístico con el aprovechamiento ganadero tradicional.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Rubio, J. (1994). *Por el país de Las Brañas Laciana, Omaña, Babia, Palacios del Sil, Somiedo*. Ed. Edileasa.
- Álvarez Rubio, J. (2006). *Babia, Laciana, Alto Luna: pueblos, paisajes y paseos*. Ed. Edileasa.
- Bernard J. Nebel, Richard T. Wright. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. Pearson Educación.
- Constanza, et al. (1997) *The value of de World's ecosystem service and natural capital*. Nature N° 387, pp. 253-260.
- Emerton, L. Bos, E. (2004). *Valor: considerar a los ecosistemas como infraestructura hídrica*. IUCN.
- Gómez-Baggethun; E. & Groot, R. (2007). *Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía*. Ecosistemas. 16 (3).
- Gómez Sal, A. (2007). *Componentes del valor del paisaje mediterráneo y el flujo de servicios de los ecosistemas*. Ecosistemas. 16 (3).
- González Fernández, V. (1978). *Explotaciones ganaderas en la subcomarca de Babia*. Tierras de León, n. 30-31, p. 103-115.
- Martín-López, B.; González, J.A.; Díaz, S.; Castro, I. & García-Llorente M. (2007). *Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional*. Ecosistemas. 16 (3).
- Montes, C. (2007). *Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas*. Ecosistemas. 16 (3).
- Montes, C. & Sala, O. (2007). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano*. Ecosistemas. 16 (3).
- Quitier, F.; Tapella, E.; Conti, G.; Cáceres, D. & Díaz, S. (2007). *Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario*. Gaceta Ecológica, N° 84-85, págs. 17-26.
- Rodríguez Mellado, J.M. (2009). *Indicador para la Sostenibilidad de la Actividad Urbanística: Balance CO₂ producido/CO₂ absorbido de la Aglomeración Urbana de Sevilla*. Comunicación técnica. CONAMA.
- Ruiz Pérez, M.; García Fernández, C. & Sayer, J.A. (2007). *Los servicios ambientales de los bosques*. Ecosistemas. 16 (3).
- Ruiz Sánchez, A. (2007). *Arquitectura del paisaje*. Ediciones Dykinson, S.L.
- Seoánez Calvo, M. (2002). *Tratado de la contaminación atmosférica: problemas, tratamiento y gestión*. Mundi-Prensa.
- Uclés Aguilera, D. (2006). *El valor económico del medio ambiente*. Ecosistemas 15 (2): 66-71.
- Valladares, F.; Peñuelas, J. & de Luis Calabuig, E. (2005). *Impactos sobre los ecosistemas terrestres*. Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático, J.M. Moreno, Ed., Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 65-112.

**LOS SERVICIOS AMBIENTALES
Y EL DESARROLLO
EN LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA
DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

Carlos Mario Gómez Gómez y David Nortes Martínez**

* Universidad de Alcalá.

1. INTRODUCCIÓN

Las Reservas de la Biosfera reconocidas como tales por la UNESCO en el contexto del Programa MaB (Hombre y Biosfera) constituyen un significativo patrimonio natural y forman parte del capital colectivo. Más allá de la garantía de protección de la naturaleza, que sin duda es un propósito esencial, las Reservas de la Biosfera, *“han sido concebidas para responder a una de las preguntas esenciales a las que se enfrenta el mundo de hoy: ¿cómo conciliar la conservación de la diversidad biológica, la búsqueda de un desarrollo económico y social, y el mantenimiento de los valores culturales asociados?”* (UNESCO, 1996). Basándose en este principio, el Programa MaB se ha convertido en un laboratorio y en un instrumento para la investigación interdisciplinar capaz de integrar todos los temas relacionados con la conexión que se pretende reforzar entre la Biodiversidad y el Desarrollo Económico.

Dentro de este marco general, el presente capítulo pretende aportar elementos para una reflexión sobre el papel que la sociedad asigna a los distintos servicios ambientales provistos por las Reservas de la Biosfera. Dicho papel no debe juzgarse solamente a través de las manifestaciones individuales, sobre el mayor o menor aprecio que tienen las personas por los servicios de la naturaleza, ni solamente a través de la voluntad política de preservar o recuperar un determinado espacio natural. En este trabajo se propone aportar un enfoque de desarrollo económico que permita valorar el papel de los servicios ambientales que prestan las Reservas de la Biosfera de Madrid, teniendo en cuenta la importancia que estos servicios han tenido y se prevé que tendrán en el desarrollo económico de sus zonas de influencia. En nuestra opinión, las modalidades de desarrollo territorial, y las interacciones entre el hombre y el medio que estas implican, son esenciales para entender el valor que la sociedad asigna a los servicios ambientales y, por lo tanto, a la conservación de los ecosistemas, en cuya estructura y funcionamiento se apoyan los flujos de tales servicios.

Las dos Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid, la Sierra del Rincón y la Cuenca Alta del Manzanares, sirven en este capítulo como “laboratorio” para estudiar el papel crítico de los servicios ambientales en la relación hombre - biosfera. En ese sentido, nos interesa resaltar la dicotomía existente entre dos modelos de desarrollo próximos en el espacio geográfico, pero muy contrapuestos en cuanto al papel “económico” de los servicios ambientales. Así, mientras en una de las Reservas los servicios ambientales y su conservación pueden servir como soporte de un nuevo modelo de desarrollo, en la otra Reserva, la dinámica de desarrollo plantea importantes conflictos con la conservación de tales servicios. Por ese motivo, en el primer caso, los objetivos de conservación pueden ser asumidos activamente por la población local y por la administración mientras que, en el segundo, se plantean recurrentes demandas para redefinir las funciones, los límites y los ob-

jetivos de la Reserva y de su zona de influencia. Mientras en el primer caso, la Reserva tiene un marco institucional cada vez mejor definido y sus objetivos son un factor de cohesión social, en el segundo, ha resultado más difícil establecer un modelo de gestión estable, una zonificación completa —que incluya, por ejemplo un área de transición—, y la construcción de un modelo de participación social es todavía una tarea pendiente. En el primer caso, la sociedad se integra de una manera proactiva en la gestión de la Reserva mientras que, en el segundo, aunque la Reserva cuente con un apoyo local considerable, persisten comportamientos individuales y colectivos que se siguen de un modelo reactivo y defensivo frente a los objetivos de la Reserva. Todas estas diferencias mencionadas se pueden entender si consideramos el valor diferencial, cuando no claramente opuesto, que los servicios provistos por la biosfera tienen en la dinámica de desarrollo local en una y otra Reserva.

El trabajo se organiza en dos bloques bien diferenciados. El primero, más general, presenta una reflexión sobre los servicios de los ecosistemas (sección II) y sobre su valor e importancia para definir los objetivos de las Reservas de la Biosfera (Sección III). El segundo (Sección IV), más específico, compara y opone el papel de tales servicios en las estrategias de desarrollo económico de las dos Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid. Todas estas reflexiones están motivadas por la necesidad de poner la valoración económica de los servicios ambientales en una perspectiva de desarrollo, de modo que toda la información que pueda obtenerse de los métodos aplicados sirva para apoyar la búsqueda de una interacción más armónica entre el hombre y la Biosfera.



Fotografía 1. La Pedriza. Cuenca Alta del Manzanares.

2. CONSIDERACIONES SOBRE LA VALORACIÓN DE FLUJOS BIOFÍSICOS DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA

La Biosfera aporta una amplia colección de funciones clave para generar unas condiciones de vida adecuadas, y para sostener los niveles de bienestar de que disfrutan las sociedades. Por ese motivo, su relación con el desarrollo económico es motivo de preocupación, ya que los cambios en la producción y el consumo y la expansión demográfica, se traducen en un aumento sostenido en la presión sobre los activos naturales lo que, a su vez, compromete la capacidad de tales activos para prestar servicios esenciales para el bienestar de las personas, para el funcionamiento de la economía y para mantener los avances del progreso social (Vitousek *et al.*, 1986; 1997; Postel *et al.*, 1996, MEA, 2005).

En este contexto, cada vez es más explícita la relación de dependencia entre el bienestar humano y los parámetros de calidad ambiental del medio habitado. Esta dependencia plantea un doble desafío a la investigación: de un lado, la gestión sostenible del medio natural hace necesario identificar los servicios prestados por los ecosistemas y, de otro, dicho conocimiento debe servir para avanzar hacia una gestión sostenible que asegure la perduración de los ecosistemas.

Como respuesta al primero de estos desafíos, en los últimos años ha ido tomando forma un valioso cuerpo de conocimientos sobre los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas. Aunque las menciones a los servicios de los ecosistemas no son recientes (Helliwell, 1969 y King, 1966), no es hasta la década de los años noventa cuando se empieza a trabajar de forma sistemática y aparecen las primeras definiciones reseñables, como las de Daily (1997) o Costanza *et al.* (1997). En tales definiciones, se pone en evidencia la necesidad de distinguir claramente entre funciones y servicios de los ecosistemas. Las primeras “se refieren a la variedad de propiedades biológicas, sistemas y hábitats”, mientras que los bienes (como los alimentos) y los servicios de los ecosistemas “representan los beneficios que las poblaciones humanas derivan, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas” (Costanza *et al.*, 1997, p. 253). La expresión “servicios de los ecosistemas” como concepto clave también ha sido adoptada por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2003).

También es necesario hacer referencia al concepto de “activos naturales”. Con este concepto quiere significarse que los ecosistemas, en cuanto capital colectivo, comparten características comunes con otros activos que producen bienes y servicios esenciales para el bienestar de la sociedad como son el capital humano, formado por los conocimientos, las capacidades y las habilidades de las personas, y por el capital físico, formado por las infraestructuras, las máquinas y todos los demás recursos productivos producidos por el hombre. Cabe añadir que, el apelativo “natural” debe interpretarse en sentido amplio, ya que muy pocas partes del territorio, no ya de las Reservas de la Biosfera analizadas, sino del conjunto de España, funcionan de forma similar a como lo harían en ausencia de la especie humana. En este caso seguimos el criterio adoptado por Costanza *et al.* (1997) de considerar tanto los ecosistemas naturales como los modificados (por ejemplo, los paisajes adhesados con cobertura de fresnos en ambas Reservas de la Biosfera). Por ese motivo, en el texto se empleará por conveniencia el término “activo natural” para referirse tanto a los ecosistemas no transformados como a los transformados (con excepción del suelo urbanizado).

En este orden de cosas, la caracterización de los servicios prestados por el ecosistema debe servir para la identificación de oportunidades o nichos de actividad económica, así

como su tipificación de estos servicios prestan en las Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid: esto servirá a nuestro objetivo de analizar y exponer las pautas de desarrollo económico habidas en ambas Reservas, y cómo éstas han conformado un escenario muy distinto para la gestión del territorio y para el mayor o menor impulso de actividades económicas compatibles con la conservación del entorno.

Los ejercicios de valoración económica de servicios y funciones ecológicas asociadas a los diferentes ecosistemas que configuran las Reservas de la Biosfera de la Cuenca Alta del Manzanares (RBCAM, en el resto del documento) y la Sierra del Rincón (RBSR), puede aportar un resultado operativo de cierto interés: la posibilidad de disponer de unidades (monetarias) definidas de manera consistente para medir las contribuciones de dichos ecosistemas al bienestar de la sociedad en su conjunto (véase Boyd y Banzhaf, 2007; y Sutton y Costanza, 2002). Sin embargo, como es bien sabido, tales valoraciones plantean desafíos metodológicos importantes que ponen en duda no sólo la precisión de los resultados numéricos obtenidos sino también su utilidad práctica. Ni es sencillo interpretar estas unidades monetarias como unidades contables (que pudieran ser conmensurables con variables agregadas sobre la actividad económica), ni todos y cada uno de los servicios del ecosistema son fácilmente vinculables en todos los casos al bienestar humano.

Además, la oferta de servicios de los ecosistemas de la Cuenca Alta del Manzanares y la Sierra del Rincón, como es sencillo intuir, es variable a lo largo del tiempo (no ya por la modificación de usos del suelo sino también por la propia evolución natural de dichos ecosistemas), de modo que, en ocasiones, podría ser necesario considerar en la valoración no sólo la oferta actual, sino su evolución tendencial.

Antes de que los servicios puedan ser valorados han de ser analizados en términos biofísicos. Este análisis implica, para los llamados servicios de producción, la cuantificación previa de los flujos de bienes obtenidos en el ecosistema en unidades físicas. Para los servicios de regulación, el cálculo exigiría adicionalmente un análisis, explícito desde el punto de vista espacial, del impacto biofísico del servicio en el entorno. La valoración del servicio de regulación del ciclo hídrico por los ecosistemas forestales de ambas Reservas, por ejemplo, exigiría un análisis previo del impacto que las masas forestales tienen sobre el caudal aguas abajo del río Manzanares o el río Jarama (reducción de caudales máximos, aumento de la oferta de agua en periodos secos, previsible reducción de ésta en periodos húmedos, etc.).

Lo importante, más allá de los desafíos metodológicos y de la utilidad de las valoraciones monetarias, es reconocer que, desde la óptica del análisis económico, los ecosistemas funcionan como cualquier forma de capital (generan un flujo de servicios a lo largo del tiempo y el volumen de capital puede mantenerse intacto si los servicios se consumen de manera sostenible). Además, cada ecosistema genera una variedad de servicios y no sólo uno. Analizar los ecosistemas desde esta perspectiva multifuncional exige, por lo tanto, establecer una distinción clara entre el valor total del ecosistema como activo y el valor (en términos de variaciones positivas o negativas en el bienestar de la sociedad) de cambios menores o discretos en el flujo de cada servicio.

Conviene señalar que si ecosistemas son, desde un punto de vista económico, activos de capital natural, sólo tiene sentido valorar en aquellas situaciones en las que su capacidad para proveer un conjunto de servicios y funciones ecológicas sea puesta en entredicho. No se valora, por lo tanto, el ecosistema en sí, sino su capacidad para proporcionar flujos (en unidades biofísicas) de servicios.

3. LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MANZANARES Y LA SIERRA DEL RINCÓN

La identificación de servicios de los ecosistemas, a efectos de aproximarse a su valor económico, tiende a hacerse en torno al concepto de valor económico total. El valor económico total —una expresión frecuente en la literatura sobre valoración de servicios de los ecosistemas—, responde a un esquema de clasificación de los diversos valores que proporcionan los ecosistemas con las siguientes categorías básicas: valores de uso directo (consuntivo y no consuntivo), valores de uso indirecto, valores de opción y valores de no-uso.

Las aportaciones de Hein et al. (2005) y Farber et al. (2006) coinciden en una clasificación que incluye tres tipos básicos de servicios, en línea con la propuesta de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2003): servicios de provisión, de regulación y culturales. Esta iniciativa del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, además propone una cuarta tipología de servicios denominada “de soporte”, que se corresponde en parte con el valor primario de sustento de la vida de Turner et al. (2000). En general, y a pesar de las excepciones y de que la forma de denominar los servicios varía de unas clasificaciones a otras, puede observarse un acuerdo básico en la literatura sobre el tipo de servicios a considerar.

Tabla 1. Servicios de los ecosistemas presentes en las Reservas de la Biosfera.

Servicio	Descripción	Servicios agrupados
Producción de alimentos y materias primas	Producción de biomasa forestal y agrícola, ganadería y cualquier tipo de producción de seres vivos que no se extraiga con fines recreativos	Producción de madera, de leña, de piñones, de corcho, de hongos, producción agraria y producción ganadera forestal.
Provisión de agua	Satisfacción de la demanda de agua para usos consuntivos urbanos, industriales y agrícolas	Provisión de agua para uso agrícola, para uso industrial, para uso doméstico y para uso energético.
Servicios recreativos	Uso de activos naturales y de sus atributos como lugar de recreo con carácter eventual o no residencial	Servicio recreativo en el interior.
Caza y pesca deportiva	Captura y recogida de especies y productos vivos con fines recreativos	Caza Menor, Caza Mayor y Pesca deportiva en aguas continentales.
Control de la erosión	Retención de suelo por la cubierta vegetal frente a procesos erosivos	Control de la erosión in situ y ex situ.
Tratamiento de residuos (por las aguas)	Deposición, dispersión y depuración de vertidos al medio hídrico. Capacidad natural de autodepuración	Tratamiento de vertidos en aguas continentales.
Captura de carbono y gases de efecto invernadero	Fijación y captura (almacenamiento) de CO ₂ y del C contenido en otros gases de efecto invernadero	Captura de carbono en ecosistemas forestales, en suelo agrícola y en turberas.
Conservación de la diversidad biológica	Valores de no-uso asociados a la conservación de especies y espacios	Conservación de la diversidad biológica en ENP y en todo el territorio.

Fuente: Elaboración propia.

Sobre esta base, es posible establecer una clasificación ad hoc para la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del río Manzanares (RBCAM) y la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón (RBSR) atendiendo a las peculiaridades de sus ecosistemas. En este listado, que refleja fundamentalmente valores de uso directo e indirecto (a excepción del servicio de conservación de la diversidad biológica, en que el componente de no-uso es más evidente), se adapta a la escala de las Reservas de la Biosfera.

En realidad, la voluntad de obtener una expresión monetaria del valor que los activos naturales tienen en el bienestar de la sociedad responde a la necesidad de poder comparar éste con el valor económico de los bienes y servicios que habitualmente se contabilizan en las diferentes medidas (macroeconómicas) de la producción agregada. Genéricamente se interpretan los servicios de los ecosistemas como los beneficios que la naturaleza proporciona a la economía en su conjunto. Daily (1997) ya señalaba, como principal virtud del concepto, su capacidad para poner de manifiesto algo que permanecía oculto hasta entonces, especialmente en los procesos de decisión: los ecosistemas son susceptibles de ser socialmente valorados en formas que no necesariamente responden a la intuición más inmediata (por ejemplo, por su capacidad para fijar carbono mediante el proceso fotosintético).

Por otro lado, el mismo individuo podría asignar un valor diferente al mismo servicio si éste es proporcionado a una escala espacial diferente. Esta segunda observación es especialmente determinante en lo que se refiere a los servicios de regulación, aunque podría ser relevante de igual modo en el caso de los servicios recreativos o la conservación de la diversidad biológica, por citar algunos de los más relevantes para la RBCAM y la RBSR. Con independencia de algunos trabajos (MEA, *op. cit.*; Turner *et al.*, 2003), la dimensión espacial del valor (es decir, su vinculación a los usos del suelo y a la localización espacial de la actividad humana), no ha recibido una atención reseñable. A primera vista, esta consideración pudiera parecer irrelevante. Se podría argumentar que lo verdaderamente importante es conocer el peso que los servicios que prestan los ecosistemas tienen en el bienestar de la sociedad en su conjunto. Sin embargo, los beneficios y los costes de la conservación no se distribuyen homogéneamente en el espacio y no todas las personas tienen los mismos intereses, ni sus acciones e incentivos se coordinan fácilmente a favor, o en contra, de la conservación de la biosfera (por ejemplo, la necesidad de compensar a aquellos ciudadanos que soportan en mayor medida el coste de oportunidad de conservar la diversidad biológica). Piénsese, por ejemplo, en la trascendencia que la transferencia de competencias sobre Parques Nacionales desde el Estado central a las Comunidades Autónomas tiene en este sentido.

En realidad, la valoración va intrínsecamente unida a las elecciones y decisiones que las personas, individualmente, y la sociedad, a través de sus instituciones de acción colectiva, debe tomar en relación a cualquier recurso natural o ambiental. Aunque no se haga explícito, la sociedad valora permanentemente los servicios ambientales. Lo hace implícitamente cuando, a través de sus mecanismos de representación colectiva, opta por imponer limitaciones al uso público de un espacio natural protegido; cuando decide permitir o no la contaminación del agua en el tramo alto de un río ignorando su efecto aguas abajo; cuando concede el derecho de desarrollar una actividad ganadera o apuesta por la agricultura de regadío frente al abastecimiento doméstico. También lo hace cuando adopta un modelo de crecimiento difuso para sus ciudades, aumentando las distancias de transporte (y, consecuentemente, el consumo de combustible y la contaminación asociada), o cuando refuerza sus sis-



Fotografía 2. Cuenca Alta del Manzanares.

temas de transporte colectivo para evitar algunos de esos costes externos (su impacto sobre esos ecosistemas, entre otras cosas).

Cualquier decisión que afecte a un ecosistema puede implicar la disminución de un servicio como consecuencia del aumento de otro. Todas estas decisiones, en presencia o no de una valoración económica explícita de los servicios de los ecosistemas, dan lugar a soluciones de intercambio entre diferentes servicios dentro de un mismo ecosistema.

Parece conveniente igualmente señalar que, si no existiesen presiones sobre los ecosistemas, éstos podrían proporcionar un flujo estable de servicios a lo largo del tiempo. Sin embargo, hay dos elementos que obligan a matizar dicha afirmación: en primer lugar, la evidencia de que los ecosistemas de la RBCAM y la RBSR ya han sido parcial o totalmente alterados por la acción del ser humano. En segundo lugar, la certeza de que muchos de esos servicios podrían proporcionarse de manera estable. De ese modo, tanto la evidencia de presiones sobre los ecosistemas como la necesidad de incurrir en algunos sacrificios para poder disfrutar algunos de estos servicios obligan a pensar en la existencia de costes asociados a la provisión de estos servicios.

Por ejemplo, la actividad agraria podría expandirse hacia las zonas boscosas de la Cuenca Alta del río Manzanares pero eso eliminaría los servicios prestados por el ecosistema forestal para la superficie sometida a dicho cambio de cobertura. Conservar los servicios del ecosistema implica conservar el ecosistema que los produce y esto, a su vez, implica que la sociedad asumirá un sacrificio (la renuncia a los beneficios que obtendría con la mejor alternativa factible). Las tendencias observadas sugieren que la evolución de los usos del suelo suele conspirar en contra de la conservación de los servicios de los ecosistemas.

4. EL DESARROLLO ECONÓMICO Y LA CONSERVACIÓN EN LO QUE HOY SON LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Uno de los problemas latentes que se presenta en muchos espacios protegidos es la falta de apoyo de las poblaciones locales debido a la distinción esencial entre el lugar de producción de los servicios ambientales y el lugar en que estos se utilizan (y, por tanto, se transforman en un flujo de bienestar para las personas). Es muy probable que exista un problema de compatibilidad de incentivos entre la población local (que puede percibir los costes pero no los beneficios de la conservación) y la población afectada positivamente por la existencia de las Reservas de la Biosfera. Esta distinción tendrá consecuencias importantes para la relación entre la conservación y el desarrollo local. Por ese motivo, una Reserva de la Biosfera puede percibirse como un freno a la expansión de algunas actividades que, de acuerdo con criterios comerciales, pueden resultar rentables para la economía local (como la urbanización del suelo o su utilización para actividades extractivas). Por otra parte, la dificultad de revisar a la baja las restricciones vigentes sobre espacios protegidos, podrían influir sobre la voluntad de las autoridades políticas o los gremios regionales, en caso de que perciban que la declaración de un espacio protegido pone límites a las alternativas de desarrollo urbano o a la provisión futura de infraestructuras de transporte. También cabe la posibilidad de que un espacio protegido se perciba como una oportunidad para articular un modelo de desarrollo local basado en la provisión de bienes y servicios locales ligados a la conservación de la naturaleza y del patrimonio. Evidentemente, el apoyo y la participación de las poblaciones locales estarán en gran medida condicionados por estas percepciones y será una meta más fácil de conseguir cuando los incentivos de la declaración de una Reserva sean compatibles con los objetivos de los agentes locales.

Para poder “integrar las Reservas de la Biosfera en el planeamiento regional” es indispensable que no exista contradicción en los objetivos sociales que guían una y otra iniciativa. Si las Reservas son un elemento de desarrollo será necesario no sólo que la economía local lo perciba de ese modo, sino también hacer un esfuerzo para poner en valor los servicios ambientales de la Reserva como fuente de ingreso y de oportunidades de empleo para la población local. En este sentido, las líneas que siguen tratarán de ilustrar el caso de las Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid en tres dimensiones. En primer lugar, se establecerá una comparación entre una reserva muy próxima a un núcleo dinámico y en expansión de actividad económica (como es el caso de la RBCAM en relación al gran área metropolitana de Madrid), con otra, no muy alejada en el espacio, con población dispersa y en declive, en una zona desfavorecida de montaña y con escasas actividades de producción (como es el caso de la RBSR). En segundo lugar, el origen y la forma de organización de ambas Reservas permite sacar a la luz un marcado contraste entre una Reserva de la Biosfera (la RBCAM) que hereda una infraestructura y un marco institucional (del Parque Regional del mismo nombre), mientras que la otra surge desde abajo y sirve para articular distintos espacios (un Lugar de Importancia Comunitaria sin un órgano formal de gestión, que a su vez, comprende el territorio de una Reserva de Caza y un Sitio Natural de Interés Nacional), que cobran entidad y sirven para dinamizar el desarrollo cuando estos se constituyen como Reserva de la Biosfera. Finalmente, el último aspecto a considerar, quizá el más importante para este análisis, serán las posibilidades que surgen con las Reservas de la Biosfera para promover modalidades significativas de desarrollo local dando un nuevo valor a los servicios ambientales del territorio.

a) Marco general

La mejor manera de aproximarse al estudio de la relación entre los espacios protegidos y el desarrollo económico es a través del estudio de los procesos de evolución del uso del territorio y, concretamente, de la ocupación del suelo. En el caso de Madrid, resulta conveniente distinguir entre los denominados efectos escala, que implican un crecimiento proporcional de los espacios ocupados a medida que se incrementa la población, la producción y el consumo, y los efectos composición, que pretenden reflejar los cambios en la estructura productiva y en los modelos de desarrollo urbano.

De acuerdo con el primer enfoque, puede observarse cómo el crecimiento económico y demográfico conduce a una expansión en el medio siglo comprendido entre 1956 y 2005, que multiplica por siete el suelo ocupado (de 11.850 a 84.000 hectáreas; Comunidad de Madrid, 2007) con un crecimiento promedio interanual del 4%. Este ritmo de expansión es similar al experimentado por la actividad económica de la región, pero sensiblemente superior al registrado por la población (que creció a una tasa media del 2,7%). El aumento significativo de la población llevó la densidad media de la Comunidad de 227 a 743 habitantes por kilómetro cuadrado. También se tradujo en un uso mayor de suelo por habitante, que creció en el mismo período a un 1,3% anual (aumentando de 65 m²/habitante en 1956 a 140 en 2005).

Estas tendencias medias no ocultan los cambios importantes que se han producido en las dinámicas y en los factores determinantes de la ocupación del suelo. Así, entre 1956 y 1981 la población y el suelo ocupado crecieron a ritmos similares. Hasta la segunda mitad de los 90 el suelo ocupado creció rápidamente en la fase de desaceleración y posterior estancamiento demográfico, para crecer aún más rápidamente a partir de esos años con la recuperación demográfica y el auge económico. El análisis de la distribución espacial de la población y de los usos del suelo, como consecuencia de lo anterior, muestra que la dinámica de ocupación del suelo no es sólo la consecuencia previsible de la expansión económica, sino principalmente la consecuencia de un cambio de modelo de relación con el territorio. Este cambio tiene profundas implicaciones sobre la relación entre lo urbano y lo rural, y también entre los espacios domesticados por la economía y los que preservan sus funciones de reserva de la naturaleza.

Este modelo territorial emergente ha sido estudiado en detalle, por ejemplo, por Naredo y García Zaldívar (2008). En lo que concierne a la Sierra de Madrid, el cambio puede representarse por la transición, desde un modelo de núcleos rurales dispersos en un espacio natural poco intervenido, hacia un modelo en el que predominan los núcleos urbanos interconectados por infraestructuras de alta capacidad y en el que los espacios rurales, más o menos naturales, se someten a fragmentaciones sucesivas que les convierten poco a poco en islas dispersas. En el caso de Madrid, el foco de esta expansión se sitúa en el núcleo urbano de la capital, cuya influencia se extiende a puntos cada vez más alejados. Si, en 1956, Madrid capital contaba con el 60% del suelo ocupado de la Comunidad, en 2005 este porcentaje se había reducido al 25% gracias al aporte del suelo del área metropolitana que, desde entonces, se convierte en la principal fuente de oferta de suelo nuevo. Entre 1975 y 1980, los municipios periféricos aportaron 1.600 de las 2.950 hectáreas anuales de suelo nuevo, y tal aporte alcanzó 1.450 de las 1.900 hectáreas anuales que se añadieron entre 2000 y 2005.

b) Desarrollo y Conservación de los Servicios Ambientales en la RBCAM

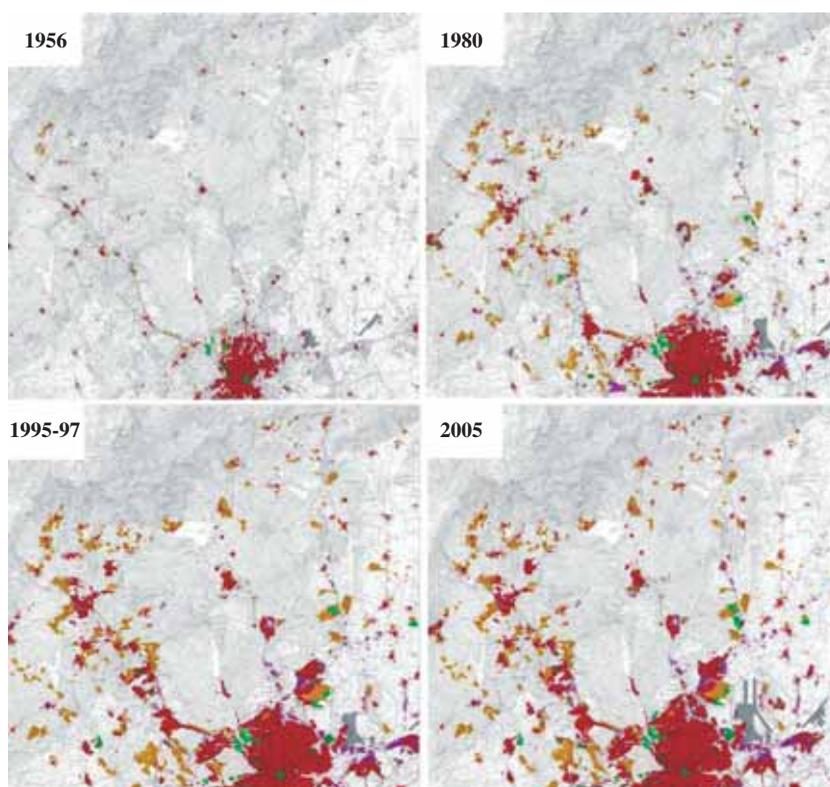
Además de crecer en escala, a través de la ocupación del territorio, la actividad económica en el territorio se ha ido transformando gradualmente desde un modelo organizado en concentraciones urbanas compactas, hacia otro formado por una red urbana difusa con un uso cada vez más extensivo del territorio. Este modelo de expansión no sólo descentraliza los centros urbanos pre-existentes, sino que también adapta los otrora núcleos rurales alejados con un desarrollo urbano que encapsula el patrimonio urbano previo, y que amenaza con convertir los vestigios rurales y urbanos del modelo anterior en “residuos testimoniales”. Estas mutaciones del modelo de desarrollo territorial se ponen de manifiesto en la sierra madrileña y sus consecuencias, especialmente en la zona de influencia de la RBCAM, se ven reforzadas por el colapso del modelo previo de economía rural cuyo mantenimiento dependía de la permanencia de bajas densidades de población.

Estos fenómenos tienen incidencia sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y sobre los flujos y el valor de los servicios que estos prestan a la sociedad. Los cambios mencionados modifican los paisajes culturales y el patrimonio arquitectónico de los pueblos tradicionales de la Sierra, y transforman y desnaturalizan el paisaje rural tradicional. En ese contexto, los objetivos de la conservación consisten cada vez menos en mantener funciones ambientales de soporte de actividades tradicionales, y se ciñen cada vez más a la preservación de los espacios “naturales” residuales. La demanda social de una mayor protección a estos lugares tiene su origen en que éstos se perciben como activos cada vez más valiosos, no solo por su acusada escasez y su carácter singular como nicho ecológico, sino también por su importancia para el bienestar de la población urbana a la que provee de servicios esenciales, tales como el agua, calidad del aire y oportunidades recreativas. Lo esencial es que, en el nuevo modelo territorial, los servicios locales de los ecosistemas ya no son necesariamente el eje ni el factor promotor y articulador de la dinámica de desarrollo local. Todo lo contrario, la destrucción del modo de vida tradicional y la creciente importancia de los servicios ambientales con destino a la población urbana, junto con el valor del suelo urbanizable, hacen que la conservación empiece a ser percibida por sectores importantes de la población como un factor limitante del desarrollo. En este contexto, más que sinergias con el progreso de la economía de mercado, la conservación se convierte o puede convertirse en una potencial fuente de conflictos de intereses.

La fragilidad de la economía rural y su limitada resistencia al cambio se explica también por las escasas oportunidades que siempre tuvo el desarrollo rural en lo que hoy es el territorio de las Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid. Estas opciones, históricamente, estuvieron limitadas por una mezcla de desventajas de marginalidad geográfica, orografía desfavorable y presencia generalizada de suelos poco aptos para la producción agraria.

El territorio de la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares es un reflejo de las tendencias arriba descritas para el conjunto de la Comunidad de Madrid, especialmente en las áreas más próximas a Madrid ciudad —Las Rozas, Alcobendas y San Sebastián de los Reyes— (ver Mapa 1).

Basándonos en el estudio de Naredo y García Zaldívar (2008), en 1956 la cantidad de superficie ocupada por lo que los autores definen como ocupación directa (que comprende los usos residenciales, industriales y de ocio, así como las infraestructuras de transporte, comunicación y otros), en los municipios de la Reserva de la Biosfera, era de 1.622 hectáreas. En



Mapa 1. Evolución de la ocupación de suelo en la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares. Fuente: Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

2005, esa cifra fue más de 11 veces superior, con un crecimiento cercano al 5% anual durante el periodo contemplado. El componente residencial pasa de 1.425 ha a 12.969 ha, con un crecimiento del 4,5% anual.

Es en los años previos a 1980 cuando se producen los crecimientos más vertiginosos en los ámbitos contemplados. La ocupación de suelo se multiplica por 6,5 hasta llegar a las 10.793 ha, lo que supone un crecimiento del 7.9 % anual, en contraposición con el 2% que experimentará a partir de este año y hasta 2005, reflejo de las intensas migraciones campo-ciudad de los años 50 y 60 que harán crecer la población de la zona a una tasa de 6,83%, multiplicando dicha población por 5. El suelo destinado a uso residencial crece a un ritmo del 8% anual, mayor que el de la población, lo que indica el temprano atractivo de la sierra como lugar de esparcimiento de la población urbana. A partir de 1980 la tendencia, sin embargo, se invierte: la población crecerá más de 2,5 puntos porcentuales por encima de la ocupación de terreno para usos residenciales.

La ocupación de suelo destinada desde 1956 a usos industriales en esta Reserva, junto con la proporción que hoy ocupa el sector servicios en el PIB municipal, proporcionan una

Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid

idea clara de los pilares en los que se basó el desarrollo económico de la zona. La superficie industrial pasó de 6 ha en 1956 a 1.466 ha en 2005, lo que supone un crecimiento del 11,12% anual. De nuevo, si examinamos las tendencias en los distintos periodos, observamos que hasta 1980 se produce la industrialización de la zona, pues se multiplica por 95 el suelo empleado en tales usos.

La situación actual parece augurar un relanzamiento de las tendencias observadas en el pasado, una vez que se supere el parón inmobiliario y la crisis económica. Al menos, esto es lo que puede deducirse, por una parte, del stock de suelo en promoción existente en 2005 en la RBCAM (Tabla 2) y, por otro, de la superficie de suelo no productivo y su evolución. Una vez más los stocks disponibles señalan los mismos patrones de ocupación, siendo los municipios de la zona metropolitana —Las Rozas de Madrid, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas— donde se localiza casi el 50% del suelo en promoción. A juzgar por la oferta de suelo, las zonas más próximas a la Sierra, en las zonas tampón de la RBCAM, siguen teniendo atractivo urbanístico, como demuestran municipios como El Boalo, Soto del Real, Collado-Villalba o Miraflores de la Sierra.

Tabla 2. Stock de Suelo en promoción en la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares.

	Stock 2005 (ha)	Proporción sobre total
Manzanares el Real	0	0%
Colmenar Viejo	475	17,8%
Hoyo de Manzanares	39	1,5%
Moralzarzal	12	0,4%
Las Rozas	365	13,6%
Soto del Real	116	4,3%
Becerril de la Sierra	0	0%
Navacerrada	0	0%
San Sebastián de los Reyes	342	12,8%
Alcobendas	552	20,6%
Collado-Villalba	118	4,4%
Tres Cantos	102	3,8%
Galapagar	306	11,4%
El Boalo	82	3,1%
Torreldones	70	2,6%
Cercedilla	0	0%
Miraflores de la Sierra	96	3,6%
TOTAL	2675	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Naredo y García Zaldívar (2008)

Los términos municipales de lo que podríamos denominar la zona intermedia de la RB-CAM, entre la corona metropolitana de Madrid y los municipios de montaña, parecen tener un interés creciente por parte de la población tal y como refleja su stock de suelo en promoción para 2005. Estos municipios, entre los que se incluyen TorreloDONEs, Galapagar, Hoyo de Manzanares, Colmenar Viejo y Tres Cantos, representan el 37% del suelo en promoción en el total de la Reserva de la Biosfera. Este fenómeno se origina, por un lado, en la necesidad de acomodar a la creciente población empleada en el área madrileña y que huye de la aglomeración urbana y, por otro, en el incremento continuado de los precios de la vivienda.

La expansión urbana también ha sido más intensa sobre suelo de las clases más aptas para cultivo de la Comunidad de Madrid (Clases III y IV). El crecimiento de las poblaciones, y la necesidad de conectar las redes de núcleos urbanos, crea la necesidad de aumentar las infraestructuras para alojar a más individuos, y acomodar los cambios en la estructura productiva —de industrialización primero y terciarización después—. La paradoja de que esta ocupación se centre en los suelos más aptos para el cultivo se explica por el hecho de que los poblados anteriores prefirieran los emplazamientos con mayor potencial productivo y a que, por el mismo motivo, fueron estas tierras las que mejor se acondicionaron y para las que se hicieron las infraestructuras viales del modelo anterior de desarrollo. Todos estos factores explican que sean estas tierras, precisamente las más valiosas para la producción agraria, las que paradójicamente presenten el mayor beneficio financiero para su ocupación por actividades urbanas.

Tabla 3. Suelo ocupado en la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares.

Tipo de suelo	Consumo de suelo 1980-2005 (ha)	Consumo de clase sobre consumo total	Uso del suelo	Consumo de suelo 1980-2005 (ha)	Consumo de clase sobre consumo total
Clase I	0	0%	Regadío	161	2,06%
Clase II	0	0%	Labor seco	2.065	26,38%
Clase III	3.728	47,63%	Leñosos seco	29	0,37%
Clase IV	802	10,25%	Prados-Pastos	2.928	37,41%
Clase V	101	1,29%	Matorral-pastizal	1.137	14,53%
Clase VI	3.099	39,59%	Frondosas	375	4,79%
Clase VII	85	1,09%	Coníferas	54	0,69%
Clase VIII	0	0%	Mixtos	60	0,77%
No definida	13	0,17%	No productivo	1.012	12,93%
TOTAL	7.827	100%	TOTAL	7.827	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Naredo y García Zaldivar (2008)

Todos estos elementos configuran un modelo particular de interacción entre los objetivos de la conservación natural, representados en la actual RBCAM, y el desarrollo económico en el territorio. Un rasgo determinante de este desarrollo consiste en la discrepancia manifiesta

entre los valores locales asociados al territorio en función de sus potencialidades intrínsecas (por ejemplo, para soportar de un modo sostenible formas de producción local a partir de servicios de las Reservas de la Biosfera) y los valores derivados de la proximidad a Madrid (por ejemplo, como espacio accesible de ocio o como lugar de descanso).

Las dos formas de valorar los servicios ambientales entran en contradicción cuando, por ejemplo, el precio del suelo es mayor en razón de su uso potencial para construcción de segundas viviendas que como base para la preservación del patrimonio rural o del mantenimiento de explotaciones tradicionales. También se manifiesta esta contradicción en el riesgo de que la afluencia de turistas o caminantes, comprometa la capacidad de acogida de especies amenazadas o pueda deteriorar cimas, laderas, lagunas y otros activos naturales. Aunque, sin lugar a dudas, los servicios de la naturaleza aportan beneficios importantes (por la provisión de paisaje, agua, servicios recreativos, soporte de la fauna y la flora, etc.), estos valores pueden entrar en conflicto con otros usos alternativos del suelo (como albergues, segundas viviendas, grandes infraestructuras para comunicar o para descongestionar el núcleo urbano próximo). Del mismo modo, la adecuada protección del entorno natural puede también entrar en conflicto con la afluencia de turistas.

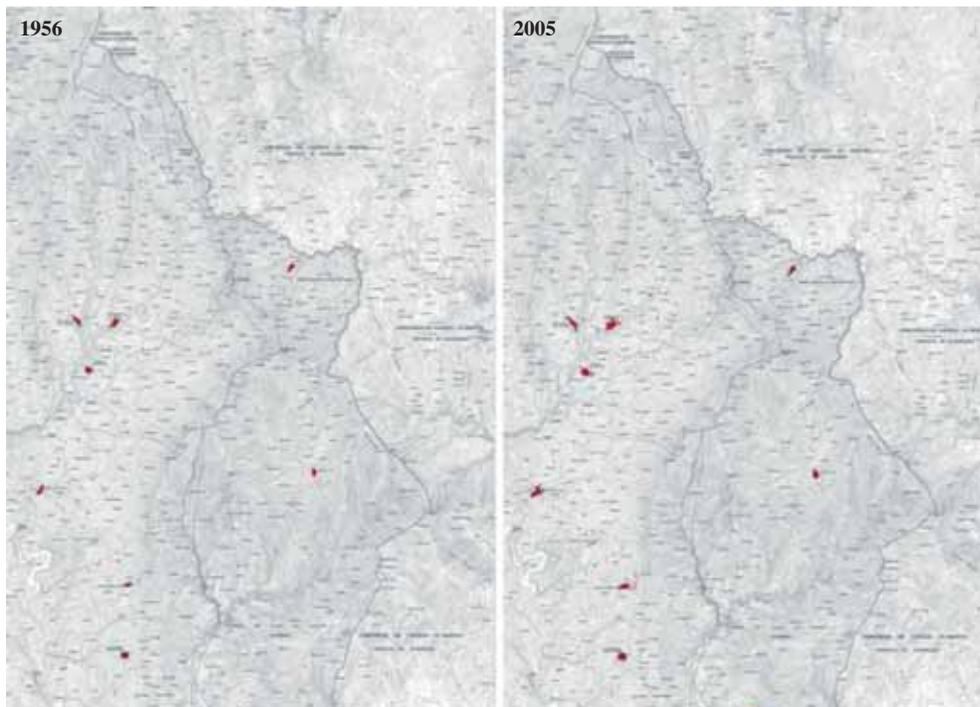
El hecho importante a resaltar es la falta de sinergias y la presencia de conflictos potenciales entre un espacio natural protegido y el modelo de desarrollo territorial circundante. En ese contexto, como es característico de la RBCAM, el esquema de gestión de la Reserva consiste en un modelo de gestión de Parque Natural orientado básicamente a la protección de los activos naturales que alberga el parque, al cumplimiento de normas y restricciones de uso y en general a una gestión más bien defensiva que proactiva en relación al desarrollo económico. El objetivo es preservar los valores naturales frente a las amenazas del desarrollo y no, como ocurre en otros casos, convertir la preservación en un elemento dinamizador del desarrollo económico.

c) Conservación y Desarrollo en la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón

La RBSR representa en muchos aspectos el modelo opuesto de desarrollo. A una distancia mayor de Madrid capital y, por tanto, de la floreciente industria y del progreso económico, la zona sufrió el despoblamiento rural desde los años 50. Su población se redujo en más de un 60% en el periodo 1956-1980. En el Mapa 2, podemos ver cómo, al contrario que la RBCAM, la RBSR apenas sufrió cambios en el período 1956-2005, estando solo ocupado un 0,57% de su superficie en el año 2005. A ello contribuyó sin duda la carencia de suelos adecuados para cultivo. Paradójicamente, esto permitió conservar los ecosistemas de la zona y, con ello, también sirvió para preservar la opción de apoyar el desarrollo local en los servicios ambientales de la Reserva.

Al igual que en la RBCAM, los asentamientos poblacionales tienden a ocupar las tierras alrededor de núcleos ubicados en las áreas de mayor fertilidad. Sin embargo, en la RBSR, todavía se conserva un marcado carácter rural y se mantienen actividades tradicionales y formas de explotación extensivas. Todo ello a pesar de la mayor diversidad de una actividad productiva cada vez más focalizada en las actividades de servicios.

El consumo de suelo en esta Reserva ha concentrado su afección en los terrenos destinados a pastos y selvicultura. Los cambios más destacables consisten en variaciones en los



Mapa 1. Evolución de la ocupación de suelo en la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares. Fuente: Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

usos de suelo no ocupado. La Tabla 4 permite apreciar cómo han operado estas transformaciones en el periodo 1980-2005.

Por usos del suelo, en todo el territorio de la Reserva vemos como son las superficies dedicadas a regadío, matorral y usos mixtos las que experimentan un avance mayor, especialmente los usos mixtos cuyo crecimiento es explosivo con tasas del 12,5% anual en el periodo 1980-2005. Por el contrario, los suelos dedicados a la explotación agraria de secano y los suelos improductivos son los que presentan retrocesos mayores, seguidos de las superficies de coníferas y los prados dedicados a pastos para ganadería.

Estas dinámicas de ocupación de territorio van seguidas de dinámicas económicas muy distintas en materia de producción en ingreso. Los municipios del Alto Manzanares tienen niveles altos de ingreso per-cápita, mientras que los municipios de la Sierra del Rincón forman parte de las zonas más desfavorecidas de la Comunidad de Madrid. Las actividades productivas en los territorios de las Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid confirman el contraste ya enunciado entre los dos modelos de desarrollo, como puede verse en la Tabla 5. La RBSR presenta aún un peso muy significativo del sector agrario, aunque con elevadas diferencias entre sus municipios, mientras que en la RBCAM la presencia de actividades agrícolas es un componente residual. El sector servicios, propio de economías terciarizadas como la española, en la RBSR se focaliza en actividades hosteleras y turísticas, en tanto que en la

Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid

RBCAM presenta una mayor dispersión entre servicios y ocupaciones más propias de sistemas urbanos (como los servicios profesionales, consultoría, telecomunicaciones, servicios inmobiliarios, financieros, etc.).

Tabla 4. Consumo y formación en los usos de suelo no de ocupación en la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón.

Uso del suelo	Formación de suelo 1980-2005 (ha)	Formación de clase sobre consumo total	Consumo de suelo 1980-2005 (ha)	Consumo de clase sobre consumo total	Porcentaje de cambio entre stocks de 1980 y 2005
Regadío	133	1,62%	0	0%	100%
Labor secano	58	0,71%	375	4,58%	-84,5%
Leñosos secano	0	0%	0	0%	0%
Prados-Pastos	1.201	14,67%	1.531	18,7%	-16,4%
Matorral-pastizal	2.901	35,4%	2.440	29,81%	8,5%
Frondosas	1.719	21%	733	8,95%	41,6%
Coníferas	818	9,99%	2.062	25,19%	-33,1%
Mixtos	1.080	13,19%	24	0,29%	2.200%
No productivo	274	3,35%	1.022	12,48%	-63,9%
TOTAL	8.186	100%	8.186	100%	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de Naredo y García Zaldivar (2008).



Fotografía 3. Molino en La Hiruela.

Tabla 5. Distribución sectorial de PIB municipal en los años 2004 y 2007.

		Agricultura		Industria		Servicios	
		2004	2007	2004	2007	2004	2007
Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón	La Hiruela	6,55	4,99	33,12	14,75	60,34	80,26
	Horcajuelo de la Sierra	10,43	5,98	26,19	42,32	63,39	51,7
	Montejo de la Sierra	5,69	4,09	16,96	21,06	77,34	74,85
	Prádena del Rincón	6,42	7,45	27,92	38,88	65,66	53,67
	Puebla de la Sierra	21,02	18,35	0	0	78,98	81,65
Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Río Manzanares	Manzanares el Real	2,35	1,89	27,58	27,98	70,07	70,13
	Colmenar Viejo	0,7	0,58	35,3	33,28	63,99	66,14
	Hoyo de Manzanares	0,56	0,43	13,99	12,49	85,45	87,08
	Madrid	0,02	0,01	16,85	16,68	83,14	83,31
	Moralzarzal	0,66	0,43	24,43	32,82	74,9	66,76
	Las Rozas	0,02	0,01	19,44	14,91	80,53	85,07
	Soto del Real	0,54	0,39	25,14	22,42	74,31	77,19
	Becerril de la Sierra	1	0,66	30,82	32,18	68,18	67,16
	Navacerrada	0,89	0,82	29,58	18,52	69,53	80,66
	San Sebastián de los Reyes	0,1	0,07	27,56	24,24	72,34	75,68
	Alcobendas	0,01	0,01	29,03	26,78	70,96	73,21
	Collado-Villalba	0,09	0,05	25	24,8	74,91	75,15
	Tres Cantos	0,03	0,01	27,01	21,89	72,96	78,1
	Galapagar	0,25	0,17	27,37	25,84	72,38	73,98
	El Boalo	1,6	1,05	32,16	34,86	66,23	64,09
	Torrelodones	0,07	0,03	11,26	11,11	88,67	88,86
	Cercedilla	1,1	0,83	16,72	16,21	82,18	82,96
	Miraflores de la Sierra	1,98	1,56	24,96	26,75	73,06	71,7

Fuente: Oficina Estadística de la Comunidad de Madrid.

En claro contraste con el dinamismo económico que caracteriza la región metropolitana de Madrid, la RBSR se localiza en el núcleo más apartado de la denominada Sierra Norte, es decir, de la comarca de Madrid que presenta los mayores problemas derivados, por una parte, de la crisis del modelo tradicional de desarrollo y, por otra, de la carencia de un modelo alternativo. Sin embargo, a diferencia de la RBCAM y a pesar de las dificultades asociadas a su localización y al declive demográfico y económico, la RBSR supone una oportunidad para potenciar el desarrollo sobre la base de valores asociados al territorio, dentro de los que se encuentran los derivados de los activos naturales únicos, como el Hayedo de Montejo y las Dehesas Boyales de La Puebla de la Sierra, Horcajuelo, Prádena del Rin-

cón y La Hiruela, pero también del patrimonio rural y de la puesta en valor de actividades tradicionales.

Evidentemente, esta alternativa de desarrollo no supone que el valor añadido se deba encontrar en la producción de bienes primarios de la agricultura tradicional, en general poco productiva. Por el contrario, las oportunidades de desarrollo se encuentran en los atributos diferenciados de estos bienes que, en primer lugar, sean capaces de poner en valor su carácter tradicional, artesanal o ecológico, y, en segundo lugar, sepan construir oportunidades de mercado asociadas al prestigio de un territorio (es decir, a sus servicios ambientales).

Así, por ejemplo, la agricultura ecológica, al ser un sistema de producción vegetal y animal en el que se da prioridad a los métodos de gestión del suelo y del ciclo del producto sobre el uso de fertilizantes y otros insumos, abre la posibilidad de diferenciar los productos asociándolos a los valores no sólo de esta modalidad de producción, sino también al lugar en que estos bienes se producen. A finales de 2008, Madrid contaba con más de 5.000 hectáreas concentradas espacialmente en zonas de montaña y de agricultura tradicional por lo que esta modalidad parece consolidarse como una alternativa para recuperar producciones tradicionales. En los municipios de la Sierra del Rincón, a pesar de la escasa superficie agraria útil, se localizan ya más de 250 hectáreas de agricultura ecológica, concentradas en Prádena del Rincón, pero con presencia en otros municipios como Horcajuelo y Montejo de la Sierra. Prádena es, además, el tercer municipio en superficie ocupada por agricultura ecológica de la Comunidad de Madrid, cubriendo el 11% de su término municipal.

Por actividad, la mayor parte del sector agrario ecológico en la zona se concentra en la ganadería apícola, que se está convirtiendo en un importante activo dentro de la región, con presencia —aunque sin denominación de ecológica— en la Hiruela y Puebla de la Sierra. En este sentido la cría de abejas incide en la conservación de la biodiversidad de la cubierta vegetal y sus endemismos al ser un efectivo sistema de polinización que permite mantener el paisaje incidiendo a su vez en el atractivo turístico de la zona. De otro lado, esta actividad repercute en la economía de la zona, no solo a través de la venta de productos derivados (miel, jalea real, propoleo, etc.) sino también como reclamo turístico —al existir enclaves donde se siguen usando las artes tradicionales (La Hiruela)—, y mediante la organización de cursos y talleres de apicultura para favorecer las actividades emprendedoras en esta área, así como acercar esta actividad a los visitantes de la zona.

Junto con la agricultura, la ganadería es otra de las actividades tradicionales que se llevan a cabo en la RBSR. Su marcado carácter extensivo la hace compatible con la conservación del espacio, moldeando el paisaje de la sierra, permitiendo un equilibrio adecuado entre la demanda de pastos por parte del ganado, la renovación de la cubierta vegetal y la nitrificación de suelos por deposiciones.

Estos datos demuestran que una adecuada combinación de potencialidades locales e incentivos económicos en un contexto social favorable, puede ser un potente instrumento de desarrollo local. En el caso de la Sierra Norte y de la RBSR, esos tres componentes se encuentran en las potencialidades del territorio para la agricultura tradicional, en los incentivos de los programas de desarrollo rural y en la organización de las asociaciones de agricultura ecológica. Los incentivos económicos parecen jugar un papel determinante para garantizar la viabilidad financiera de las explotaciones y, sin ser elevados, son también una buena muestra de apoyos financieros que promueven una actividad exitosa de desarrollo alternativo.

Salvo excepciones, el aprovechamiento forestal directo, a pesar de la tradición existente en la zona, no representa hoy en día una actividad económica ni una oportunidad significativa para la generación de renta. Paradójicamente, el aumento de las superficies forestales experimentado en el pasado se produjo como consecuencia de la mayor rentabilidad financiera de esta actividad sino del abandono de la actividad agrícola junto con la ausencia de alternativas de ingreso. En el modelo emergente de desarrollo local, los valores del bosque están menos asociados a los usos tradicionales que a los servicios ambientales que provee la conservación, tales como la captura de CO₂, la protección de las fuentes de agua, el soporte de la biodiversidad o la provisión de oportunidades recreativas y paisaje que dan valor a otras actividades económicas como el turismo rural y la educación ambiental. Los usos del bosque que han cobrado mayor valor son ahora los usos indirectos; algunos de éstos se derivan de servicios ambientales cuyos beneficiarios viven en zonas alejadas (como los usuarios del agua o de los servicios de captura de CO₂) y sólo una parte de estos servicios ambientales se puede traducir en mayores rentas u oportunidades de ingreso para la población local. La RBSR, al igual que otros espacios forestales de gran valor, es una zona rural que “depende económicamente de la valoración de los turistas urbanos de las externalidades generadas por los recursos naturales, sin importar prácticamente que exista una economía forestal local dependiente de los montes, ya que lo que permite el desarrollo de los municipios es el crecimiento del sector servicios asociado a la demanda turística” (Ortuño y Cavada, 2008).

En ese sentido, los sucesivos programas de reforestación deben verse como una inversión en la construcción de un patrimonio colectivo, cuyos beneficios locales se obtienen de un modo indirecto. Por ejemplo, la RBSR se sitúa en una de las zonas de la sierra expuestas a mayores problemas hidrológico-forestales con zonas de grave riesgo erosivo. Por ese motivo, la reforestación de estos espacios supone un reforzamiento de la estructura del ecosistema, lo que conlleva beneficios derivados de la mejora en la estabilidad y fertilidad del suelo, de la regulación de escorrentías, de la consolidación de cauces fluviales y laderas, y de la contención de sedimentos. Todas estas mejoras en el funcionamiento del ecosistema aumentan el valor de los servicios ambientales de producción agrícola, de mejora del entorno y de producción de servicios turísticos.

El desarrollo de las actividades turísticas basadas en el potencial paisajístico y natural de la RBSR es otro elemento potenciador del desarrollo sobre la base de valores locales. El fomento de este tipo de actividades se consigue a través de la mejora en la información, no sólo con la difusión de los atractivos de la zona, sino también de los programas de educación ambiental que permiten al visitante una interpretación adecuada de los valores del territorio.

En ese sentido, como se ha demostrado en los últimos años, los programas de educación ambiental, las sendas guiadas y otras actividades de promoción sirven como elementos para aumentar la afluencia de visitantes a unos espacios naturales que, debido a su escaso desarrollo anterior, todavía cuenta con una importante capacidad de acogida y en la que se dispone de modelos de gestión, como el presente en el Hayedo de Montejo, que permiten un uso ordenado preservando importantes espacios en los que está vedado el acceso de los visitantes. La experiencia reciente demuestra que las sendas guiadas no sólo son un elemento que puede acrecentar el número de visitas, sino que también, lo que quizá resulta más importante, permite diversificar los recorridos aumentando el número de personas y el número de visitas por persona. Los programas de este tipo son fundamentales para aumentar el valor de los servicios

Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid

de ocio de la zona y para fomentar la llamada oferta complementaria de servicios turísticos en la que podría residir un motor potencial de desarrollo local.

El turismo, además de una oportunidad, es el mejor modo de promover la diversificación de la economía rural. El modelo de desarrollo turístico debe reconocer las sinergias que hay en el desarrollo simultáneo de estas actividades que se complementan mutuamente. Esto exige reconocer que el valor del conjunto depende de la conservación de la naturaleza y de la restauración y protección del patrimonio, lo que exige evitar los riesgos asociados a una promoción turística que ponga el énfasis en la afluencia de turistas más que en la calidad del destino turístico (es decir, en los valores aportados por el territorio).

De acuerdo con esto, es importante reconocer los problemas que presenta este tipo de desarrollo. La demanda turística proviene de la población del Madrid metropolitano y se limita a los fines de semana en algunos períodos del año, especialmente en la primavera y el otoño. La proximidad a Madrid y la mejora de las comunicaciones facilitan el acceso pero reducen el tiempo de estancia y con ello la demanda de servicios complementarios de alojamiento, alimentación, etc. Prueba de esto es el descenso continuado de las tasas de ocupación de los alojamientos rurales de la Comunidad de Madrid entre 2000 y 2008, que no supera el 20% de las plazas en promedio anual desde 2004. La estacionalidad elevada del turismo compromete la recuperación de inversiones y supone un freno aún mayor para las actividades intensivas en capital como son los alojamientos rurales o los restaurantes. Todo ello puede explicar la escasez de inversiones en ese sector. La política pública tiene el reto de promover la desestacionalización del destino turístico como condición necesaria para garantizar la viabilidad a largo plazo de la oferta complementaria de servicios de alojamiento, restauración, etc.



Fotografía 4. Montejo de la Sierra. Sierra del Rincón.

Los ejemplos mencionados ilustran la importancia de las Reservas de la Biosfera como elementos articuladores del desarrollo local a través de la puesta en valor de los servicios ambientales. El valor de tales servicios depende de su articulación con las modalidades de desarrollo presentes en el territorio. Así, la existencia de la Reserva puede generar sinergias con la actividad local o, por el contrario, puede convertirse en una alternativa para proteger los activos naturales únicos y escasos frente a una dinámica de desarrollo que les amenaza. En uno y otro caso los servicios ambientales provistos por las Reservas de la Biosfera adquieren valores diferentes, cuando no contradictorios, para el bienestar y el progreso de la economía local. Las Reservas de la Biosfera de Madrid permiten ilustrar este hecho, a través del contraste entre un modelo en que tales servicios ambientales y su conservación entran en colisión con la dinámica del desarrollo territorial, como ocurre en la RBCAM, o se convierten en el factor potenciador de una nueva modalidad de progreso, como en el caso de la RBSR.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyd, J., Banzhaf, S. (2007). "What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units". *Ecological Economics* 62, 616-626.
- Comunidad de Madrid (2007). *Evolución de la Ocupación del Suelo en la Comunidad de Madrid 1956-2005*. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio.
- Costanza, R.R. (1998). "The value of ecosystem services. Introduction. Special section: forum on valuation of ecosystem services". *Ecological Economics* 25(1), 1-2.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature* 387, 253-260.
- Daily, G.C. (1997). "Introduction: What are ecosystem services?" En: *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, G.C. Daily (ed.), Island Press, Washington DC, 1-10.
- Farber, S., Costanza, R., Childers, D.L., Erickson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P., Wilson, M. (2006). Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management. *Bioscience* 56(2), 117-129.
- Hein, L., Koppen, K.V., de Groot R.S., van Ierland, E.C. (2005). "Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services". *Ecological Economics* 57(2), 209-228.
- Helliwell, D.R. (1969). "Valuation of wildlife resources". *Regional Studies*, 3, 41-49.
- King, R.T. (1966). "Wildlife and man". *NY Conservationist*, 20(6), 8-11.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2003). *Ecosystems and human well-being. A framework for assessment*. Island Press. Washington DC.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC.
- Naredo, J.M. y García Zaldívar, R. (2008). *Estudio por ocupación de suelo por usos urbano-industriales aplicado a la Comunidad de Madrid*.
- Ortuño, S. y Fdez.-Cavada, J. (2008). Las Externalidades Forestales y el Desarrollo Rural. Primer Congreso Profesional de Ingenieros de Montes.
- Postel, S., Daily, G., Ehrlich, P. (1996). "Human appropriation of renewable fresh water". *Science* 271, 785-788.

Reservas de la Biosfera de la Comunidad de Madrid

- Sutton, P.C., Costanza, R. (2002). Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. *Ecological Economics* 4, 509-527.
- Turner, R.K., R. Brouwer, S. Georgiou, I.J. Bateman (2000). *Ecosystem functions and services: an integrated framework and case study for environmental evaluation*. CSERGE Working Paper GEC 2000-21.
- UNESCO (1996). Reservas de la Biosfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial. París.
- Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J., Melilo J. (1997). "Human domination of earth's ecosystems". *Science* 277, 494-499.
- Vitousek, P., P. Ehrlich, A. Ehrlich y P. Matson (1986). "Human appropriation of the products of photosynthesis". *Bioscience* 36, 368-373.

**SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA
DE LA ISLA DE MENORCA
(ISLAS BALEARES)**

*Juan Rita Larrucea**

* Dep. de Biologia. Universitat de les Illes Balears. 07122 Palma. jrita@uib.es

Resumen

Se presenta un análisis de los principales servicios que prestan los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera de Menorca (Islas Baleares). La economía de la isla está basada en el turismo de sol y playa, en consecuencia, los valores intangibles de los ecosistemas son especialmente relevantes. La calidad del paisaje, así como la conservación de las playas y dunas, es fundamental para el mantenimiento de la industria turística. Estos valores intangibles también son cruciales para la calidad de vida de los habitantes de la isla e incluso para comprender su identidad. Se ha estimado que el secuestro de carbono por parte de la vegetación es del orden de 300.000 Tm CO₂ anual, que representa aproximadamente un tercio de las emisiones anuales directas de la población insular. Los servicios relacionados con la extracción de recursos tienen una importancia menor en la coyuntura actual, ya que la isla se comporta como un sistema abierto, importando la mayor parte de los recursos. Sin embargo, la conservación de estos servicios tiene una gran importancia estratégica.

1. INTRODUCCIÓN

Los servicios que ofrecen los ecosistemas son fundamentales para el desarrollo económico. Esto es especialmente evidente en una isla, y aún más en una isla que vive del turismo. Podríamos decir que una isla turística es el paradigma de un lugar donde los ecosistemas pueden ser considerados directamente como un recurso económico.

Los servicios de los ecosistemas relacionados con las funciones de regulación y producción son críticos para el turismo, por su capacidad de regular el clima, así como en la génesis y mantenimiento de las playas, o en aprovisionamiento de agua potable. Sin embargo, es en la función relacionada con la información donde los servicios de los ecosistemas son la base de la industria y la economía, ya que los ecosistemas naturales forman los escenarios que seducen a los turistas a la hora de escoger el destino de sus vacaciones. Los aspectos intangibles relacionados con la naturaleza son fundamentales para el turismo, incluso cuando se trata de un turismo de sol y playa.

Además, en una isla pequeña, donde la sociedad insular vive en permanente interacción con el medio natural (aunque sea por motivos meteorológicos), los ecosistemas pueden llegar a ser parte de su modo de vida o de su identidad como sociedad.



Fotografía 1. Menorca fue declarada Reserva de la Biosfera en 1993 por la buena conservación de su patrimonio natural y por el alto valor de su biodiversidad (Cala Carbó, Ciutadella).
Autor: Juan Rita Larrucea

En este artículo se pretende dar una visión general de las funciones y servicios que obtenemos de los ecosistemas en Menorca, una isla que fue declarada Reserva de la Biosfera en 1993 (Fotografía 1). Precisamente esta declaración ha sido muy útil para generar información relevante para este tipo de análisis. La existencia del Observatorio Socio-Ambiental de Menorca (OBSAM, <http://www.obsam.cat>), creado como herramienta de seguimiento de la Reserva de la Biosfera, nos permite disponer de una fuente de datos inapreciable. En las siguientes páginas se describen, en primer lugar, las características en términos de biodiversidad de Menorca, para después dar una visión necesariamente resumida de los servicios de los ecosistemas agrupados según sus funciones de regulación, producción e información (Onaindia, 2009).

2. LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MENORCA, CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y DE SU BIODIVERSIDAD.

2.1. Descripción física de la isla

La isla de Menorca se encuentra en el centro de la cuenca occidental del mar Mediterráneo, y es la más septentrional de las islas del archipiélago balear. Su superficie es de aproximadamente 700 km², y su longitud y anchura máxima es de casi 48 km y de 19,5 km respectivamente. La altura máxima es de 458 m. La superficie insular es similar al de otras islas como Madeira, La Palma, o Lanzarote, aunque su relieve es mucho más suave (Fotografía 2).

El paisaje de la isla está completamente condicionado por su estructura geológica. Aproximadamente la mitad meridional de la isla está constituida por una plataforma calcárea más o menos llana, interrumpida únicamente por varios barrancos de origen kárstico que drenan hacia el sur. Esta parte de la isla alberga el principal acuífero del que se abastece a la población y el riego agrícola. Por el contrario, la mitad norte de la isla es mucho más heterogénea y accidentada, está formada por un mosaico de substratos de diferente edad y composición mineralógica. Esta parte norte presenta amplias zonas con substratos impermeables, lo que facilita la formación de redes de drenaje superficial y de espacios inundados.



Fotografía 2. El paisaje rural y el patrimonio arqueológico y etnológico también fueron decisivos para la declaración de Menorca como Reserva de la Biosfera (valle cultivado, junto a espacios con vegetación natural, cerca de Santa Águeda, Ferreries). Autor: Juan Rita Larrucea.

El clima de la isla es típicamente mediterráneo, con un verano cálido y seco, y un invierno suave donde las heladas son raras, con una temperatura media de 16,8 °C y una precipitación media próxima a los 600 mm. El viento dominante es el de componente norte, caracterizado por ser frío y seco. Es especialmente fuerte en otoño e invierno, cuando se pueden producir temporales muy duros que generan eventos puntuales de entrada de grandes cantidades de sal marina que llegan a cualquier punto de la isla. El viento y la sal moldean la vegetación, y los árboles aislados crecen asimétricamente dando lugar a las clásicas formas en bandera, que tan bien caracterizan el paisaje de Menorca.

2.2. Biodiversidad y paisaje

Flora y fauna

La flora de plantas vasculares de Menorca está compuesta por 1.072 especies nativas, de las cuales 60 son endémicas (5,6% de endemidad) (Rita & Palleras, 2006). 31 especies se encuentran legalmente protegidas, 10 de ellas lo están a nivel internacional, 7 a nivel nacional, y 23 por un decreto autonómico. Una de estas especies se encuentra extinguida en el medio natural pero se la mantiene viva en jardines botánicos. Para tres de estas especies se han aprobado planes de conservación (hasta 2010).

La fauna de vertebrados de Menorca está formada por 3 anfibios, 12 reptiles (incluyendo una tortuga marina), 218 aves y 27 mamíferos (que incluyen a 15 especies de murciélagos y sin contar los cetáceos), además de 324 especies de peces que viven en la plataforma continental (sin incluir especies pelágicas ni divagantes) (fuente: OBSAM, de Pablos, 2009).

Todas las especies de mamíferos terrestres (excluidos los murciélagos), de anfibios y todas las de reptiles (menos una) fueron introducidas por el hombre en épocas muy antiguas, pero actualmente se las considera como parte de la fauna nativa y en algunos casos se les ha dado estatus de especie protegida. Una de las especies de mamífero, la foca monje (*Monachus monachus*), se la considera extinta en Baleares.

Reserva de la Biosfera de la Isla de Menorca (Islas Baleares)

La única especie de reptil terrestre nativa de Menorca es la lagartija balear (*Podarcis lilfordii*, endémica de Menorca y Mallorca), que vive únicamente en los islotes que rodean la isla principal. De esta lagartija se han descrito siete subespecies, cada una de ellas endémica de uno o unos pocos islotes (Petrus *et al.*, 2004).

Ninguna de las dos especies de aves endémicas de Baleares nidifica en Menorca. Las aves rapaces son particularmente abundantes en la isla. Sin embargo, en las últimas décadas se ha producido un declive extraordinario de la población de milano (*Milvus milvus*), relacionado con el uso de cebos envenenados. Diez especies animales tienen un estatus de protección legal elevado por encontrarse en peligro de extinción o ser vulnerables. Hasta el momento (2010), las autoridades ambientales han aprobado cuatro planes de conservación de especies animales presentes en Menorca.

Espacios protegidos

Menorca dispone de 40.660 ha (incluidas 8.664 ha marinas) integradas en la red Natura 2000 con declaración como LIC y/o ZEPA. La parte terrestre protegida a nivel europeo representa aproximadamente el 45,7% de la superficie de la isla.

El único parque natural declarado en la isla es el PN de S'Albufera des Grau. Fue aprobado en 1995 y posteriormente ampliado en 2003. Comprende una superficie terrestre de 3.331,5 ha y una superficie marina de 1.735,5 ha. En la costa norte de la isla fue establecida una reserva marina que comprende una superficie de 5.085,6 ha. Estos dos espacios protegidos son los únicos que disponen de un equipo de manejo y/o guardería permanente.

Por otra parte, entre las leyes autonómicas y el planeamiento territorial a nivel insular se ha protegido urbanísticamente cerca del 60% de la isla (solapadas en muchos casos con las áreas comentadas en los párrafos anteriores). Esta protección urbanística fue fundamental para la conservación del medio ambiente de la isla, al evitar la expansión de muchas urbanizaciones turísticas y de grandes obras de infraestructuras, y en definitiva para que Menorca pudiera ser declarada Reserva de la Biosfera.

3. PRINCIPALES FUNCIONES Y SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Los servicios que se obtienen de los ecosistemas en el momento actual tienen poco que ver con los de décadas atrás. El valor de estos servicios cambia en función de las realidades socioeconómicas de cada época, especialmente si el análisis se hace en un instante concreto, como una fotografía de un momento. Como nuestra economía ahora está basada en el turismo y no en la agricultura (Fotografía 3), los servicios relacionados con las funciones de regulación y de información son fundamentales, mientras que los servicios de abastecimiento, relacionados con la función de producción, tienen una importancia menor.

Desde una óptica más amplia, que considere una variable temporal, los servicios de los ecosistemas relacionados con el abastecimiento deberían ser considerados igualmente impor-



Fotografía 3. Las playas y el conjunto de ecosistemas litorales son los principales recursos turísticos de Menorca (Playa de Cala Mesquida, Maó). Autor: Juan Rita Larrucea.

tantes. Porque si un día fallan las redes de transporte, la sociedad insular deberá abastecerse de la producción interna. De la misma manera, una playa que ahora tiene un valor extraordinario, podría dejar de tenerlo en un futuro donde el turismo no fuera una pieza fundamental de la economía. Este análisis, basado en valores relacionados con la economía, debería ser complementado una visión estratégica del futuro, como la que emana del concepto de desarrollo sostenible. Y también con valores de carácter intrínseco, difícilmente cuantificables en términos económicos, como los que damos al patrimonio cultural y artístico, para que los factores coyunturales (qué tipo de economía domina, por ejemplo) no tengan un peso determinante.

3.1. Función de Regulación

Regulación de gases atmosféricos

Pese a que las dimensiones de la isla, y de la población que la ocupa, son insignificantes para la regulación del clima global, un territorio declarado Reserva de la Biosfera debe ser consciente de su contribución al cambio global, por pequeño que sea. Es este sentido, es importante conocer el balance del carbono en la isla (diferencia entre las emisiones de CO₂ y su secuestro por los ecosistemas) para introducir políticas que permitan mejorarlo.

Las emisiones directas de CO₂ (combustibles + producción eléctrica) de Menorca han sido estimadas por el Observatorio Socio Ambiental de Menorca (OBSAM <http://www.obsam.cat/indicadors/sectors-economics.php>). En 2008, Menorca emitió 820.116 Tm de CO₂, o sea 8,9 Tm por persona censada (7,9 Tm/persona de hecho), mientras que en España (2007) las emisiones fueron de 7,7 Tm CO₂/persona, en Alemania de 9,7 y en EEUU de 19,1 (fuente: IAE, Agencia Internacional de la Energía).

En un escenario de cambio climático producido por las emisiones de gases con efecto invernadero, y en concreto por las emisiones de CO₂, uno de los principales servicios que ofrecen los ecosistemas es el de capturar este gas y secuestrarlo en los tejidos de las plantas y en el suelo.

Hasta ahora, no se ha realizado ninguna estima del carbono que es secuestrado por los ecosistemas de Menorca y por lo tanto no se conoce con detalle el balance local del ciclo del carbono. La única aproximación que disponemos es un estudio sobre la Huella Ecológica de Menorca (Hectáreas de bosque necesarias para absorber el CO₂ que provoca nuestro consumo energético), que utiliza un valor de fijación de 4,58 Tm CO₂/ha.año para los ecosistemas forestales de la isla. Dicho valor procede de las mediciones realizadas en encinares de Cataluña Central (Roda, 2001). Bajo la perspectiva de la teoría de la Huella Ecológica, para compensar las emisiones (de CO₂) producidas por población insular sería necesario una superficie de un tamaño 2,55 veces la isla de Menorca completamente forestada (Gorostiza, 2005).

Por nuestra parte, se ha hecho una primera estimación del secuestro de carbono por los ecosistemas de las islas. Para ello, se han tomado tasas de secuestro de carbono para diferentes tipos de ecosistemas (bosques, zonas cultivadas, zonas húmedas y también las praderas submarinas de *Posidonia oceanica*) publicadas por diversos autores (FAO, 2007; Rodríguez & Ribero, 2008; Duarte, 2009) y se han multiplicado por la superficie que ocupa cada ecosistema en Menorca. La estimación de secuestro de carbono hecha de esta manera da un valor cercano a las 300.000 TmCO₂/año para el conjunto de la isla (incluido el perímetro marino). El balance actual sería, por lo tanto, negativo ya que nuestros ecosistemas actualmente compensan únicamente un 36,4% aproximadamente de las emisiones directas de CO₂ de Menorca. La mayor parte del secuestro de carbono se produce en los ecosistemas dominados por la vegetación leñosa: encinares, pinares, matorrales; pero un significativo 30% corresponde a las praderas submarinas de *Posidonia oceanica* (estas estimaciones deberían confirmarse con datos experimentales sobre el terreno y con una medición precisa de la superficie ocupada por *Posidonia oceanica*).

Formación de suelo y control de la erosión

La vegetación natural de Menorca ofrece un indudable servicio de control de la erosión y génesis de suelo. Este servicio es similar al que ocurre en la mayor parte del mundo por lo que ha sido descrito de forma general en numerosas publicaciones, entre ellas las que han teorizado sobre los servicios de los ecosistemas. Obviamente, sin la vegetación natural que fija el suelo de las pendientes se producirían importantes procesos erosivos, los sedimentos serían drenados hacia los valles colmatando sus redes de drenaje y en último término sedimentarían en el mar. Es probable que el aumento de la turbidez y la propia deposición de materiales podría llegar a afectar a las praderas de *Posidonia oceanica*.

De hecho, actualmente este proceso se está produciendo a una escala no catastrófica (Fotografía 4) generado por las malas prácticas agrícolas (arado de laderas con fuertes pendientes). Y podría medirse en términos económicos según el coste que genera la extracción de los sedimentos de los torrentes de drenaje de la isla, o en las pérdidas en la agricultura ocasionadas por la erosión. Estas malas prácticas contrastan con la abundante arquitectura rural que, a base de paredes secas, se construyó en décadas pasadas para reducir la erosión en las laderas, lo que pone de manifiesto que los hombres del campo de tiempo atrás estaban mucho más preocupados por la erosión que los actuales.

Paradójicamente, mientras que por un lado se está dando una intensificación de las prácticas agrícolas, que conduce a las malas prácticas que se comentaban antes, por otro lado se



Fotografía 4. Las malas prácticas agrícolas facilitan la erosión del suelo y su transporte hasta el mar por los torrentes (Cala Trebaluger, Ferreries). Autor: Juan Rita Larrucea.

están abandonando fincas por su baja rentabilidad. Estas tierras abandonadas se están cubriendo rápidamente de vegetación natural, especialmente maquias de acebuches, lo que reduce la erosión y facilita la recuperación de los suelos de estos lugares. Por lo tanto, se están produciendo cambios en sentidos opuestos en cuanto a la conservación de los suelos.

Calidad del agua de baño, formación de dunas y control de la erosión de las playas

En una isla turística de sol y playa, uno de los servicios de regulación más importantes que ofrecen los ecosistemas es el aporte de arena para la formación de las playas, y la defensa de las mismas frente a la erosión del mar y del viento. Nuestra economía está directamente relacionada con la conservación de las playas, principal recurso turístico. Sin embargo, estos sistemas son extremadamente vulnerables a la erosión, y su equilibrio depende de que haya un balance positivo entre los aportes de sedimentos y su fuga por erosión. Los ecosistemas marinos, en particular las praderas de *Posidonia oceanica*, son las fuentes principales de sedimento, en su mayoría de origen orgánico, dado que en Menorca no hay aportes continentales procedentes de los ríos. Por otro lado, la vegetación que coloniza las dunas es la principal responsable de la estabilidad del sistema. Trataremos ambos sistemas por separado.

*Praderas de *Posidonia oceanica**

Posidonia oceanica es una planta con rizomas de crecimiento horizontal y tallos que crecen verticalmente, las hojas se agrupan en haces y su densidad es lo bastante alta como para cubrir completamente el fondo marino. Su crecimiento es muy lento, con dimensiones aproximadas de milímetros anuales, pero su producción primaria (en forma de hojas) es muy elevada.

Las praderas de *Posidonia oceanica* cubren extensas superficies marinas, del orden de miles de hectáreas. Por este motivo, lo que ocurre en este ecosistema tiene una indudable repercusión sobre el conjunto del medio ambiente marino de la isla.

Estas praderas son cruciales para la génesis y estabilidad de las playas. Efectivamente, este ecosistema es muy rico en invertebrados y algas provistos de caparzones o cubiertas calcáreas, que son la fuente de partículas carbonatadas que acaban depositándose en los fondos marinos y, en última instancia, en las playas en forma de arena. Por otro lado, también tienen un efecto disipador de la energía del oleaje ofreciendo cierta protección a las playas anejas frente a la erosión. Igualmente se ha comprobado su efecto sobre la calidad del agua al capturar partículas en suspensión y reducir la resuspensión del sedimento en momentos de gran turbulencia (Duarte *et al.*, 2001; Duarte, 2009; Losada, 2009). Otros servicios que se han citado en relación a las praderas de *Posidonia oceanica* son:

- Reclutamiento de juveniles de especies de peces con interés comercial.
- Secuestro de grandes cantidades de carbono en sus rizomas dada la baja tasa de descomposición que presenta la necromasa almacenada.
- Generación un paisaje submarino de un gran atractivo para el buceo recreativo.

Sistemas dunares

Los sistemas dunares forman un sistema indisoluble de las playas. La vegetación que coloniza las dunas es la responsable de la captura de la arena, fijación del sustrato y, en definitiva, de la formación del relieve dunar. La presencia de la cubierta vegetal evita la erosión eólica y protege a la playa. La pérdida de las dunas acelera el retroceso de las playas al combinarse la erosión eólica con la erosión marina. La presencia de una cubierta vegetal amortigua el retroceso de la playa producida por la subida del nivel del mar que se está produciendo debido al calentamiento global (del orden de 1 mm anual en el Mediterráneo).

En definitiva, los ecosistemas que cubren las dunas son de vital importancia para la economía de la isla porque:

- Son los responsables de la formación del relieve dunar.
- Estabilizan a las dunas y las protegen contra la erosión.
- Estabilizan la línea de playa al actuar como stock de arena.
- Amortiguan el retroceso de la playa asociado a la subida del nivel del mar.

La comparación de las fotografías aéreas tomadas con más de 50 años de diferencia, revela que el retroceso de las playas es muy general, y más intenso en las playas con un intenso uso turístico. Algunas playas han retrocedido más de 50 metros, y corren riesgo de desaparecer amenazando, a su vez, a la propia explotación turística, que se queda sin su recurso más estimado. Ante esta dramática situación, las administraciones públicas decidieron llevar a cabo proyectos de restauración con pantallas que capturan la arena de más de una docena de playas. También se han diseñado nuevas estrategias de uso público de las mismas que tengan en cuenta la conservación de la cubierta vegetal de las dunas, y se ha modificado los sistemas de limpieza de las playas para reducir su impacto.

El coste de estas actuaciones puede ser un buen indicador económico del servicio que podrían haber dado los ecosistemas dunares si se hubiera respetado su integridad.

3.2 Función de producción

Agricultura y ganadería

Menorca es una isla con una antigua ocupación humana, todo el territorio ha sido intervenido de una u otra manera. Los paisajes agro-ganaderos se encuentran íntimamente enlazados con la vegetación natural, de tal manera que el paisaje en mosaicos, e incluso en retículos, es el dominante. La finca agrícola, el “lloc”, es la base de la estructura de territorio de la isla.

La suma de los usos del suelo “agrícola” y “pastos” suma 41.725 ha, es decir, cerca del 60% de la superficie de la isla. Este dato muestra hasta qué punto los espacios con usos agro-ganaderos son importantes desde un punto de vista ecológico y paisajístico. Sin embargo, la agricultura y la ganadería ocuparon en 2009 únicamente al 2,8% de los trabajadores de la isla (OBSAM). Un indicador muy claro de su bajo peso económico.

La isla es un sistema completamente abierto, no solo energéticamente, también en cuanto a suministros de alimentos. Efectivamente, pese a que una gran parte de la isla tiene un uso agro-ganadero, la mayor parte de los alimentos son importados. El puerto de Mahón, que es la principal vía de entrada de mercancías, importó 164.824 Tm de productos agro-alimentarios en 2008, de las cuales 22.228 Tm era forraje para el ganado, y 129.700 Tm eran productos alimenticios. Por lo tanto, se importaron 1,26 Tm de alimentos por persona en un año o, lo que es lo mismo, 3,46 Kg/persona.día (tomado la población de hecho en 2008, elaboración propia). Fuente: OBSAM).

En definitiva, los ecosistemas agrarios de Menorca ofrecen un importante servicio de abastecimiento. Sin embargo, la gran especialización del sector agrícola en los productos lácteos hace inevitable que deban importarse desde otros ecosistemas agrarios la mayor parte de los alimentos que se consumen en la isla.

Pesca y marisqueo

La producción de pescado y marisco que ofrecen los ecosistemas marinos que rodean la isla de Menorca también es insuficiente para abastecer la demanda local de estos alimentos. Según Gorostiza (2005), en el año 2004 se declararon por el conjunto de cofradías de Menorca un total de 286,76 Tm de capturas de pescado y marisco. Para este autor, las capturas reales son muy superiores (pesca no declarada, descartes, etc.) y las estima en aproximadamente el doble de las declaradas, 530,9 Tm. A su vez, se estima que estas capturas representaron el 22% aproximadamente del consumo local; el resto del pescado consumido, que es de unas 1.771,3 Tm, fue importado (la pesca recreativa se trata en otro apartado).

Producción forestal

Los últimos datos disponibles sobre producción forestal se remontan al año 2001 (http://web2.caib.es/wiffront/ba_estfores.ct.jsp; Domínguez, 2009; OBSAM), en cualquier caso no parece que la situación se haya modificado significativamente.

En el año 2001, se extrajeron 1.134 m³ de madera, sin contar los descartes, lo que representa unas 850 Tm (tomado un valor general de 750 Kg/m³), básicamente de *Pinus hale-*

penis, Quercus ilex y Olea europea. La tendencia de la explotación forestal a lo largo de los años 90 fue claramente declinante, con un máximo en 1994 de 4.485,7 Tm (5.981 m³). En el año 2001 se importaron por el puerto de Mahón 7.649 Tm de maderas y corchos, además de 2.319 Tm de papel y pastas (no se dispone el peso de madera en forma de muebles y materiales de construcción). La producción interna de material forestal fue, por lo tanto, inferior al 7% de las necesidades de la isla.

Parece bastante evidente que los servicios más importantes que dan los ecosistemas forestales de la isla no están relacionados con el abastecimiento sino más bien con las funciones de regulación (protección de la erosión, almacenamiento de carbono, etc.) e información (parte indispensable del paisaje, zonas de entretenimiento, etc.).

3.3 Función de Información

Turismo

El turismo es la principal actividad económica de la isla. Menorca recibió 1.134.600 turistas en el año 2008 (Observatori de Sostenibilitat i Territori de la UIB, 2008, <http://www.uib.cat/ost/>).

Muchas de las razones que hacen que una persona quiera ir como turista a otro lugar suelen estar relacionadas con bienes intangibles, como puede ser el paisaje o la tranquilidad (también, naturalmente, con otros aspectos más prosaicos como son los precios). Así que es relevante, especialmente para el tema que nos ocupa, conocer las motivaciones que inducen a un turista a escoger a Menorca como su destino vacacional. Disponemos de un documento valioso en este sentido, que es la encuesta turística realizada en Menorca en el año 2006 (Mari & Gallofré, 2006). En dicha encuesta se preguntó a los turistas sobre los motivos que le habían seducido para escoger Menorca para su viaje. Las dos principales respuestas son “Sol y Playa” (39,0%) y “Naturaleza y paisaje” (21,4%). Otros motivos importantes son la “Tranquilidad” (14,9%) y el “Clima” (13,4%). El 60% de los encuestados declaraban que el precio no había sido un motivo determinante en la elección.

Esta encuesta mostró hasta qué punto las playas son importantes para el turismo. Los turistas que visitan Menorca pasan un promedio de 58,8% de los días en actividades relacionadas con la playa, aunque para los españoles eso suponía el 71,3% de los días, y para los italianos el 85,0%. Para acabar de redondear la imagen de la presión que soportan estos ecosistemas, el OBSAM calculó que en un día de buen tiempo del mes de agosto puede haber unas 20.000 personas tumbadas en la arena. Esto implica que, en un día de verano, más del 10% de las personas que se encuentran en la isla se están aglomerando sobre una superficie que suma menos del 0,05% del suelo insular.

Estos datos no hacen más que cuantificar una realidad que es conocida por todos, que las playas (y sus dunas, y la calidad del agua) son la base del sector turístico y del desarrollo económico de la isla. Pero también que la naturaleza y el paisaje, en sentido general, son una importante motivación para visitar la isla. Por lo tanto, el modo de vida de la isla se basa en los servicios que nos ofrecen los ecosistemas en su forma más intangible, esto es, sin que ello implique extracción alguna.

Calidad de vida e identidad: pescar, cazar, buscar setas, caracoles, espárragos...

Aunque no dispongamos de los mínimos datos sociológicos necesarios, no es descabellado afirmar que el título de este apartado resume muchas de las actividades que más placer producen a los habitantes de Menorca (Fotografía 5). Aunque todas ellas sean extractivas, no es aventurado decir que están más relacionadas con valores intangibles (la ocupación del ocio) que con una auténtica actividad de aprovisionamiento de alimentos. Aún podrían añadirse algunas actividades de ocio, en este caso no extractivas, como pasear en barca, ir a nadar a lugares poco conocidos, montar a caballo, etc. Es posible que ésta sea una imagen un tanto anacrónica, y que los jóvenes o los inmigrantes no gusten tanto de estas actividades, pero hay algunos indicios que nos muestran que algunas cosas no han cambiado tanto. Por ejemplo, en otoño las cunetas de las carreteras se llenan de coches mal aparcados de... gente que busca setas.

¿Cómo cuantificar y valorar este servicio de los ecosistemas? Solo disponemos de datos más o menos precisos de la pesca recreativa (Cardona *et al.*, 2002), que es una de las pasiones de muchos habitantes de Menorca (también de muchos visitantes). Sabemos que la presión de la pesca recreativa se produce en todo el litoral de la isla sin excepción, con una mayor densidad en la cercanías de los puertos de la isla. En 2002 se censaron 2.600 barcas menores de 10 m que podían dedicarse a esta actividad y que se encontraban amarradas a cualquiera de los puertos de la isla, y para el año 2005 se concedieron 2.556 licencias para pesca individual, y 223 para pesca submarina. Son indicadores elevados para una territorio de las dimensiones de Menorca, pero la realidad debe sobrepasar estas cifras con creces.

Sea el número que sea, la presión pesquera recreativa ha sido y es muy intensa. Las comunidades de peces lo están padeciendo: se ha constatado una reducción general de las tallas y un empobrecimiento de la composición faunística de las aguas litorales de la isla (Cardona, 2009). Parece claro que, en este caso, se está produciendo una colisión entre una forma de disfrutar del medio natural y la conservación del recurso.

Sobre la caza, no es posible aportar mucha información. Desde fuentes no contrastadas se puede decir que hay 16.764 hectáreas de cotos (2004), y unas 500 licencias de caza. Tampoco hay datos contrastados del peso de otras actividades extractivas de carácter recreativo como setas, espárragos, caracoles, etc.



Fotografía 5. La calidad de vida de la sociedad menorquina ha vivido estrechamente ligada a la calidad del medio natural de la isla (poblado de Sa Mesquida, Maó. Autor: Juan Rita Larrucea.

Una de las canciones más populares de Menorca dice:

*“Mira el cel i escolta el vent
que de Menorca t’arriba”*

Es un ejemplo entre muchísimos que podríamos encontrar donde el folclore popular de la isla identifica a Menorca con el mar, el cielo o el viento. El cancionero popular de la isla está lleno de referencias a la relación que hay entre bienestar y el medio natural de la isla. Fácilmente se puede percibir que la idea de calidad de vida tiene mucho que ver con el contacto con la naturaleza... siempre en buena compañía. Quizá sea éste un fenómeno identitario propio de los ambientes insulares; si es así, la sociedad menorquina sería un buen ejemplo de esto.

4. CONCLUSIONES

Los servicios que prestan los ecosistemas de Menorca, de su parte terrestre y también de su parte marina, son fundamentales para el desarrollo socio-económico de la isla. En estos momentos, son más importantes los servicios relacionados con las funciones de regulación e información, que con las funciones de producción o extractivas.

La industria turística se basa en la “explotación” de recursos ambientales, básicamente de las playas y los paisajes. La conservación del medio natural, y especialmente el litoral, es crítico para mantener la actividad turística. Estas playas, a su vez, dependen de los procesos de regulación de los propios ecosistemas, particularmente en la formación del sedimento de las playas y en su protección frente a la erosión. En unos casos intervienen ecosistemas submarinos, como las praderas de *Posidonia oceanica*; en otros, la vegetación terrestre que fija y forma los sistemas de dunas. La erosión de las playas se está manifestando como uno de las principales amenazas para la economía de la islas, precisamente debido a la rotura de algunos de los procesos de regulación de los ecosistemas: alteración de las praderas de *Posidonia*, destrucción de la vegetación dunar, todo ello combinado con un ascenso del nivel del mar ocasionado por el calentamiento global.

Por otra parte, la calidad de vida de la isla se puede relacionar también con la calidad ambiental. Muchas de las actividades de ocio de los habitantes de la isla están directa o indirectamente relacionadas con actividades que tienen que ver con el medio ambiente. Y, seguramente, la propia identidad de la sociedad menorquina está estrechamente relacionada con las características ambientales de la isla donde viven. El mar, el viento, la vegetación, están tan íntimamente asociadas con el día a día (del ocio y también de los negocios) que se convierte en una señal de identidad.

Los servicios relacionados con la producción tienen una importancia económica menor, pero son fundamentales para el mantenimiento del paisaje de la isla. La mayor parte de la isla es utilizada para actividades agrícola-ganaderas, y estos usos han modelado el propio paisaje natural de la isla. Por lo tanto, la clasificación de los servicios de los ecosistemas resulta, en este caso, algo artificial dada la red de relaciones que se dan entre ellos.

El hombre está utilizando los servicios de los ecosistemas, generalmente sin ser consciente de ellos y, en ocasiones, de forma abusiva. Las emisiones de gases con efecto invernadero son tres veces más grandes que la capacidad de secuestro de carbono de los ecosistemas

de la isla. La pesca, tanto profesional como recreativa, ha afectado a las poblaciones de peces del litoral insular reduciendo las tallas y densidades. El uso poco respetuoso de algunas playas y dunas ha favorecido la erosión y su retroceso, amenazando a la propia explotación turística de las mismas.

La declaración de Reserva de la Biosfera fue y es una oportunidad y una obligación para aprender a utilizar los servicios que nos prestan los ecosistemas de forma sostenible, esto es de forma que se pueda continuar haciendo de forma indefinida en el tiempo. En Menorca se han desarrollado políticas ambientales que pueden servir de ejemplo en este sentido pero, como no puede ser de otra manera, aún queda mucho por hacer.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Cardona, L.; López, D.; Sales, M., Cralt, S.; & Diez, I. (2002). *Avaluació de l'impacte de la pesca recreativa sobre les comunitats de peixos litorals de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis. Inédit.
- Cardona, L. (2009). *És rellevant el medi marí per a la Reserva de la Biosfera de Menorca?* En J.M. Vidal & E. Comas (eds). "Jornadas sobre los 15 años de la Reserva de la Biosfera de Menorca (2008:Maó)". Col·lecció Recerca 17: 349-358. Ed. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- De Pablos, F. (2009). *Conservación de la fauna terrestre en la reserva de la biosfera de Menorca: estado actual en su quinceavo cumpleaños*. En J.M. Vidal & E. Comas (eds). "Jornadas sobre los 15 años de la Reserva de la Biosfera de Menorca (2008:Maó)". Col·lecció Recerca 17: 33-46. Ed. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Domínguez, G. (2009). *La Planificació Forestal: la assignatura pendent per a la sostenibilitat dels espais forestals de Menorca*. En J.M. Vidal & E. Comas (eds). "Jornadas sobre los 15 años de la Reserva de la Biosfera de Menorca (2008:Maó)". Col·lecció Recerca 17: 117-126. Ed. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Duarte, C. (2009). *Servicios de los Bosques Azules*. El Papel de los Ecosistemas Marinas en la provisión de Bienes y Servicios a la Sociedad. V Debate FBBVA-Estación de Investigación Costera Cap Salines.
- Duarte, C.; Tintoré, J.; Orfila, A. & Medina, J.R. (2001). *Disipación de la energía por Posidonia oceánica: El papel de las praderas de Posidonia en la dinámica de sedimentos litorales*. VI Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos. Palma de Mallorca.
- Gorostiza, S. (2005). *Revisió i aprofundiment del càlcul de la petjada ecològica de Menorca*. Consell insular de Menorca. Maó. Doc. inédito.
- Losada, I. (2009). *El papel de los ecosistemas marinos en la protección de la línea de costa*. El Papel de los Ecosistemas Marinas en la provisión de Bienes y Servicios a la Sociedad. V Debate FBBVA-Estación de Investigación Costera Cap Salines.
- Marí, S. & Gallofré, A. (2006). *Explotació dels resultats de l'enquesta TURISME 2006*. Observatori Socio Ambiental de Menorca. Documents de Treball 12/2006. Inédito.
- OBSAM (Observatorio Socio-Ambiental de Menorca). <http://www.obsam.cat>
- Onaindia, M. (2009). *Informe sobre el disseny metodològic genèric per a la evaluació de los servicios medioambientales ofrecidos por las reservas de la Biosfera*. Doc. inédito.
- Pretus, J.L.; Marqués, R. & Pérez-Mellado, V. (2004). *Endemic Podarcis lizards in the Balearic Archipelago studied by means of mtDNA and allozyme variation*. In The Biology of the Lacertid Lizards: 279-291. Ed. V. Pérez-Mellado, N. Riera & A. Perera. Col·lecció Recerca 8. Ed. IME-CIME. Maó.

Reserva de la Biosfera de la Isla de Menorca (Islas Baleares)

- Rita, J. & Falc'hon, C. (1995). *Mapa de usos del sòl de Menorca (1995)*. OBSAM, <http://www.obsam.cat/cartografia/mapes/usosol.php>.
- Rita, J. & Palleras, T. (2006). *Biodiversidad de las plantas vasculares de las Islas Baleares*. Orsis, 21: 46-58.
- Rodríguez, J.M. & Ribero, F. (2008). *Indicador para la Sostenibilidad de la Actividad Urbanística: Balance CO₂ producido / CO₂ absorbido de la Aglomeración Urbana de Sevilla*. Congreso Nacional de Medio Ambiente.

**SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS
DE RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA
COMUNIDAD AUTONOMA DE CANARIAS.
LA PALMA, FUERTEVENTURA**

M. Tejedor, C. Jiménez, C. Marín y L. Gortázar

1. INTRODUCCIÓN

El archipiélago canario, situado entre las latitudes 27° 37' y 29° 25' N, y longitudes 13° 20' y 18° 10' W, con una superficie de 7.492 Km² incluyendo los islotes, cuenta con cinco Reservas de la Biosfera: El Hierro, Fuerteventura, Gran Canaria, La Palma y Lanzarote, cuya superficie y año de creación se reflejan en la Tabla 1. Está incluida la totalidad de la isla y parte del espacio marino en cuatro de ellas (El Hierro, La Palma, Lanzarote y Fuerteventura), hecho que ofrece una ventaja adicional frente a los territorios extensos y continentales. El aislamiento y la escala dan la oportunidad de evaluar de forma más directa las funciones y servicios de los ecosistemas en un sistema cerrado y limitado, con mejores resultados operativos que en otras regiones.

En las Reservas canarias existe una gran variedad de ecosistemas, asociados a diferentes condiciones ambientales. Para este artículo se han seleccionado dos Reservas representativas de medios muy contrastados, la Reserva de la Biosfera de La Palma, característica de los climas más húmedos de las islas, y la de Fuerteventura, considerada una de las zonas más áridas de la UE, con el fin de realizar un estudio comparativo de los servicios aportados por las mismas.

Tabla 1. Datos de las Reservas de la Biosfera de Canarias

Isla	Año creación RB	Superficie terrestre RB (ha)	Superficie marina RB RB	Superficie RB (ha)	Superficie total isla (ha)
La Palma	1983	70.832	9.870	80.702	70.832
Lanzarote	1993	88.685	38.864	127.549	88.685
El Hierro	2000	26.871	900	27.771	26.871
Gran Canaria	2005	65.594,8	34.863,8	100.458,6	156.010
Fuerteventura	2009	166.432	187.836	354.268	166.432
Total		418.414,8*	272.333,8	690.748,6	

* Representa el 56 % de la superficie del archipiélago.

2. ECOSISTEMAS DE LAS RESERVAS DE LA BIOSFERA DE LA PALMA Y FUERTEVENTURA

En la isla de **La Palma**, la altitud (máxima de 2.423 m), orografía, orientación, influencia de los vientos alisios, y corriente marina fría de Canarias, dan lugar a una gran variedad de



Fotografía 1. Bosque de monteverde (La Palma).

meso y microclimas. Las orientaciones norte y este son húmedas y frescas frente a la sur y oeste más secas y cálidas. En las primeras, se observa un nivel inferior semiárido, seguido de otro de gran humedad, asociado a la condensación del alisio, por encima del cual se encuentra un piso climático subalpino relacionado con un fenómeno de inversión térmica. Las vertientes no expuestas a los húmedos vientos alisios son más secas, sin llegar a ser típicamente áridas. La vegetación natural varía lógicamente también en función de la altitud y orientación. Son reseñables por su interés los bosques de monteverde (formaciones de laurisilva, y fayal-brejal) asociados a las zonas de influencia más directa de los vientos alisios (Fotografía 1).

Estructuralmente, hay tres unidades bien diferenciadas: la “isla antigua”, que corresponde a la zona norte, la “isla reciente”, que ocupa el sur y ha tenido gran actividad volcánica, de hecho el último episodio data de 1971, y la zona central, ocupada por la Caldera de Taburiente, de origen erosivo.

En el ámbito costero destaca la reducida plataforma litoral, con extremados gradientes batimétricos cerca de la costa donde se registran profundidades de hasta 1.000 m a tan sólo una milla náutica en muchos puntos. La Reserva incluye dos franjas marinas, una en el suroeste de la isla (3.719 ha) con aguas cálidas y en calma la mayor parte del año, y otra en la costa norte de Garafía (6.151 ha), muy batida con abundantes cuevas sumergidas.



Fotografía 2. Matorral costero (La Palma).

En la Reserva de la Biosfera de La Palma se han identificado los siguientes ecosistemas: marino, litoral-cinturón halófilo costero, matorral costero (Fotografía 2), bosques (pinar canario, monteverde: con fayal-brezal y laurisilva, bosque termófilo: palmerales, dragonales, acebuchales y sabinares), matorral de cumbre, ecosistemas específicos o azonales: riscos y acantilados, malpaíses o coladas recientes, cuevas y tubos volcánicos. A ellos hay que añadir los agrosistemas.

La isla de **Fuerteventura**, con una superficie de 1.664 km², es la segunda en extensión del archipiélago y la más cercana al continente africano (~100 km). Su altura máxima es de 807 m, circunstancia que impide la descarga de la humedad de los vientos alisios y, en consecuencia, su clima es de extrema aridez. La pluviometría anual es inferior a 150 mm, no existiendo grandes diferencias entre las vertientes de barlovento y sotavento. Están representados sólo los pisos inframediterráneo y termomediterráneo.

A diferencia de la Reserva de La Palma, es una isla con poco rejuvenecimiento volcánico, predominando en ella los procesos erosivos. Su paisaje está conformado por lomas desmanteladas, red de drenaje muy desarrollada, cadenas de montañas y valles, y grandes llanuras inexistentes en el resto de las islas.

La Reserva de Fuerteventura incluye toda la franja marina insular y contiene la mayor riqueza marina del archipiélago. Este hecho se asocia a que tiene la plataforma más extensa y a una mayor interconexión con la costa africana.

Se han identificado en la isla los siguientes ecosistemas: marino, litoral, matorral costero, ecosistemas específicos o azonales: *jables* (arenas eólicas marinas transportadas hacia el interior por el viento), saladares, *malpaíses* (coladas de lavas y escorias cuaternarias o re-



Fotografía 3. Gavias (Fuerteventura).

cientes), barrancos, y salinas. Entre los agrosistemas destacan las *gavias* (sistema tradicional de aprovechamiento de las escasas aguas de lluvia, fotografía 3), *cadenas* (pequeñas terrazas con muros de piedras seca), *nateros* (pequeñas terrazas en barranquillos) y *arenados* (uso de cubiertas de piroclastos volcánicos). Los ecosistemas forestales están ausentes, sólo quedan algunos ejemplares de formaciones termófilas en la zona de mayor altitud.

3. FUNCIONES Y SERVICIOS APORTADOS POR LOS ECOSISTEMAS

Se analizarán las funciones y servicios, que prestan los ecosistemas de estas dos Reservas, considerando los propuestos por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio: Funciones y Servicios de Regulación, de Producción, y Culturales, atendiendo en cada caso a los más significativos. Se trata de un primer estudio de identificación, que habrá que completar con análisis cualitativos, señalando que es probable que aún haya beneficios no identificados.

En cada caso se tratará primero la Reserva de la Biosfera de La Palma y luego la de Fuerteventura.

3.1. Funciones y Servicios de Regulación

3.1.1. Regulación atmosférica

En la isla de **La Palma** destaca la función de absorción de la cobertura vegetal, especialmente de las masas forestales, a la hora de fijar una parte del CO_2 . Esta capacidad de secuestro de carbono atmosférico y aumento de los niveles de O_2 por parte de ciertos ecosistemas palmeros representa un servicio de regulación frente al calentamiento global que ha de circunscribirse en relación a su escala en el contexto global. En este sentido, hay también que considerar el importante papel que juega la materia orgánica del suelo en el secuestro de carbono.

La aridificación progresiva del clima en la isla de **Fuerteventura**, junto con las talas y el sobrepastoreo, han influido en la disminución progresiva de la cubierta vegetal, reduciendo su diversidad y su densidad, y provocando, en consecuencia, que los suelos tengan un bajo contenido de materia orgánica, con lo que ello supone de reducción de la función de fijación de CO₂ atmosférico, y de incremento de los procesos de erosión. No obstante, hay que señalar que los suelos de la isla, enriquecidos en carbonatos, han sido también sumideros de carbono pero, en este caso, bajo forma inorgánica.

3.1.2. Regulación y disponibilidad hídrica

La función acuífera de los ecosistemas forestales de **La Palma** es determinante en la obtención de una elevada disponibilidad de agua natural, circunstancia que en gran medida ha llevado a que en Canarias esta isla se conozca como “Isla verde”. De hecho, es la única isla del archipiélago que no tiene necesidades acuciantes de agua, y que no contempla aportaciones procedentes de la desalación salvo casos puntuales.

Sin embargo, el agua es en **Fuerteventura** un bien extremadamente escaso. Como consecuencia de la falta de recursos hídricos, frecuentemente de baja calidad, se ha tenido que cubrir la práctica totalidad de la demanda con recursos hídricos no convencionales, aguas desaladas y depuradas. Hay que destacar el papel que han tenido, y siguen teniendo, los sistemas agrícolas tradicionales en la regulación del agua, al ser conservadores de este recurso. Se trata de las *gavias*, *arenados*, *nateros* y *cadena*s.

3.1.3. Situación de los suelos frente a la erosión

La isla de **La Palma**, junto con la de El Hierro, son las islas del archipiélago canario menos afectadas por procesos de erosión debido esencialmente a la juventud de los suelos y materiales que favorecen la infiltración del agua, a la densa vegetación, y a una menor presión sobre el territorio.

En la isla de **Fuerteventura**, por el contrario, hay evidencias de procesos intensos de erosión, tales como regueros, cárcavas, *badlands*, o procesos de sedimentación que llegan a colmar embalses. Si bien actuaciones antrópicas como eliminación de la vegetación o sobrepastoreo han favorecido este proceso, no hay que olvidar el papel positivo de los agrosistemas tradicionales en su control incluso, aunque estén abandonados. En el caso de las *gavias* por su diseño, en *arenados* por la protección que ejerce la cobertura sobre el suelo, y en las *cadena*s por la ruptura de la pendiente.

3.1.4. Regulación de nutrientes. Fertilidad del suelo

Los suelos jóvenes de la isla de **La Palma**, andisoles y suelos ándicos, tienen propiedades físicas y químicas favorables para el desarrollo de las plantas, y mantienen unos niveles adecuados de nutrientes; son suelos conocidos por su elevada productividad natural. Así, se han utilizado para transportarlos a cotas bajas, donde los suelos tienen peores características pero el clima es mejor, para construir *sorribas* (se denominan así las parcelas con suelos de otras zonas) dedicadas al cultivo con buena productividad. Los suelos más evolucionados tienen, en general, propiedades menos favorables para el cultivo, por motivos diferentes.

Por el contrario, la fertilidad de los suelos de la isla de **Fuerteventura** es en general muy baja, exceptuando los de *gavias*, que mantienen unos niveles más o menos adecuados para una agricultura de secano.

3.1.5. Procesado de residuos

Los *ecosistemas palmeros* realizan un importante servicio en materia de procesado y eliminación de los elementos contaminantes de la actividad humana, en concreto de asimilación de las aguas residuales de carácter urbano o asimilable, máxime si se considera que el 27% de estos efluentes, debido a las especiales condiciones de dispersión poblacional, se dirigen a fosas sépticas o directamente al mar.

En relación a la contaminación producida por actividades agrícolas y ganaderas, se detecta que en determinadas zonas del Valle de Aridane se superan los niveles admisibles de nitratos, es decir, la capacidad funcional de regulación natural de los ecosistemas, efecto al que se añaden problemas de intrusión marina por sobreexplotación. Esta zona está declarada como vulnerable y, se está promoviendo un código de buenas prácticas agrícolas para corregir esta situación.

Los **ecosistemas majorereros** también realizan un eficiente servicio en la absorción de residuos: aguas residuales en ámbito terrestre, y vertidos al mar procedentes del rechazo del proceso de desalación, la salmuera. Por el momento, los impactos no son importantes y no generan una pérdida de calidad generalizada del medio marino.

3.1.6. Control biológico, función de refugio y criadero

En el medio marino de ambas islas, la existencia de depredadores naturales del erizo de lima (*Diadema antillarum*), tales como el tamboril espinoso (*Chilomycterus reticulatus*), el pejeperro (*Bodianus scrofa*), la sama roquera (*Pagrus auriga*), o distintos tipos de gallos (Fam. *Balistidae*) y sargos (*Diplodus* sp.), ha permitido frenar uno de los procesos de destrucción de los recursos pesqueros y alteración ecosistémica más importante del archipiélago, con una repercusión directa en la economía insular. Su función de control biológico es notable; en aquellas zonas donde se ha producido una sobreexplotación del pez gallo, la presencia de este erizo se ha manifestado de forma virulenta.

Servicio típico de control de plagas en la Reserva de la Biosfera de La Palma se refleja en la mariposa nocturna (*Macaronesia fortunata*) que afecta al pino canario. Sobre ella actúan de forma natural las grajas y pinzones, que comen sus orugas.

Riesgos para los ecosistemas de las dos Reservas, para los que aún no se conocen sistemas de control natural o biológico, son los procedentes de especies invasoras, caso del rabo de gato (*Pennisetum setaceum*), planta capaz de desplazar a la vegetación autóctona; el gato asilvestrado, que figura entre los principales factores que amenazan a algunas especies de aves, y en Fuerteventura la ardilla moruna. Esta última fue introducida en la isla en 1965; es una especie nativa del noroeste de África, y actualmente ocupa todos los hábitats de la isla, siendo sólo significativamente menos abundante en las zonas de arena.

El ámbito marino de la Reserva de la Biosfera de **La Palma** es lugar de refugio para ciertos grupos de cetáceos, destacando el delfín mular (*Tursiops truncatus*), siendo además un área

de descanso y alimentación de la tortuga boba (*Caretta caretta*). La zona núcleo se conforma como un excelente ámbito de alevinaje de especies de interés pesquero.

Hay que añadir la importante función que juega un ecosistema singular como el de las Salinas de Fuencaliente, donde se dan cita durante el otoño chorlitejos, correlimos, vuelvepiedras, andarríos, así como algunas rarezas como flamencos y tarros blancos.

En el ámbito terrestre, en términos de refugio, existen tres áreas de gran importancia faunística, con zonas de especial interés para la avifauna: los acantilados e islotes costeros, el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente y El Canal y Los Tiles.

Entre la flora de los ecosistemas forestales de La Palma destaca en esta función el excepcional espacio del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, que cuenta con 380 especies de plantas catalogadas.

Las aguas de **Fuerteventura** pueden considerarse como un ámbito privilegiado de refugio e incluso de cría en el marco de la futura Área de Protección Marina (AMP) para cetáceos de la Macaronesia. Al menos 27 especies de cetáceos de las 38 reconocidas para el Atlántico Norte han sido identificadas en sus aguas.

Hay que destacar que el único sitio Ramsar de Canarias, el Saladar del Matorral, se encuentra en esta Reserva.

El ecosistema marino mayorero alberga una gran riqueza debido a su plataforma continental, su proximidad a África, y al gran perímetro costero, lo que facilita la existencia de comunidades marinas diversificadas y bien conservadas. Las zonas de mayor valor que están

Tabla 2. Situación servicios de regulación. Isla de La Palma

EVALUACIÓN SINTÉTICA – CONDICIÓN Y CAPACIDAD DE CAMBIO						
Funciones/Servicios	Ecosistemas					
	Marino	Litoral	M. Costero	Bosques	Agro.	General
Regulación Atmosférica	?	↑↓	↘	↗	?	↗
Regulación climática	?	?	↑↓	↗	?	↗
Prevención perturbaciones	?	?	↘	↗	↘	↑↓
Regulación Hídrica		?	↑↓	↗	↘	↗
Disponibilidad hídrica			↘	↗	?	↗
El Suelo frente a la erosión			↘	↗	↑↓	↗
Procesado Residuos	↑↓	↑↓	↑↓	?	↗	↗
Control biológico	↗	?	↘	?	↑↓	↑↓
Hábitat Refugio y reproducción	↗	↗	↘	↗	↗	↗

Tabla 3. Situación de los servicios de regulación. Isla de Fuerteventura

EVALUACIÓN SINTÉTICA – CONDICIÓN Y CAPACIDAD DE CAMBIO						
Funciones/Servicios	Ecosistemas					
	Marino	Litoral	M. Costero	Azonales	Agro.	General
Regulación Climática y Atmosférica	?		↘		↘	↗
Regulación de la erosión	?	?	↕	?	↘	↘
Prevención perturbaciones	↗	↕	↕		↘	↕
Regulación y disponibilidad hídrica/ Calidad agua marina	↗		↕		↘	↗
Regulación de nutrientes	↗	↕	↘		↘	↕
Procesado Residuos	↕	↕	↕		↗	↗
Control biológico	↗	↗	↘	?	↕	↕
Hábitat Refugio y reproducción	↗	↗	↘	↗	↗	↗
Leyenda						
Condición	Excelente	Buena	Media	Deficiente	Mala	Sin evaluar
Capacidad de Cambio	En aumento	Mixta	Disminuye	Desconocida		
	↗	↕	↘	?		

La **condición** evalúa la producción y calidad actuales de los bienes y servicios de los ecosistemas en comparación con su situación hace 20-30 años.

La **capacidad de cambio** evalúa la capacidad biológica subyacente de los ecosistemas para continuar prestando el bien o servicio.

protegidas en la Red Natura 2000 como Zonas de Especial Protección (ZEC) son: la ZEC de Cueva de Lobos, la ZEC Sebadales de Corralejo que protege los fondos someros entre el Parque Natural de las Dunas de Corralejo y la isla de Lobos, dando así continuidad marina a dos de los espacios terrestres más valiosos de la Reserva, y la ZEC Playas de Sotavento, que protege el mayor ecosistema arenoso de Canarias con las praderas de fanerógamas marinas más extensas del archipiélago canario. En esta zona se ha constatado la reproducción de la tortuga laúd, siendo el único punto del Atlántico Oriental en la Unión Europea donde se ha realizado la puesta de este reptil. Actualmente, la isla alberga uno de los más ambiciosos proyectos en relación a la biodiversidad marina, consistente en la reintroducción de la tortuga *Caretta caretta*, especie desaparecida en Fuerteventura hace tres siglos.

En Fuerteventura se han contabilizado 2.541 especies de flora y fauna según la Lista de Especies Silvestres de Canarias, de las que 512 son endémicas, incluyendo 127 endemismos insulares exclusivos. Respecto a la fauna, sobresalen los invertebrados con 1.771 especies, de las cuales 498 son endemismos canarios y, de éstas, 120 resultan exclusivas de Fuerteventura. Por su parte, los vertebrados cuentan con seis endemismos canarios, destacando las poblaciones de hubara canaria (*Chlamydotis undulata fuertaventurae*). Los exitosos programas

de recuperación de la hubara y del guirre resaltan la potencialidad de la función de refugio de esta Reserva de la Biosfera, especialmente en lo referente a las aves esteparias.

En las Tablas 2 y 3 se indica una aproximación de la situación de los servicios de regulación en los diferentes ecosistemas.

3.2. Funciones de Producción. Servicios de Abastecimiento

3.2.1. Alimentos

En la isla de **La Palma**, los servicios prestados por los agrosistemas son, en este epígrafe, los más destacados, y su evolución ha variado sustancialmente en las últimas décadas. Excepto en el caso del plátano y del viñedo, que se mantienen con un ligero incremento de su superficie, se detecta una importante regresión del área cultivable en las medianías. En el volumen total de las producciones agrarias en la isla destacan con gran diferencia los cultivos de platanera, seguidos de los forrajeros.

Un sector en despegue es el del vino, con 2.501 hectáreas de viña, contando con la denominación de origen de “Vinos La Palma”, con 758 ha, que agrupa a 1.256 viticultores y 18 bodegas. En los últimos años se ha tratado de recuperar viñedos y de trabajar con los variedades tradicionales para mejorar la calidad de los caldos.

Una característica relacionada con la mejora de los servicios ecosistémicos en este sector es el alto porcentaje de superficie en Agricultura Ecológica y/o con certificación del CRAE (Consejo Regulador de Agricultura Ecológica). Los principales cultivos ecológicos corresponden a viña y frutales de regadío y secano.

Entre las producciones agrícolas de La Palma, destaca la almendra, protagonista de la gastronomía insular, especialmente la repostería. El cultivo de la almendra es importante en municipios como El Paso, Tijarafe o Puntagorda. Un cultivo que se mantiene exclusivamente en La Palma es el tabaco, a pesar de ocupar poco más de una hectárea es la base de la reputada industria artesanal purera. Aún pervive en la Reserva de la Biosfera el cultivo de la caña de azúcar, tres hectáreas que son memoria viva del primer cultivo de exportación de Canarias. El campo insular provee otras frutas y productos hortofrutícolas que abastecen al mercado local.

La ganadería ha sido siempre una actividad complementaria de la agricultura y se ha desarrollado preferentemente en las medianías. Es importante destacar que tanto la isla de La Palma como la de El Hierro, tienen registrado ganado ecológico en la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias. El principal producto ganadero de La Palma es el queso. Las estimaciones existentes cifran la producción actual en 1,5 M kg/año. Es un producto de gran calidad y muy demandado.

En términos de provisión de servicios alimentarios, la caza no es relevante. En la isla sólo está permitida para el conejo, la perdiz moruna, la codorniz, la tórtola y el mirlo, y la caza mayor del arguíf o arruíf, un herbívoro de gran tamaño introducido exclusivamente con fines cinegéticos en los años 70 del pasado siglo.

Entre los diferentes sectores, el pesquero constituye la actividad productiva primaria más débil de la Reserva de la Biosfera de La Palma, ya que las capturas no han sobrepasado las 150

t anuales en los últimos años. A estas producciones hay que sumar el marisqueo de litoral, centrado en las lapas y, en menor medida, en los burgados. Dentro de la producción pesquera, hay que mencionar la acuicultura, que ha comenzado a desarrollarse hace menos de diez años, y en el 2008 la producción ascendió a 1.600 t de lubinas y doradas, lo que supone multiplicar por 10 los resultados de la pesca obtenida de forma artesanal. Se está elaborando una normativa referente a la ubicación de las granjas y a los cupos de protección atendiendo, entre otros aspectos, al impacto que pueden tener sobre el medio marino.

En la isla de **Fuerteventura** la mayor parte de la productividad agrícola se ha sustentado en las *gavias*, agrosistema tradicional que históricamente ha tenido gran importancia, pues ha permitido una cierta agricultura en condiciones de secano. Al depender este sistema de la pluviometría, la productividad interanual es variable. Los cultivos más importantes han sido los de subsistencia: trigo, cebada, millo, lentejas, garbanzos y papas, entre otros. Estos agrosistemas tradicionales no sólo han tenido, tienen aunque en menor medida, y pueden tener, una función productiva, sino que desempeñan un importante papel en la conservación de suelo y agua y, en consecuencia, en la lucha contra la desertificación. El desarrollo de otros sectores, fundamentalmente el turismo, ha hecho que este servicio de provisión de alimentos en secano, esté en fase progresiva de abandono. Hoy día, con la incorporación de aguas no convencionales para el riego (aguas desalinizadas y regeneradas) se abren nuevas posibilidades para aumentar la productividad de los cultivos, con un incremento de rentabilidad, y haciendo más atractiva la agricultura.

Entre los cultivos de exportación, normalmente bajo riego, destacan el tomate y, en menor medida el aloe (*Aloe vera*), cuyo cultivo se realiza de forma integrada y/o ecológica, lo que le proporciona un valor añadido y cuenta con gran demanda en la industria cosmética.

En Fuerteventura existe una importante cabaña de ganado caprino (112.869 cabezas en 2007) que, al no haber estado estabulada hasta hace poco tiempo, ha actuado de forma negativa sobre la vegetación, haciendo que desaparezcan especies e impidiendo su regeneración, y sobre el suelo, produciendo su compactación.

La fuente de ingresos más importante de las explotaciones caprinas es la producción láctea, mientras que la cárnica representa un porcentaje menor. El principal destino de la producción es la elaboración de queso majorero con denominación de origen. Ésta fue conseguida en el año 1996, erigiéndose como el primer queso de cabra español en obtener dicha denominación. Un 10% del total de la producción de queso (232.182 kg en 2007) se destina al mercado no canario, especialmente al de Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania.

La actividad cinegética se centra en el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la perdiz (*Alectoris barbara*) y, en menor medida, la tórtola (*Streptopelia turtur*), paloma bravía (*Columba livia*) y codorniz (*Coturnix coturnix*). Desde hace años la administración insular realiza una siembra anual de cereales en *gavias* con fines cinegéticos.

La provisión alimentaria de los ecosistemas marinos en volumen de captura de pelágicos es en Fuerteventura bastante inferior al de otras islas del archipiélago canario, sin embargo registra junto a Gran Canaria las mayores descargas de pescado demersales.

Los principales recursos marisqueros son las lapas, el mejillón, la almeja canaria, los camarones y los cefalópodos (pulpos, potas, chocos y calamares). El estado de la lapa majore-

ra es preocupante, y ha sido catalogada como especie en peligro de extinción en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Para la recuperación de esta especie se mantiene por ahora una estricta veda que afecta igualmente a otros recursos marisqueros. Destacan, igualmente, las buenas perspectivas que puede aportar una acuicultura bien gestionada.

3.2.2. *Materias primas*

En la isla de **La Palma**, los bosques de laurisilva han suministrado históricamente gran cantidad de recursos. Han sido de gran importancia los aprovechamientos madereros: los árboles más nobles de la laurisilva se han utilizado para labores de artesanía y fabricación de mobiliario (barbusano, por ejemplo), también han sido muy importantes aportando horquetas y horquetones para las labores agrícolas (fayas, brezos), y como leña para suministro energético y fabricación de carbón vegetal. Actualmente, estos usos son casi marginales. Los principales beneficios derivados de la laurisilva son hoy los recreativos y turísticos, aunque en algunos montes de titularidad privada se mantiene aún el uso para horquetas.

Los aprovechamientos madereros del pinar han variado también notablemente con el paso del tiempo. De un valor máximo de 4.000 m³/año de madera de pino en la primera mitad de la década de los 70 del siglo XX, se ha pasado progresivamente a la cifra actual de 300 m³/año.

En términos de servicios energéticos, destaca el papel de los aprovechamientos hidroeléctricos. En la isla de La Palma se ha apostado por las energías limpias, sustituyendo progresivamente la potencia de las centrales convencionales por las de hidroeléctrica y eólica.

Otros productos asociados a la provisión de servicios del medio natural son los áridos de cantera y rocas, como elementos constructivos y ornamentales.

En **Fuerteventura** existen materiales de diferentes orígenes, edáficos, geológicos, eólicos, marinos, que han sido, y en algunos casos siguen siendo, materias primas para diversas finalidades.

Los suelos de Fuerteventura se caracterizan por tener un alto contenido de carbonatos bajo una gran variedad de formas, una de ellas es la costra caliza que aparece por toda la isla con potencias muy variadas. Es ésta la materia prima de la que tradicionalmente se extraía la cal, que se utilizaba para la construcción de casas y paredes. Este servicio está prácticamente abandonado.

Los materiales extraídos especialmente para la construcción, y de los que existen actualmente canteras en explotación, son las coladas basálticas, y las arenas. Existen también canteras de piroclastos basálticos con una mayor aplicación en la agricultura como cobertura superficial sobre el suelo, técnica que favorece los procesos de infiltración de las escasas aguas de lluvia y retrasa considerablemente las pérdidas por evaporación. Además, hay rocas ornamentales, algunas en el ámbito del Complejo Basal, conjunto de rocas granudas, y otras fuera de él, por ejemplo las rocas traquíticas que aparecen en afloramientos localizados, caso del pitón de Montaña Tindaya.

Los aprovechamientos de sal fueron también históricamente significativos. En Fuerteventura se mantienen activas las Salinas del Carmen en el municipio de Antigua que datan de 1.910, donde se extrae sal de gran calidad con un alto potencial de producción de la afamada “sal de espuma”.