

Valoración de los activos naturales de España

Documento Técnico

vane



- Diciembre 2008 -



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

DOCUMENTO TÉCNICO

1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del proyecto.....	2
1.2. Estructura del proyecto	2
1.3. Premisas para la valoración	4
1.4. Servicios considerados	5
1.5. Descripción de los servicios.....	6
1.5.1. Producción de alimentos y materias primas	6
1.5.2. Provisión de agua	7
1.5.3. Servicios recreativos	7
1.5.4. Caza y pesca deportiva.....	7
1.5.5. Control de la erosión	8
1.5.6. Tratamiento de vertidos.....	8
1.5.7. Captura de carbono	8
1.5.8. Conservación de la diversidad biológica.....	9
1.6. Metodologías de valoración	9
1.7. Contenido del documento técnico de VANE.....	10
2. Producción de alimentos y materias primas.....	13
2.1. Producción de madera.....	14
2.1.1. Definición del servicio.....	14
2.1.2. Metodología	14
2.1.3. Asignación al territorio.....	22
2.2. Producción de leña	23
2.2.1. Definición del servicio.....	23
2.2.2. Metodología	23

2.2.3.	Asignación al territorio.....	27
2.3.	Producción de piñones	28
2.3.1.	Definición del servicio.....	28
2.3.2.	Metodología	28
2.3.3.	Asignación de valor.....	32
2.4.	Producción de corcho	33
2.4.1.	Definición del servicio.....	33
2.4.2.	Metodología	33
2.4.3.	Asignación de valor.....	36
2.5.	Producción de hongos	37
2.5.1.	Definición del servicio.....	37
2.5.2.	Metodología	37
2.5.3.	Asignación al territorio.....	39
2.6.	Producción agraria.....	40
2.6.1.	Definición del servicio.....	40
2.6.2.	Metodología	40
2.6.3.	Asignación al territorio.....	43
2.7.	Producción ganadera forestal	46
2.7.1.	Definición del servicio.....	46
2.7.2.	Metodología	46
2.7.3.	Asignación al territorio.....	54
2.8.	Producción pesquera capturada en el oceano	59
2.8.1.	Definición del servicio.....	59
2.8.2.	Metodología	59
2.8.3.	Asignación al territorio.....	60

2.9.	Valor de opción de pesca en el océano	62
2.9.1.	Definición del servicio.....	62
2.9.2.	Metodología	62
2.9.3.	Asignación al territorio.....	66
2.10.	Producción de pesca cultivada y materias primas en el océano.....	68
2.10.1.	Definición del servicio.....	68
2.10.2.	Metodología	68
2.10.3.	Asignación al territorio.....	71
3.	Provisión de agua	72
3.1.	Introducción a los servicios de provisión de agua	73
3.2.	Provisión de agua para uso agrícola	74
3.2.1.	Definición del servicio.....	74
3.2.2.	Metodología	74
3.3.	Provisión de agua para uso industrial	78
3.3.1.	Definición del servicio.....	78
3.3.2.	Metodología	78
3.4.	Provisión de agua para uso doméstico	84
3.4.1.	Definición del servicio.....	84
3.4.2.	Metodología	84
3.5.	Provisión de agua para uso energético	89
3.5.1.	Definición del servicio.....	89
3.5.2.	Metodología	90
3.6.	Asignación al territorio — Provisión de agua—	98
4.	Servicios recreativos	101
4.1.	Servicio recreativo en costa para residentes.....	102

4.1.1.	Definición del servicio.....	102
4.1.2.	Metodología	102
4.1.3.	Asignación al territorio.....	109
4.2.	Servicio recreativo en costa para no residentes.....	112
4.2.1.	Definición del servicio.....	112
4.2.2.	Metodología	112
4.2.3.	Asignación al territorio.....	118
4.3.	Servicio recreativo en el interior	119
4.3.1.	Definición del servicio.....	119
4.3.2.	Metodología	119
4.3.3.	Asignación al territorio.....	125
5.	Caza y pesca deportiva.....	129
5.1.	Caza menor	130
5.1.1.	Definición del servicio.....	130
5.1.2.	Metodología	130
5.1.3.	Asignación al territorio.....	133
5.2.	Caza mayor	136
5.2.1.	Definición del servicio.....	136
5.2.2.	Metodología	136
5.2.3.	Asignación al territorio.....	141
5.3.	Pesca en aguas continentales	143
5.3.1.	Definición del servicio.....	143
5.3.2.	Metodología	143
5.3.3.	Asignación al territorio.....	144
6.	Control de la erosión	148

6.1.	Control de la erosión.....	149
6.1.1.	Definición del servicio.....	149
6.1.2.	Metodología	149
6.1.3.	Asignación al territorio.....	154
7.	Tratamiento de vertidos.....	155
7.1.	Tratamiento de vertidos en aguas continentales	156
7.1.1.	Definición del servicio.....	156
7.1.2.	Metodología	156
7.1.3.	Asignación al territorio.....	163
7.2.	Tratamiento de vertidos en el océano	165
7.2.1.	Definición del servicio.....	165
7.2.2.	Metodología	165
7.2.3.	Asignación al territorio.....	170
8.	Captura de carbono	173
8.1.	Captura de carbono por el arbolado.....	174
8.1.1.	Definición del servicio.....	174
8.1.2.	Metodología	174
8.1.3.	Asignación al territorio.....	178
8.2.	Captura de carbono por el matorral	179
8.2.1.	Definición del servicio.....	179
8.2.2.	Metodología	179
8.2.3.	Asignación al territorio.....	184
8.3.	Captura de carbono en suelo agrícola	187
8.3.1.	Definición del servicio.....	187
8.3.2.	Metodología	187

8.3.3.	Asignación al territorio.....	189
8.4.	Captura de carbono en turberas	190
8.4.1.	Definición del servicio.....	190
8.4.2.	Metodología	190
8.4.3.	Asignación al territorio.....	191
8.5.	Captura de carbono en el océano	193
8.5.1.	definición del servicio	193
8.5.2.	metodología	193
8.5.3.	asignación al territorio	195
9.	Conservación de la diversidad biológica	197
9.1.	Conservación de la diversidad biológica	198
9.1.1.	Definición del servicio.....	198
9.1.2.	Metodología	198
9.1.3.	Asignación al territorio.....	201
10.	Resultados y conclusiones.....	208
10.1.	Introducción	209
10.2.	Resultados obtenidos.....	209
10.3.	Conclusiones	211
11.	Bibliografía.....	212

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Valoración de los Activos Naturales de España (VANE) consiste en la identificación, valoración y asignación al territorio de los diversos bienes y servicios suministrados por la naturaleza en el territorio nacional, ofreciendo como resultado final una serie de coberturas de valor en formato *raster*, siendo el tamaño de la celda igual a 1 hectárea (10.000 m²). Las coberturas representan el flujo económico —en euros por hectárea y año— proporcionado por cada píxel de la malla. Por consiguiente, VANE supone una herramienta para la obtención del valor económico de cada hectárea del territorio español mediante la aplicación de procedimientos metodológicos concretos de cada activo natural.

1.2. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

La estructura del proyecto se asienta sobre el conocimiento científico proporcionado por un equipo de expertos en la materia, constituido específicamente para el presente proyecto, por miembros de los siguientes organismos del ámbito universitario:

- Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid
- Departamento de Economía y Gestión Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid
- Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba
- Departamento de Economía Aplicada de la Universitat de les Illes Balears/Universidad de las Islas Baleares
- Departamento de Fundamentos de Análisis Económico de la Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco

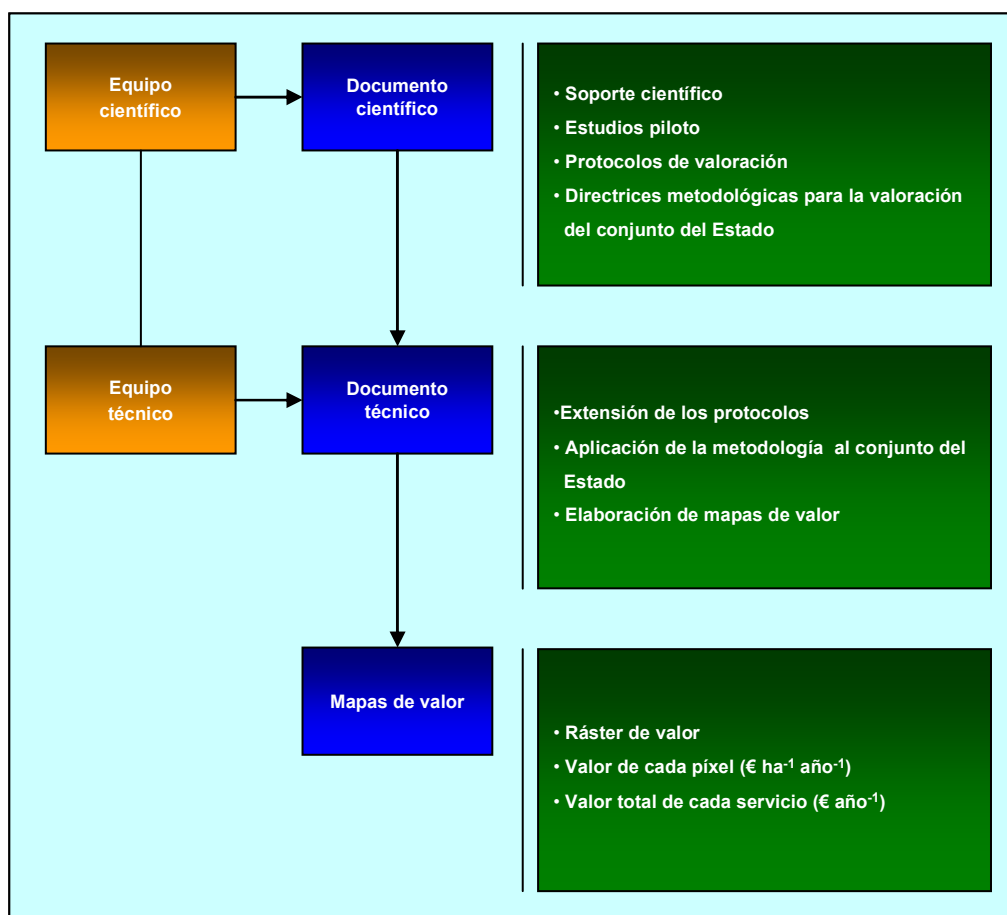
La labor de coordinación del Equipo Científico de VANE ha sido ejercida por el Departamento de Fundamentos de Economía e Historia Económica de la Universidad de Alcalá.

El soporte científico se ha materializado en una serie de estudios piloto llevados a cabo por los Equipos de Valoración aplicando los protocolos metodológicos elaborados para VANE a casos concretos. Posteriormente, dichos estudios se tomaron como base con el fin de establecer las directrices metodológicas conducentes a la valoración del conjunto del Estado. La información detallada sobre los aspectos científicos puede consultarse en el Documento Científico del Proyecto VANE.

Establecidos los fundamentos científicos se procedió a elaborar los mecanismos para la extensión de los protocolos de valoración al ámbito de VANE, mediante la adaptación de la metodología a las circunstancias nacionales en cuanto a aspectos clave: escala, información disponible, automatización de procesos, etc. Estas adaptaciones fueron diseñadas de manera conjunta entre los Equipos Científicos y el Equipo Técnico constituido por Tragsatec. El resultado final de la extensión metodológica conduce a la obtención de los mapas de valor de España pixelados a 1 hectárea.

La totalidad de procedimientos aplicados para la obtención de las coberturas son objeto de exposición en el presente documento, denominado Documento Técnico del Proyecto VANE. La Figura 1 representa de forma esquemática la estructura y el procedimiento de ejecución de los trabajos del Proyecto VANE.

Figura 1. Estructura esquemática del Proyecto VANE.



Fuente: Elaboración propia.

1.3. PREMISAS PARA LA VALORACIÓN

Los procedimientos metodológicos de valoración diseñados para VANE parten de una serie de premisas de base con el fin de garantizar su adecuación a las características del proyecto y la coherencia global del sistema. A continuación se exponen dichas premisas:

- Escala nacional. El ámbito de estudio es la totalidad del territorio nacional natural, incluyendo tanto la superficie terrestre como la marina y oceánica.
- Coberturas digitales en formato *raster*. El formato en el que se realizan los procesos de cálculo de VANE es *GRID ArcInfo* (ESRI). Siendo el tamaño de la celda de 1 ha, equivalente a 10.000 m².
- Empleo de las mejores fuentes de información cartográfica y alfanumérica disponibles en la actualidad a nivel nacional. Identificadas las necesidades de información para la valoración de los activos naturales, se seleccionaron las fuentes que mejor se adaptaban a los requerimientos del proyecto en cuanto a escala, actualidad de los datos y coherencia e integridad para el conjunto del territorio.
- Año de referencia 2005. Los resultados económicos del Proyecto VANE están referidos al año 2005, si bien, generalmente se procede a calcular los valores a partir de una serie de años con el fin de minimizar el posible efecto distorsionador de los años atípicos.
- Cálculo del valor en unidades de flujo o renta. En el presente proyecto se calcula el valor como una magnitud de flujo, esto es, referida a un periodo de tiempo anual. Siendo la unidad monetaria el euro con una precisión de dos decimales —los resultados se obtienen en céntimos de euro—.
- Cálculo de la renta sostenible. Las metodologías aplicadas conducen al cálculo de la renta sostenible o *hicksiana* de los ecosistemas.
- Mapas de valor obtenidos para la totalidad del Estado salvo Ceuta y Melilla. El estudio evalúa la totalidad del medio natural español —peninsular e insular— salvo las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla dado que se trata de zonas principalmente urbanas. Adicionalmente estas ciudades carecen de la información necesaria para su valoración: Mapa Forestal de España, Inventario Forestal Nacional, resultados del Modelo de Simulación Precipitación-Aportación, datos de precios de la tierra agraria, etc.
- Criterio conservador. Se han seguido criterios conservadores en las metodologías elaboradas, con el fin de calcular al menos el valor mínimo de los servicios proporcionados por los activos naturales.

1.4. SERVICIOS CONSIDERADOS

Entre los servicios ambientales inicialmente considerados como objeto de estudio en VANE, el Documento Técnico únicamente analiza aquellos en los que se ha podido cuantificar económicamente su valor¹. Dichos servicios se han agrupado en activos similares con el fin de facilitar su análisis, según la Tabla 1.

Tabla 1. Servicios analizados en el Documento Técnico de VANE.

Grupo	Servicio
Producción de alimentos y materias primas	Producción de madera
	Producción de leña
	Producción de piñones
	Producción de corcho
	Producción de hongos
	Producción agraria
	Producción ganadera forestal
	Producción pesquera capturada en el océano
	Máximo de opción de pesca en océano
	Mínimo de opción de pesca en océano
	Producción de pesca cultivada en el océano
	Producción de materias primas en el océano
Provisión de agua	Provisión de agua para uso agrícola
	Provisión de agua para uso industrial
	Provisión de agua para uso doméstico
	Provisión de agua para uso energético
Servicios recreativos	Servicio recreativo en costa residentes
	Servicio recreativo en costa no residentes
	Servicio recreativo en el interior
Caza y pesca deportiva	Caza menor
	Caza mayor
	Pesca en aguas continentales
Control de la erosión	Control de la erosión
Tratamiento de vertidos	Tratamiento de vertidos en aguas continentales
	Tratamiento de vertidos en el océano
Captura de carbono	Captura de carbono por el arbolado
	Captura de carbono por el matorral
	Captura de carbono en suelo agrícola
	Captura de carbono en turberas
	Captura de carbono en el océano
Conservación de la diversidad biológica	Conservación de la diversidad biológica
Total = 31 servicios cuantificados	

Fuente: Elaboración propia.

¹ La totalidad de bienes y servicios analizados, cualitativa y/o cuantitativamente, en el presente proyecto pueden consultarse en el Documento Científico de VANE.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS

A continuación se describen las agrupaciones de servicios realizadas según su tratamiento desde el punto de vista técnico de elaboración de las coberturas de valor. La información completa sobre los mismos puede consultarse en el Documento Científico.

1.5.1. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS

La presente agrupación engloba un total de doce metodologías de valoración de recursos forestales, agrícolas y oceánicos. Ofreciéndose un mapa para cada uno de estos recursos. Dos de los servicios tratados —máximo y mínimo valor de opción de pesca en el océano— evalúan valores de uso futuro; los restantes hacen referencia a valores de uso presente.

Las producciones forestales de alimentos y materias primas, consideradas en el documento técnico son las siguientes:

- Producción de madera
- Producción de leña
- Producción de piñones
- Producción de corcho
- Producción de hongos
- Producción ganadera forestal, o de pastos forestales

La valoración de la producción del medio agrario se completa con la metodología diseñada para los usos del suelo agrícola y ganadero a través del servicio denominado “producción agraria”:

- Producción agraria, o producción agrícola y ganadera

La función productiva del océano se concreta a través de los siguientes servicios:

- Producción pesquera capturada en el océano
- Máximo de opción de pesca en océano
- Mínimo de opción de pesca en océano
- Producción de pesca cultivada en el océano
- Producción de materias primas en el océano

1.5.2. PROVISIÓN DE AGUA

La valoración del agua proporcionada por el medio natural se ha desglosado según el tipo de aprovechamiento al que se destina. Se han distinguido cuatro posibles destinos, tres consuntivos y uno, el uso hidroeléctrico, no consuntivo. Como consecuencia, el agua no consumida por un uso podría ser objeto de aprovechamiento por otro, bien no consuntivo o bien de consumo en destino.

Los aprovechamientos cuyo valor se ha cartografiado son los siguientes:

- Provisión de agua para uso agrícola
- Provisión de agua para uso industrial
- Provisión de agua para uso doméstico
- Provisión de agua para uso energético, o agua para uso hidroeléctrico

1.5.3. SERVICIOS RECREATIVOS

El medio natural, como receptor de visitantes goza de un valor de uso recreativo el cual ha sido cuantificado a través de tres mapas —dos corresponden a la zona costera y uno a la región interior—.

La relativamente elevada magnitud de los resultados obtenidos para la costa ha llevado a dissociar el valor en dos coberturas: valor otorgado por la población residente en el municipio costero y los visitantes foráneos. En la región interior no se realiza dicha distinción, presentándose un único mapa, el cual no se solapa con los dos anteriores con el fin de evitar la posible duplicidad en el conteo del valor.

Las metodologías desarrolladas evalúan por tanto los siguientes tres servicios:

- Servicio recreativo en costa residentes
- Servicio recreativo en costa no residentes
- Servicio recreativo en el interior

1.5.4. CAZA Y PESCA DEPORTIVA

Las actividades cinegética y piscícola interior, se han tratado separadamente a las englobadas en el grupo correspondiente a “producción de alimentos y materias primas” debido al alto componente recreativo de las mismas; siendo posible entender estos servicios en una sociedad avanzada como una agregación de dos componentes: recreativo y productivo.

Los servicios considerados han sido plasmados en tres metodologías con sendos mapas de valor. Destacar el estudio desglosado de la caza en sus dos modalidades —mayor y menor— con el fin de proporcionar resultados desagregados.

Las metodologías y mapas elaborados hacen referencia a los siguientes servicios:

- Caza menor
- Caza mayor
- Pesca en aguas continentales

1.5.5. CONTROL DE LA EROSIÓN

La evaluación económica del suelo retenido gracias a la presencia de vegetación sobre un territorio se ha representado mediante un mapa de valor. Los efectos considerados en la presente evaluación son los manifestados fuera del lugar en el cual se produce la erosión o pérdida de suelo, también denominados efectos *ex situ*. La cobertura obtenida se denomina:

- Control de la erosión

1.5.6. TRATAMIENTO DE VERTIDOS

Tanto las aguas continentales como las oceánicas efectúan una labor natural de depuración de los vertidos se realizan a las mismas debido a las actividades humanas. VANE, ofrece una serie de metodologías que permiten la valoración económica de este servicio, las cuales se han materializado en dos coberturas cartográficas dedicadas a las masas de agua continentales —lagos, ríos, lagunas, etc.— y a las masas de agua oceánicas:

- Tratamiento de vertidos en aguas continentales
- Tratamiento de vertidos en el océano

1.5.7. CAPTURA DE CARBONO

En la actualidad uno de los servicios naturales más destacados es el de captura de carbono debido a las consecuencias del cambio climático global. Los activos naturales ejercen de sumideros de CO₂ capturando y almacenando carbono en sus estructuras. Las metodologías han sido elaboradas específicamente para cada activo, considerando tanto los usos del suelo agrícola y forestal, como el medio oceánico. Las metodologías elaboradas atienden a las siguientes denominaciones:

- Captura de carbono por el arbolado
- Captura de carbono por el matorral

- Captura de carbono en suelo agrícola
- Captura de carbono en turberas
- Captura de carbono en el océano

En la presentación cartográfica de resultados se ha optado por agregar el mapa de valor de las turberas al del matorral, debido a la escasa entidad relativa del primero, que llevaría a hacer difícilmente apreciables a nivel nacional los resultados obtenidos según se indica en el correspondiente apartado. Por lo tanto, en este grupo se han desarrollado 5 metodologías específicas, plasmadas en 4 coberturas de valor.

1.5.8. CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El esfuerzo económico realizado por el Estado para la conservación de las especies animales y vegetales presentes en su territorio, se representa en un mapa de valor, el cual considera tanto los terrenos forestales como los agrícolas:

- Conservación de la diversidad biológica

1.6. METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN

Cada uno de los servicios considerados en VANE ha sido objeto de un estudio individual que ha llevado a la aplicación de la técnica metodológica que mejor se adaptaba a sus características, con el fin de obtener el valor económico del mismo. Asimismo se ha atendido especialmente a evitar duplicidades, y a asegurar la coherencia global del sistema dado el ámbito integral del proyecto.

Los métodos de valoración empleados en VANE son los siguientes:

- Renta a precio de mercado
- Asignación de rentas
- Opciones reales
- Valor residual
- Excedente del consumidor
- Costes evitados
- Coste del viaje
- Transferencia a partir de la disposición a pagar
- Costes de conservación

La Tabla 2 muestra de forma esquemática los métodos empleados para valorar cada uno de los servicios, si bien en el presente documento se analiza en detalle cada uno de estos procedimientos.

Tabla 2. Métodos de valoración aplicados.

Grupo	Servicio	Método
Producción de alimentos y materias primas	Producción de madera	Renta a precios de mercado
	Producción de leña	Renta a precios de mercado
	Producción de piñones	Renta a precios de mercado
	Producción de corcho	Renta a precios de mercado
	Producción de hongos	Renta a precios de mercado
	Producción agraria	Asignación de rentas anclado con precios de la tierra
	Producción ganadera forestal	Renta a precios de mercado
	Producción pesquera capturada en el océano	Renta a precios de mercado
	Máximo de opción de pesca en océano	Método de opciones reales
	Mínimo de opción de pesca en océano	Método de opciones reales
	Producción de pesca cultivada en el océano	Renta a precios de mercado
	Producción de materias primas en el océano	Renta a precios de mercado
	Provisión de agua	Provisión de agua para uso agrícola
Provisión de agua para uso industrial		Método del valor residual
Provisión de agua para uso doméstico		Excedente del consumidor (función de demanda)
Provisión de agua para uso energético		Método de los costes evitados
Servicios recreativos	Servicio recreativo en costa residentes	Método del coste del viaje
	Servicio recreativo en costa no residentes	Método del coste del viaje
	Servicio recreativo en el interior	Transferencia a partir de DAP (disposición a pagar)
Caza y pesca deportiva	Caza menor	Renta a precios de mercado
	Caza mayor	Renta a precios de mercado
	Pesca en aguas continentales	Renta a precios de mercado
Control de la erosión	Control de la erosión	Método de los costes evitados
Tratamiento de vertidos	Tratamiento de vertidos en aguas continentales	Método de los costes evitados
	Tratamiento de vertidos en el océano	Método de los costes evitados
Captura de carbono	Captura de carbono por el arbolado	Método de los costes evitados
	Captura de carbono por el matorral	Método de los costes evitados
	Captura de carbono en suelo agrícola	Método de los costes evitados
	Captura de carbono en turberas	Método de los costes evitados
	Captura de carbono en el océano	Método de los costes evitados
Conservación de la diversidad biológica	Conservación de la diversidad biológica	Costes de conservación

Fuente: Equipo Científico de VANE.

1.7. CONTENIDO DEL DOCUMENTO TÉCNICO DE VANE

El presente documento se estructura entorno a una memoria en la cual se expone cada uno de los procesos seguidos para el cálculo de los *raster* de valor. Como se ha indicado, los servicios considerados han sido agrupados en activos similares con el fin de clarificar la exposición.

Previamente al desarrollo de la memoria se ofrece un índice con las siglas habitualmente citadas en el documento, el cual puede emplearse como guía para la consulta rápida de las mismas.

Cada uno de los servicios considerados se analiza a través de tres apartados:

- El primero se dedica a la definición de cada servicio, precisando el activo objeto de valoración.
- Posteriormente se expone en detalle el procedimiento metodológico empleado para la obtención del valor económico.
- Por último, el apartado de asignación al territorio describe el proceso mediante el cual se ha imputado el valor a cada píxel del mapa.

Los resultados de VANE son objeto de análisis en un capítulo específico en el que se recopilan los resultados totales obtenidos para cada servicio a nivel nacional en unidades de flujo referidas a 2005 (€ año⁻¹).

El último capítulo de la memoria consiste en un apéndice en el que se muestran los detalles de las referencias bibliográficas empleadas.

La información contenida en la memoria se completa a través de cuatro documentos anejos a la misma con los siguientes contenidos:

- Anejo I: Fuentes de información. Recopila la totalidad de fuentes de información empleadas para la valoración de los activos naturales de España, agrupadas por servicio. Esto es, se indica para cada uno de los servicios las fuentes necesarias para su valoración según la metodología VANE, distinguiéndose entre fuentes alfanuméricas y cartográficas.
- Anejo II: Fuentes cartográficas generadas. En algunos casos la información requerida por las metodologías supera a la existente en la actualidad a nivel nacional. Esta limitación se ha solventado mediante la elaboración de una serie de mapas y bases de datos específicas para el proyecto VANE, las cuales complementan la información existente actualmente. En concreto se ha elaborado la siguiente información de base para VANE:

Mapa de uso del suelo de VANE. MFEV

Mapa de Erosión de VANE. MEV

Mapa de Aptitud Fúngica de VANE. MAFV

Mapa de Calidad de Aguas de VANE. MCAV

Mapa de Playas de VANE. MPV

- Anejo III: Diagramas de los procesos de valoración. Con el fin de facilitar la exposición de las metodologías aplicadas, se ha representado gráficamente un esquema de la totalidad de procesos realizados, elaborándose un diagrama de bloques para cada servicio valorado.

- Anejo IV: Tablas. En un último anejo se recogen las tablas que por sus dimensiones, o por su carácter complementario, se proporcionan de manera separada a la memoria.

Mediante estos contenidos, el Documento Técnico pretende ser autoexplicativo, si bien para la comprensión global del proyecto se recomienda consultar la obra completa, con el fin de conocer las fuentes y bases que sustentan la metodología —Documento Científico—, los procesos realizados para la valoración —Documento Técnico—, y los resultados cartográficos finales —Mapas de Valor—.

2. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS

2.1. PRODUCCIÓN DE MADERA

2.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El servicio de producción de madera hace referencia a la producción real de madera que suministran anualmente los bosques españoles, tomando como referencia la estadística oficial incluida en el “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*” (AEA).

2.1.2. METODOLOGÍA

El servicio de producción maderera se valora en VANE empleando los precios de mercado en pie, a partir de los datos de Incremento Anual de Volumen con Corteza (IAVC) suministrados por el último “*Inventario Forestal Nacional*” (IFN) disponible para cada provincia, obteniéndose un *raster* que representa el valor de la producción real de madera en cada hectárea del territorio. Se ha empleado el IFN3 en la totalidad de España, salvo en Almería, Cádiz, Granada, Huelva, Málaga y Sevilla, donde se ha recurrido al IFN2.

La primera fase de la metodología consiste en imputar el IAVC que corresponda a cada tesela del Mapa Forestal de España adaptado a Vane (MFEV). Recordar en este punto que el “*Mapa Forestal de España*” (MFE) distingue las tres especies arbóreas principales que existen en cada una de sus teselas, por lo que se conoce la localización geográfica de los elementos productores de madera —montes arbolados— y únicamente restará asignarles el crecimiento que les corresponda. Incidir que en el proyecto VANE no se valoran magnitudes de *stock* o fondo de recursos sino de flujo, motivo por el cual no se ha procedido a asignar las existencias de madera —volumen con corteza, VCC— sino los incrementos de volumen. Como paso previo se garantizó que las especies identificadas por el MFE en cada provincia presentan datos de crecimiento en el IFN con el fin de comprobar que los crecimientos puedan imputarse territorialmente; esta premisa se aseguró mediante la comparación entre las bases de datos implicadas, realizándose posteriormente una reclasificación de especies en los casos que fuera necesario siguiendo para ello criterios de semejanza taxonómica y de clases de crecimiento; como fuente de base para esta reclasificación se consultó bibliografía especializada: Balgañón, 2003; Serrada, 2005; y Ruiz de la Torre, 1984.

Dado que la madera se valora mediante su precio de mercado, se procedió a catalogar la totalidad de especies existentes en cada provincia según su interés comercial, distinguiéndose los grupos recogidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Grupos de especies según su interés comercial.

Grupo	Interés comercial
1	Especies con interés para madera
2	Especies con interés para madera y leñas
3	Especies con interés para leñas
4	Especies sin interés comercial

Fuente: Elaboración propia.

La catalogación de especies se realizó para cada provincia española en base a los datos de producción de madera y leña publicados en los “*Anuarios de Estadística Agroalimentaria*” (AEA) por el antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Asimismo se emplearon como referencia el “*Directorio de Madera*” (AEIM, 2003) y el estudio “*Current status of Spanish Firewood Project*” (Elcano *et al.*, 2007). La tabla resultante en la que se recoge el grupo para cada especie y provincia puede consultarse en el Anejo IV (Tabla 1).

La asignación de IAVC a cada tesela del MFEV se basa en establecer una relación proporcional entre la abundancia relativa de la especie en la tesela con respecto a la superficie total ocupada por dicha especie en la provincia. De esta forma, se parte de la premisa de que las zonas que cuentan con una mayor ocupación superficial de una especie aglutinarán una mayor parte del crecimiento total de la provincia. El cálculo de la superficie ocupada por cada especie en cada tesela viene expresado mediante la siguiente multiplicación:

$$Fcc^p \times OCU^p_s \times SUP^p$$

Donde:

Fcc^p , es la fracción de cabida cubierta arbolada en tanto por uno declarada por el MFE para el píxel “p”.

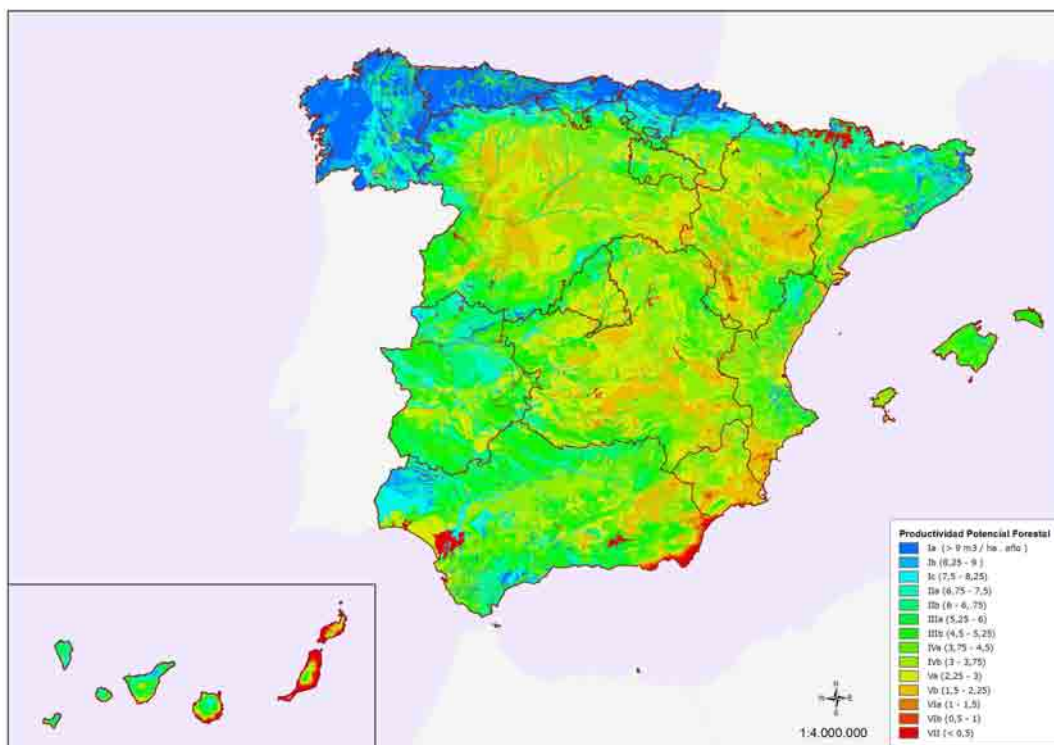
OCU^p_s , es la ocupación en tanto por uno, declarada por el MFE para la especie “s” en el píxel “p”.

SUP^p , superficie del píxel, igual a 1 ha en VANE.

Incidir en este punto en el aspecto de que la totalidad de píxeles de una misma tesela del MFE obtendrán idéntico resultado de la multiplicación anterior, ya que como es conocido, el MFE ofrece datos a nivel de tesela. La ampliación del nivel de detalle desde la tesela al píxel —la valoración de VANE se vuelca sobre celdas de 1 ha— se realiza de forma directa a todos los píxeles que constituyen la tesela, incorporando en este punto al modelo el valor de la Productividad Potencial Forestal de cada píxel (PPF). La PPF es una cobertura completa para toda España,

publicada por el MARM, que representa la máxima productividad expresada en volumen de madera de cada estación forestal teniendo en cuenta las restricciones impuestas por el suelo y el clima; por lo que se ha considerado como un indicador significativo de la aptitud de cada terreno para la vida vegetal, y por lo tanto del crecimiento de la vegetación arbórea.

Figura 2. Mapa de productividad potencial forestal. Datos en $m^3 ha^{-1} año^{-1}$.



Fuente: MARM.

La expresión calculada como numerador para la asignación de IAVC a cada píxel, según se verá posteriormente, es la siguiente:

$$Fcc^p \times OCU^p_s \times SUP^p \times PPF^p$$

Donde:

PPF^p , es la Productividad Potencial Forestal del píxel "p".

Como se ha indicado anteriormente, la asignación de IAVC a cada píxel será proporcional al valor que adopte la expresión anterior, la cual recoge tanto criterios de abundancia de la especie como de calidad de la estación forestal. La ley de asignación mencionada es pues la establecida por la siguiente ecuación matemática de reparto de los valores provinciales a cada píxel del MFEV:

$$IAVC_s^p = \frac{Fcc^p \times OCU_s^p \times SUP^p \times PPF^p}{\sum_{i=1}^n Fcc^i \times OCU_s^i \times SUP^i \times PPF^i} \times IAVC_s^{Prov}$$

Donde:

$IAVC_s^p$, es el incremento anual de volumen con corteza de la especie “s” asignado al píxel “p”, con datos en $m^3 \text{ año}^{-1}$; dado que los píxeles tienen una hectárea este resultado es equivalente a $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

$\sum_{i=1}^n Fcc^i \times OCU_s^i \times SUP^i \times PPF^i$, representa el sumatorio de los “n” píxeles que componen la provincia.

$IAVC_s^{Prov}$, es el incremento anual de volumen con corteza total para la especie “s” en la provincia en $m^3 \text{ año}^{-1}$, según lo declarado por el IFN.

En el caso de que el IAVC asignado al píxel sea superior al máximo declarado por el IFN para esa especie en la provincia, se procede a asignar al píxel el valor máximo provincial de IAVC recogido en el IFN garantizando de esta manera la coherencia del modelo.

Establecido el crecimiento de la masa en cada celda, los pasos posteriores consisten en determinar la cuantía de volumen potencialmente aprovechable para maderas. Este volumen potencial recibe el nombre de posibilidad de madera y será dependiente de una serie de factores silvícolas, comerciales, fisiográficos y de protección de la naturaleza.

El primer parámetro considerado es la composición específica de las masas forestales arboladas, en base a la cual se ha determinado el primer coeficiente que afecta al IAVC de cada píxel con el fin de calcular su posibilidad. Los tipos de masa que se han diferenciado son los siguientes:

- ❖ Tipo 1: Fcc arbolada inferior al 20 por ciento. Se trata de masas arboladas ralas, declarándose no aprovechables para madera, y por lo tanto con posibilidad nula. A partir del 20 por ciento las masas se consideran forestales arboladas pudiendo ser objeto de explotación.
- ❖ Tipo 2: Pertenecen a este tipo las masas forestales arboladas puras, declarándose como tales todas aquellas con Fcc arbolada igual o superior al 20 por ciento y cuya especie principal tenga una ocupación igual o superior al 70 por ciento.
- ❖ Tipo 3: En caso de que la masa arbolada se forme por una combinación de especies entre las cuales ninguna supera el 70 por ciento de ocupación, se declara la masa como bosque mixto.

Reclasificadas las masas forestales según la tipología anterior se procede a determinar los coeficientes de cortabilidad, los cuales multiplicados por el IAVC de cada píxel darán como resultado la posibilidad maderera de los mismos. En concreto, el modelo de valoración considera los siguientes coeficientes:

1. Coeficiente de cortabilidad según el tipo de masa (C_1):

Se ha establecido una relación directa entre el interés por aprovechar la madera de una especie y la tipología de la masa de la que la misma forma parte. Los coeficientes asignados son los siguientes:

- ❖ Masas del tipo 1. Al tratarse de superficie forestal arbolada rala se ha considerado que la totalidad de las especies presentes no son aprovechables y por lo tanto han recibido un valor nulo del coeficiente.
- ❖ Masas del tipo 2. Se trata de bosques puros en los que domina una especie principal sobre las acompañantes. En este caso la especie dominante recibe valor 1 siendo objeto de aprovechamiento, mientras que las acompañantes no se consideran interesantes comercialmente recibiendo valor de coeficiente nulo.
- ❖ Masas del tipo 3. En los bosques mixtos se estima que la totalidad de especies presentes pueden ser potencialmente aprovechables dada la mezcla íntima existente en las teselas, por lo que todas las especies presentes reciben un valor unidad para este coeficiente.

2. Coeficiente de cortabilidad según el estado de las especies (C_2):

El MFE ofrece como dato de salida el estado en el que se encuentra cada especie en cada una de sus teselas, pudiendo ser: repoblado, monte bravo, latizal o fustal. El estado repoblado se define como el conjunto de pies que llegan desde el estrato herbáceo hasta el arbustivo iniciando la tangencia de copas. El monte bravo es la formación que comprende desde la edad anterior hasta el momento en que por efecto del crecimiento, los pies comienzan a perder las ramas inferiores. Por su parte, el latizal comprende desde la clase anterior hasta que los pies alcanzan los 20 cm de diámetro normal. Por último, se considera fustal el estado superior de desarrollo de los montes arbolados, presentando los pies diámetros normales superiores a 20 cm.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores se ha asignado un coeficiente de cortabilidad de valor nulo a los estados inferiores —repoblado y monte bravo—, considerándose únicamente explotables con fines madereros los estados latizal y fustal.

3. Coeficiente de cortabilidad según el interés comercial de las especies (C_3):

En base a los grupos recogidos en la Tabla 3 se ha asignado un valor de coeficiente nulo a las especies no comerciales —grupos 3 y 4—, mientras las especies comerciales —grupos 1 y 2— han recibido un valor de coeficiente 1.

4. Coeficiente de cortabilidad según el uso del suelo (C_4):

El uso del suelo de la tesela se ha considerado como un factor crítico para considerar aprovechables o no a las especies arbóreas que se encuentren en la misma. A las especies ubicadas en las clases del MFEV consideradas aprovechables se les ha asignado valor 1 para este coeficiente, tratándose de los siguientes usos del suelo:

Clase 35. Bosque.

Clase 36. Bosque de plantación.

Clase 40. Riberas.

Clase 41. Bosquetes.

Clase 44. Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado.

El resto de clases se consideran no aptas para aprovechamiento maderero recibiendo un valor de coeficiente nulo.

5. Coeficiente de cortabilidad de cada píxel según su pendiente media (C_5):

La pendiente media del territorio es un factor fundamental que condiciona la planificación e incluso la realización del aprovechamiento forestal. Como pendiente máxima sobre la cual se puede llevar a cabo un aprovechamiento económicamente viable se ha tomado el límite del 50 por ciento, siendo éste un valor estimado a partir de Tolosana (2004), para la labor de un *skidder* o tractor de arrastre entrando en la masa. De esta forma los bosques situados en pendientes superiores al 50 por ciento se consideran no aprovechables, asignándoles un coeficiente nulo; el resto de bosques reciben valor 1.

La pendiente de cada punto del mapa ha sido obtenida cartográficamente a partir de un Modelo Digital del Terreno (MDT).

6. Coeficiente de cortabilidad según la protección del píxel (C_6):

En el caso de que los píxeles se encuentren protegidos bajo la figura de Parque Nacional se considera que su madera no puede ser extraída con fines

comerciales en base al Plan Director de Parques Nacionales —Real Decreto 1803/1999²—, asignándoles un valor nulo de este coeficiente de cortabilidad; en caso contrario los píxeles reciben el valor unidad.

Una vez asignados los coeficientes de cortabilidad a cada especie en cada píxel, se procede a calcular su posibilidad de madera ($Posm_s^p$) mediante la multiplicación del correspondiente IAVC por los coeficientes anteriormente indicados, de forma que la posibilidad es nula siempre que alguno de los coeficientes tome un valor nulo:

$$Posm_s^p (m^3 / ha \times \text{año}) = IAVC_s^p \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6$$

Tal y como se ha indicado el valor de la posibilidad recoge el volumen potencialmente explotable anualmente. Con el fin de obtener la producción maderera real, se ha procedido a relacionar los valores potenciales con el aprovechamiento real de cada especie a nivel nacional.

Los datos de la producción nacional de madera se han extraído de la serie de “Anuarios de Estadística Agroalimentaria” (AEA) 1999-2004. Comparando la producción nacional real del AEA con la posibilidad maderera obtenida para VANE a partir del IAVC afectado por los coeficientes de cortabilidad, se ha determinado el coeficiente de aprovechamiento de cada especie forestal (Tabla 4).

Conocido el porcentaje de aprovechamiento de cada especie frente a su posibilidad, se procede a calcular la producción real de madera de cada píxel (Pm_s^p) afectando su posibilidad por el correspondiente porcentaje de cortas de cada especie:

$$Pm_s^p (m^3 / ha \times \text{año}) = Posm_s^p \times \text{Aprovechamiento}(\%)$$

La monetización de la producción maderera se realiza aplicando los precios por especie publicados a nivel nacional por el AEA, empleándose para cada especie el precio promedio de la serie de años de referencia (1999-2004) actualizados al año 2005 según los índices de precios publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Por lo tanto, el valor de la madera producido por cada especie en cada píxel (Vm_s^p) es el resultado de la siguiente operación:

$$Vm_s^p (\text{€} / ha \times \text{año}) = Pm_s^p \times \text{precio}$$

Los precios de cada especie o grupo de especies actualizados al año 2005, se recogen en la Tabla 5.

² Real Decreto 1803/1999, de 26 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Parques Nacionales. (BOE, nº 209, de 1 de septiembre de 1998)

Tabla 4. Cortas de madera nacionales promedio de la serie de años 1999-2004 según el AEA y comparación porcentual respecto a la posibilidad estimada en VANE. Datos en m³año⁻¹.

Especie	Cortas AEA	Posibilidad VANE	%
Pino silvestre	807.002	4.946.095	16,3%
Pino uncinata	45.380	174.531	26,0%
Pino pinea	111.759	808.623	13,8%
Pino halepensis	251.450	2.397.877	10,5%
Pino laricio	311.693	2.695.562	11,6%
Pino pinaster	3.029.747	6.727.765	45,0%
Pino canario	8.094	177.492	4,6%
Pino radiata	1.728.677	3.150.147	54,9%
Quercus robur	77.531	829.489	9,3%
Quercus petrea	1.804	173.129	1,0%
Aliso	22.540	115.216	19,6%
Haya	65.471	1.211.333	5,4%
Castaño	109.614	802.415	13,7%
Abetos	8.645	73.684	11,7%
Enebros	476	7.549	6,3%
Sabinas	780	39.087	2,0%
Otras coníferas	68.007	362.381	18,8%
Chopos	791.485	1.048.160	75,5%
Abedul	14.849	147.630	10,1%
Otros quercus	79.142	387.786	20,4%
Eucaliptos	4.118.698	8.015.751	51,4%
Fresno	13.534	20.859	64,9%
Otras frondosas	65.067	105.258	61,8%

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2004.

Tabla 5. Precios de la madera por especie.

Especie	Precio (€/m3)	Especie	Precio (€/m3)
Pino silvestre	34,13	Castaño	44,17
Pino uncinata	21,81	Abetos	33,58
Pino pinea	19,05	Enebros	20,22
Pino halepensis	17,93	Sabinas	44,08
Pino laricio	23,43	Otras coníferas	29,83
Pino pinaster	32,48	Chopos	52,12
Pino canario	16,96	Abedul	38,98
Pino radiata	53,70	Otros quercus	51,30
Quercus robur	87,13	Eucaliptos	32,01
Quercus petrea	60,76	Fresno	44,85
Aliso	38,88	Otras frondosas	36,30
Haya	57,89		

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2004.

El MFE ofrece datos silvícolas para las tres especies arbóreas principales existentes en cada una de sus teselas —por tanto, ofrece información de las tres especies principales existentes en cada píxel del mapa—. Así, el valor total de madera en cada píxel vendrá definido por la suma del valor de todas las especies arbóreas presentes en el mismo, o lo que es lo mismo matemáticamente:

$$Vm^p (\text{€} / \text{ha} \times \text{año}) = \sum_{i=1}^3 Vm_i^p$$

Donde:

Vm^p , es el valor total de la madera producida en el píxel “p”.

Vm_i , es el valor de madera de la especie “i” en el píxel “p”; por lo que el sumatorio supone el cálculo del valor total de la madera producida por las tres especies arbóreas presentes en el píxel según el MFE.

La cobertura de valor correspondiente al presente servicio imputa cartográficamente el valor total de la madera producida en cada píxel, representado en la ecuación anterior por el acrónimo Vm^p . De esta forma, el procedimiento de valoración diseñado ofrece como dato de salida el valor de la producción real de madera de la totalidad de especies comerciales existentes en cada hectárea, coincidiendo el valor total nacional obtenido en VANE con el valor nacional promedio calculado para la serie de “Anuarios de Estadística Agroalimentaria” 1999-2004.

2.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La metodología aplicada proporciona como dato de salida el valor de la madera en cada píxel del territorio, conforme a sus características silvícolas, dasométricas, fisiográficas, etc. no habiendo sido necesario diseñar un procedimiento específico para la asignación del valor de anclaje al territorio.

2.2. PRODUCCIÓN DE LEÑA

2.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La producción de leña es valorada mediante criterios coherentes con la producción de madera ya que ambas se encuentran asociadas, siendo el monte arbolado el suministrador de ambos bienes. Como valor oficial de anclaje se toma el “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*”, coincidiendo el valor económico resultado de VANE con el valor real recogido en la estadística oficial.

2.2.2. METODOLOGÍA

La metodología según la cual se valora la producción de leña en VANE sigue las líneas generales establecidas para la producción maderera, garantizando de esta forma la coherencia global del sistema; empleándose de nuevo en este caso el método de valoración de rentas a precios de mercado de la leña en pie.

El dato territorial de partida en la metodología diseñada es el incremento anual de volumen con corteza, calculado para cada píxel y especie a partir de la información del IFN, el MFE y la PPF ($I\text{AVC}_s^p$) según lo indicado en el apartado dedicado a la valoración de la producción maderera.

Con el fin de determinar la cuantía del crecimiento en el volumen que potencialmente podría comercializarse para leña, se han identificado una serie de coeficientes de aprovechamiento similares a los empleados para la producción maderera, adaptados específicamente a los aprovechamientos de leña, a través de los cuales se calcula la posibilidad de producción de leña para cada píxel del mapa. El modelo de valoración considera los siguientes coeficientes:

1. Coeficiente de cortabilidad según el tipo de masa (C_1):

Al igual que en el caso del aprovechamiento maderero, se ha identificado el tipo de masa como un factor determinante a la hora de establecer la posible explotación comercial de la leña. A continuación, se recogen los tipos de masa diferenciados y sus correspondientes coeficientes de aprovechamiento para leña:

- ❖ Masas del tipo 1. Se trata de las masas forestales con fracción de cabida cubierta arbolada inferior al 20 por ciento, y por lo tanto declaradas como montes arbolados ralos. Dentro de este tipo se han distinguido las teselas catalogadas como dehesas por el MFEV —clases 7 y 8— de los restantes usos del suelo. Considerándose comercial la leña producida en las dehesas, se le asigna valor 1 del presente coeficiente. Los restantes usos del suelo del MFEV tipificados como arbolados ralos reciben un valor de coeficiente nulo, considerándose no productores de leña comercial.

- ❖ Masas del tipo 2. Son las masas puras en las cuales una especie principal es claramente dominante sobre el resto y que al mismo tiempo no pertenecen al tipo anterior. En este caso, se ha considerado que únicamente se aprovecha comercialmente la leña de la especie principal, recibiendo un valor de coeficiente 1. El resto de especies acompañantes reciben un valor de coeficiente nulo al no ser tenidas en cuenta como productoras de leña.
- ❖ Masas del tipo 3. Las masas arboladas del tercer tipo aglutinan los montes forestales arbolados —fracción de cabida cubierta igual o superior a 20 por ciento— en los que no existe una especie dominante, declarándose por lo tanto como masas mixtas.

En estas masas, dada la mezcla de especies, se ha estimado que la totalidad de las especies presentes son susceptibles de un aprovechamiento comercial de su leña, recibiendo por tanto valor de coeficiente 1.

Para mayor información sobre los tipos de masa diferenciados y los criterios seguidos para su distinción se recomienda consultar el apartado dedicado a la valoración de la madera del presente documento.

2. Coeficiente de cortabilidad según el estado de las especies (C_2):

Teniendo en cuenta las descripciones de los estados de masa recogidos en el MFE, se ha asignado que únicamente serán aprovechables para leña los estados superiores correspondientes a monte bravo, latizal y fustal —asignándoles por lo tanto el valor unidad para el coeficiente—; el estado repoblado no será objeto de explotación por lo que se le ha otorgado un valor de coeficiente nulo.

3. Coeficiente de cortabilidad según el interés comercial de las especies (C_3):

Las especies catalogadas como comerciales para leña —grupos 2 y 3, descritos en la metodología de valoración de la producción maderera— han recibido el valor unidad del coeficiente; las que producen leña no comercializable —grupos 1 y 4— reciben valor de coeficiente nulo.

4. Coeficiente de cortabilidad según el uso del suelo (C_4):

El uso del suelo en el cual crece la masa se ha incorporado al modelo como un factor determinante para concluir si la leña producida por la masa será explotada con fines comerciales. Las clases del MFEV declaradas como aptas para el aprovechamiento de leña han recibido valor 1 para este coeficiente, tratándose de las siguientes:

Clase 7. Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado.

Clase 8. Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado.

Clase 35. Bosque.

Clase 36. Bosque de plantación.

Clase 40. Riberas.

Clase 41. Bosquetes.

Clase 44. Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado.

Los restantes usos del suelo reciben valor nulo al no considerarse aptos para el aprovechamiento comercial de su leña.

5. Coeficiente de cortabilidad de cada píxel según su pendiente media (C_5):

Siguiendo un criterio coherente con el establecido para la valoración de la producción maderera, se ha asignado un valor nulo a todos aquellos píxeles del mapa situados sobre pendientes superiores al 50 por ciento y el valor unidad a los que se encuentran en pendientes iguales o inferiores a dicho límite.

6. Coeficiente de cortabilidad según la protección del píxel (C_6):

En simetría con los aprovechamientos madereros, se han considerado como no explotables todos aquellos terrenos protegidos bajo la figura de Parque Nacional asignándoles por ello valor nulo para este coeficiente.

La posibilidad anual de leña generada en cada píxel “p” se obtiene para cada especie “s” ($Posl_s^p$) multiplicando los coeficientes anteriormente descritos por su correspondiente incremento anual de volumen con corteza, adoptando la siguiente expresión matemática:

$$Posl_s^p (m^3 ha^{-1} año^{-1}) = IAVC_s^p \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6$$

La posibilidad de leña de cada píxel representa la producción potencial de este recurso que se podría aprovechar anualmente. Con el fin de determinar la producción que realmente es aprovechada, se acude como referencia a los datos facilitados por el “Anuario de Estadística Agroalimentaria” —serie de años 1999-2004—. En este anuario los valores de leña aparecen referidos a estéreos, los cuales se definen como la cantidad de madera contenida en una pila de 1 m³ de volumen. Dado que los datos de crecimiento del IFN se facilitan en metros cúbicos se hace necesario adoptar un coeficiente de apilamiento que realice la transformación de unidades. En VANE, se ha adoptado un coeficiente de apilamiento igual a 0,785 determinado por el Equipo Científico de VANE a partir de la bibliografía, este coeficiente supone establecer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ estéreo} = 0,785 \text{ m}^3$$

Realizada la transformación sobre los datos del AEA, se ha obtenido la producción nacional real de leña promedio de la serie de años 1999-2004. Relacionando dicha producción real con la posibilidad estimada en VANE —incidir que la posibilidad hace referencia a la producción potencial— se han calculado los porcentajes de volumen que son aprovechados para cada uno de los grupos de especies recogidos en el AEA; dichos porcentajes pueden consultarse en la Tabla 6.

Tabla 6. Producción nacional de leña promedio de la serie de años 1999- 2004 según el AEA, y comparación porcentual respecto a la posibilidad estimada en VANE. Datos en m^3 año⁻¹.

Grupo	Cortas AEA	Posibilidad VANE	%
Coníferas	460.952	14.250.363	3,2%
Quercíneas	1.037.970	3.065.623	33,9%
Otras frondosas	530.490	5.795.395	9,2%

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinado el porcentaje aprovechado de cada grupo de especies, se procede a calcular la producción real de leña de cada especie en cada píxel (Pl_s^p) aplicando el porcentaje que corresponda a la posibilidad ($Posl_s^p$):

$$Pl_s^p (m^3 ha^{-1} año^{-1}) = Posl_s^p \times Aprovechamiento(\%)$$

La monetización de la producción de leña de cada píxel se realiza aplicando los precios por grupo de especies facilitados a nivel nacional por el AEA. En coherencia con el modelo diseñado para la producción maderera, se ha aplicado a cada grupo de especies el precio promedio de la serie de años 1999-2004, actualizados en todo caso al año 2005. De esta forma, el valor de leña de cada especie en cada píxel (Vl_s^p) es el resultado de la siguiente expresión:

$$Vl_s^p (\text{€} / ha \times \text{año}) = Pl_s^p \times \text{precio}$$

Los precios de la leña para cada grupo de especies actualizados al año 2005 se recogen en la Tabla 7.

Tabla 7. Precios de la leña por grupo de especies.

Grupo	Precio (€/m3)
Coníferas	5,26
Quercíneas	11,02
Otras frondosas	6,78

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2004.

El valor total de las tres especies arbóreas presentes en el píxel según la información del MFE, vendrá determinado por el siguiente sumatorio:

$$VI^p (\text{€} / \text{ha} \times \text{año}) = \sum_{i=1}^3 VI_i^p$$

Donde:

VI^p , es el valor total de la leña producida en el píxel “p”.

VI_i , es el valor de leña de la especie “i” en el píxel “p”; por lo que el sumatorio supone el cálculo del valor la leña total producida por las tres especies arbóreas presentes en el píxel según el MFE.

El valor total calculado, representado en la ecuación anterior por el acrónimo VI^p , se representa cartográficamente sobre un *raster* obteniendo la cobertura de valor del presente servicio. De este modo, el procedimiento de valoración diseñado ofrece como resultado el valor de la producción real de leña de cada hectárea, considerando la totalidad de especies comerciales presentes en el píxel según el MFE. El valor total de la leña obtenido para el conjunto del Estado, coincide con el valor promedio calculado a través de la serie del “Anuario de Estadística Agroalimentaria” 1999-2004.

2.2.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Al igual que ocurre en el caso de la madera, la metodología aplicada ofrece como dato de salida el valor de la leña en cada píxel, en base a las características expuestas anteriormente: crecimiento, estado de la masa, fisiografía, interés comercial, etc. no siendo necesario realizar la asignación del valor de anclaje al territorio mediante reglas o criterios de reparto.

2.3. PRODUCCIÓN DE PIÑONES

2.3.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El presente apartado valora y asigna al territorio la producción nacional de piñones publicada oficialmente a través del AEA.

2.3.2. METODOLOGÍA

El método seleccionado para el análisis de este servicio es la valoración a precios de mercado, a partir de datos sobre la producción real de piñones. La estadística oficial sobre producción y precios de los piñones, y consecuentemente de valor, es aportada por el “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*”. A diferencia de las series de años seleccionadas como referencia para los servicios de producción maderera y de leña —para los cuales se tomó la serie 1999-2004—, en el caso de los piñones se ha tomado la serie de cinco años 1999-2003. Esta decisión se fundamenta en que el anuario en el que se recogen los datos de producción de madera y leña del año 2004 —AEA 2006— no recoge datos de otras producciones forestales valoradas en VANE, en concreto: piñones, corcho, hongos, caza y pesca. Motivo por el cual para estos recursos naturales se ha empleado la citada serie 1999-2003.

Indicar que desde el año 2005 el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino elabora el “*Anuario de Estadística Forestal*” (AEF), el cual recoge la totalidad de las estadísticas forestales nacionales —incluidos los datos de valor y producción de varios de los recursos forestales considerados en VANE—. En la actualidad, el último AEF publicado corresponde al año 2006. En VANE, se ha seleccionado como referencia el AEA frente al novedoso AEF debido a la mayor serie de años disponible para el primero —serie de 6 años consecutivos para la madera y 5 para el resto de productos—, considerando que una serie de años superior ofrecerá una mayor representatividad de los valores evitando en la medida de lo posible el efecto de los años atípicos sobre los resultados obtenidos. Asimismo se ha evitado generar series de datos mediante agregación de los valores publicados en fuentes de información distintas como son el AEA y el AEF; esto hubiera supuesto tomar los datos del AEA para los años en los que el AEF no se elaboraba y unirlos en una serie única con los datos facilitados para los últimos años —2005 y 2006— por el AEF. Esta decisión garantiza la coherencia de la fuente empleada, basando los resultados de VANE en una fuente de información única, oficial y completa para el conjunto del Estado.

Las provincias objeto de valoración son las declaradas productoras de piñones según el AEA, identificándose como tales todas aquellas para las que se recogen datos de producción en la serie de años de referencia —1999-2003—; la Tabla 8 muestra el listado de dichas provincias.

Tabla 8. Provincias productoras de piñones según el AEA 1999-2003.

Provincias productoras de piñones (AEA 1999- 2003)		
Ávila	Gerona	Málaga
Badajoz	Huelva	Palencia
Barcelona	Huesca	Segovia
Cáceres	Jaén	Sevilla
Cádiz	Lérida	Valladolid
Córdoba	Madrid	Zamora

Fuente: Elaboración propia a partir de la serie de AEA 1999-2003.

Dentro de las provincias señaladas se han localizado todas aquellas teselas potencialmente productoras de piñones comerciales en base a los datos silvícolas facilitados por el MFE. En concreto, se seleccionaron las teselas que cumplen el conjunto de los siguientes condicionantes:

1. Condición de presencia de *Pinus pinea* L. :

Una condición lógica para identificar una masa forestal como potencial productora de piñones es que exista en la misma presencia de pino piñonero.

A este respecto, el MFE ofrece, para cada una de sus teselas, información sobre las tres especies principales que existen en las mismas. Conociéndose las teselas o masas forestales que cuentan con pinares de piñonero, éstas serán seleccionadas como objeto de valoración del presente servicio.

2. Condición de estado de *Pinus pinea* L. :

Consultando bibliografía especializada (Montero *et al.*, 2000) se ha determinado que la edad mínima a partir de la cual los pinares de pino piñonero comienzan a producir fruto susceptible de aprovechamiento es el latizal. Las clases naturales de edad —replado, monte bravo, latizal y fustal— aparecen diferenciadas para cada una de las tres especies principales de cada tesela del MFE, pudiendo por lo tanto seleccionarse como potenciales productoras de piñón todas aquellas masas de *Pinus pinea* en estado latizal y fustal. Dicho de otro modo, el modelo valorará la producción de piñones en las teselas con presencia de piñonero en edades relativamente maduras, en las cuales los pies ya han perdido las ramas inferiores por efecto del crecimiento, incluyéndose por lo tanto desde los bajos latizales o verdascales y altos latizales —con diámetro normal medio inferior a 20 cm— hasta los altos fustales con diámetros normales superiores a 50 cm.

3. Condición de no pertenencia a determinados Parques Nacionales:

Conforme a los usos compatibles e incompatibles definidos en los instrumentos de gestión de los distintos Parques Nacionales³, se ha desestimado valorar la producción comercial de piñones en todos aquellos píxeles del mapa protegidos bajo la figura de Parque Nacional —según la cobertura oficial facilitada por el MARM—. Como excepción, citar el caso de Doñana, donde este aprovechamiento se ha considerado compatible con los objetivos de conservación del espacio en base a sus documentos de regulación de usos.

Seleccionado el conjunto de píxeles a considerar como suministradores del presente servicio, conforme a las anteriores condiciones, se procede a imputarles el valor específico que corresponda a cada uno de los mismos. Para ello, se ha tomado como dato de anclaje la producción nacional de piñones resultado de calcular el promedio de los AEA 1999-2003 —dicha producción aparece expresada en toneladas—.

La ley de reparto establecida parte de las premisas ya establecidas en el modelo diseñado para valorar la producción de madera y leñas, según la cual se asignará mayor producción de piñones a aquellos píxeles que tengan una mayor presencia superficial de *Pinus pinea*. Se ha evaluado mediante el producto de la fracción de cabida cubierta arbolada, por la ocupación de *Pinus pinea* en el píxel y por su superficie, que como es sabido es igual a 1 ha en VANE. A su vez, se ha introducido en el modelo la productividad potencial forestal (PPF) de cada píxel como factor distintivo de las diferentes calidades de estación en las que se encuentra cada masa, entendiendo de esta manera que un pinar establecido sobre unas mejores condiciones edafoclimáticas será comparativamente más productivo que otro que crezca bajo peores calidades de estación.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, el sistema diseñado para el reparto a cada píxel de la producción nacional de piñones queda expresado mediante la siguiente ecuación:

$$P_p = \frac{Fcc \times OCU \times SUP \times PPF}{\sum_{i=1}^n Fcc^i \times OCU^i \times SUP^i \times PPF^i} \times P_n$$

³ La página web oficial de la Red de Parques Nacionales publica información a este respecto (<http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/index.htm>)

Donde:

P_p , es la producción de piñones del píxel “p” expresada en toneladas anuales.

F_{cc} , es la fracción de cabida cubierta arbolada del píxel declarada por el MFE.

OCU , es la ocupación de *Pinus pinea* en el píxel declarada por el MFE, expresada en tanto por uno.

SUP , es la superficie del píxel, igual a 1 ha en VANE.

PPF , es la productividad potencial forestal del píxel.

P_n , es la producción nacional anual promedio de piñones de la serie de AEA 1999-2003, expresada en toneladas anuales.

Una vez calculada la producción de cada píxel, la monetización se realiza aplicando a las cantidades físicas el precio por tonelada publicado en la serie de años de referencia del AEA, trabajando con precios actualizados al año 2005. Sin embargo, este proceso no es inmediato dado que en el citado anuario no se recoge de forma explícita la información requerida, publicando únicamente los precios provinciales en cargadero —los cuales incorporan una serie de costes de producción no imputables al medio natural: aprovechamiento, transporte, etc.—. Con el fin de obtener valores en pie se ha acudido al Anuario de Estadística Forestal del año 2005 publicado por el MARM, en el cual se ofrecen valores en pie y en cargadero para las provincias de Valladolid y Zamora, estableciéndose como promedio que el precio de los piñones en pie supone el 36,27% respecto a los precios en cargadero. Aplicando la relación anterior, se estiman los valores provinciales a pie de monte, los cuales serán ponderados por la superficie de producción de cada provincia con el fin de mantener constante el valor de la producción de piñones a nivel nacional facilitado por el AEA. Los precios aplicados se recogen en la Tabla 9.

De esta forma, el valor de la producción de piñones en cada píxel será el resultado de la siguiente expresión matemática:

$$V_p = P_p \times precio$$

Donde:

V_p , es el valor de los piñones en el píxel “p” en € ha⁻¹año⁻¹.

P_p , es la producción anual de piñones en el píxel “p” en t ha⁻¹año⁻¹.

$Precio$, es el precio provincial a pie de monte de los piñones en € t⁻¹.

Tabla 9. Precio provincial de piñones (€₂₀₀₅ t⁻¹).

Provincia	Precio (€/t)	Provincia	Precio (€/t)
Ávila	1.011	Jaén	500
Badajoz	482	Lérida	1.062
Barcelona	1.216	Madrid	247
Cáceres	482	Málaga	781
Cádiz	843	Palencia	1.689
Córdoba	746	Segovia	747
Gerona	1.498	Sevilla	614
Huelva	353	Valladolid	1.104
Huesca	209	Zamora	602

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2003.

La metodología diseñada ofrece como resultado final una cobertura *raster* en la cual se representa geoespacialmente la producción nacional de piñones. De tal forma que en caso de agregarse el valor de la totalidad de píxeles, se obtendría como resultado el valor total nacional promedio de la producción de piñones declarada por la serie de estadísticas 1999-2003 publicadas en el AEA —referido a precios actualizados al año 2005—.

2.3.3. ASIGNACIÓN DE VALOR

El procedimiento anterior aporta como resultado el valor de los piñones producidos en cada píxel, por lo que una vez asignada la producción a cada celda del territorio no es necesario establecer una ley específica para el reparto del valor, siendo suficiente con la multiplicación de la producción por el precio que le corresponda.

2.4. PRODUCCIÓN DE CORCHO

2.4.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El presente apartado valora y asigna al territorio la producción corchera nacional publicada oficialmente a través del AEA.

2.4.2. METODOLOGÍA

La producción nacional de corcho se valora en base a los precios de mercado aplicados a la producción real de corcho calculada como el promedio de la serie de años 1999-2003 publicada en el AEA.

Las provincias objeto de valoración son todas aquellas con producción de corcho declarada para la serie de años de referencia, recogándose las mismas en la Tabla 10.

Tabla 10. Provincias productoras de corcho según el AEA 1999-2003.

Provincias productoras de corcho (AEA 1999-2003)

Ávila	Castellón	Jaén
Badajoz	Ciudad Real	Málaga
Barcelona	Córdoba	Salamanca
Cáceres	Gerona	Sevilla
Cádiz	Granada	Toledo
Cantabria	Huelva	Zamora

Fuente: Elaboración propia a partir de la serie de AEA 1999-2003.

Seleccionadas las provincias productoras, se procede a determinar las masas de alcornoque (*Quercus suber L.*) susceptibles de ser objeto de explotación corchera. Para ello se localizan y seleccionan, dentro de las provincias señaladas, las teselas que cumplen la totalidad de las siguientes condiciones, en base a la información facilitada por el MFE y la cobertura oficial de Parques Nacionales facilitada por el MARM:

1. Condición de presencia de *Quercus suber L.* :

Únicamente las teselas que cuentan en su interior con alcornoque —como una de las tres especies detectadas por el MFE— serán valoradas. Se trata de un criterio lógico fundamentado en que únicamente es posible el aprovechamiento corchero en los alcornoques.

2. Condición de estado de *Quercus suber L.* :

En base a criterios de madurez suficiente de la masa, se ha determinado un diámetro normal mínimo de descorche de 20 cm —es decir, el diámetro del fuste medido a la altura de 1,30 m, también conocido como diámetro normal o D_n , debe ser superior a 20 cm—. Consecuentemente, empleando los datos facilitados por el MFE, se han declarado aprovechables todas aquellas teselas en las que los alcornoques se encuentran en estado fustal, incluyendo el bajo o joven fustal — D_n entre 20 y 35 cm—, el fustal medio — D_n entre 35 y 50 cm— y el viejo o alto fustal —cuyo D_n es superior a 50 cm—.

3. Condición de espesura de la masa:

La espesura de la masa ha sido introducida en el modelo como un aspecto clave en la identificación de las teselas productoras de corcho. En concreto, únicamente se consideran aprovechadas comercialmente las masas aclaradas; expresando dicho criterio mediante la selección de las teselas del MFE que cuentan con una fracción de cabida cubierta arbolada menor o igual al 80 por ciento.

4. Condición de no pertenencia a determinados Parques Nacionales:

En base a la normativa específica de cada Parque, la producción comercial de corcho en estos territorios se ha considerado incompatible con los objetivos de conservación de la mayoría de los Parques Nacionales, siendo únicamente valorada en Cabañeros y Monfragüe; donde, según sus instrumentos de gestión y ordenación, sí se permiten estos aprovechamientos.

Una vez seleccionados la totalidad de píxeles que prestan el presente servicio, se procede a calcular las toneladas de corcho producidas en cada uno de los mismos. La ley de reparto mantiene el criterio establecido para las restantes producciones forestales, garantizando de esta forma la coherencia integral de la valoración. Concretamente, la fórmula de reparto es netamente similar a la desarrollada para la producción de piñones, imputando en una primera fase la producción que corresponde a cada píxel con el fin posterior de obtener su valor por medio de los precios provinciales del corcho publicado en el AEA.

La expresión matemática aplicada para el cálculo de la producción de corcho en cada píxel es la siguiente:

$$P_p = \frac{Fcc \times OCU \times SUP \times PPF}{\sum_{i=1}^n Fcc^i \times OCU^i \times SUP^i \times PPF^i} \times P_n$$

Donde:

P_p , es la producción de corcho del píxel “p” expresada en toneladas anuales.

F_{cc} , es la fracción de cabida cubierta arbolada del píxel declarada en el MFE.

OCU , es la ocupación de *Quercus suber* en el píxel declarada por el MFE, expresada en tanto por uno.

SUP , es la superficie del píxel, igual a 1 ha en VANE.

PPF , es la productividad potencial forestal del píxel.

P_n , es la producción nacional anual promedio de corcho de la serie de AEA 1999-2003, expresada en toneladas anuales.

Como puede apreciarse, el modelo de valoración recoge el efecto de la calidad de estación en la producción de corcho a través del factor de productividad potencial forestal. Esta inclusión es consecuencia de considerar que unas mejores condiciones ambientales —de clima y suelo— favorecen el crecimiento y desarrollo de los pies, por lo que, el crecimiento de su corteza —o corcho— será superior al que se produciría en otras regiones edafoclimáticas menos propicias.

En el momento en que se dispone de la producción de cada píxel, la monetización se realiza análogamente a la diseñada para la producción de piñones. Esto es, se procede a multiplicar la producción en toneladas por el precio provincial promedio en pie recogido en la serie de AEA 1999-2003, actualizado al año 2005. Indicar que con el fin de mantener el valor nacional oficial de la producción de corcho publicada en el anuario los precios provinciales han sido ponderados por su correspondiente producción, obteniendo los valores recogidos en la Tabla 11.

Tabla 11. Precio provincial del corcho (€₂₀₀₅ t⁻¹).

Provincia	Precio (€/t)	Provincia	Precio (€/t)
Ávila	1.843	Gerona	871
Badajoz	1.750	Granada	527
Barcelona	871	Huelva	1.306
Cáceres	2.067	Jaén	781
Cádiz	514	Málaga	660
Cantabria	653	Salamanca	1.871
Castellón	600	Sevilla	879
Ciudad Real	1.543	Toledo	1.688
Córdoba	718	Zamora	1.922

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2003.

Consecuentemente, el valor de la producción corchera de cada píxel será el resultado de la siguiente operación:

$$V_p = P_p \times \text{precio}$$

Donde:

V_p , es el valor del corcho en el píxel “p” en € ha⁻¹año⁻¹.

P_p , es la producción anual de corcho en el píxel “p” en t ha⁻¹año⁻¹.

Precio, es el precio provincial a pie de monte del corcho en € t⁻¹.

El resultado final del procedimiento se representa en una cobertura *raster* que recoge el valor anual real de la producción corchera, cumpliéndose el condicionante de anclaje a la estadística oficial nacional. De esta forma, la agregación del valor nacional recogido en la cobertura coincide con el valor total nacional del corcho actualizado al año 2005 y calculado mediante el promedio de la serie de años 1999-2003 del AEA.

2.4.3. ASIGNACIÓN DE VALOR

La metodología diseñada aporta como dato salida el valor del corcho producido en cada píxel, por lo que una vez asignada la producción a cada celda del territorio no es necesario establecer una ley específica para el reparto del valor, siendo suficiente con la multiplicación de la producción por el precio que le corresponda.

2.5. PRODUCCIÓN DE HONGOS

2.5.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

En el servicio de producción de hongos considerado en VANE se valora económicamente la producción real de hongos de los terrenos forestales, ajustando para ello la producción potencial del territorio a los datos reales suministrados por la estadística oficial a través del AEA.

2.5.2. METODOLOGÍA

El método empleado es el de la renta a precios de mercado a pie de monte.

La estadística oficial existente en la actualidad a nivel nacional sobre producción, aprovechamiento y comercialización de hongos producidos en el medio natural —recogida en el AEA y el AEF— se ha mostrado insuficiente para la valoración satisfactoria de este servicio dentro de VANE. Este motivo, el cual se analiza en profundidad en el Anejo II, ha llevado a generar un mapa específicamente elaborado para satisfacer las necesidades de información de la metodología de valoración. Este mapa recoge para cada píxel del territorio la producción potencial fúngica en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, habiendo recibido la denominación de Mapa de Aptitud Fúngica de VANE, con acrónimo MAFV.

La primera fase del proceso metodológico ha consistido en determinar la producción real de hongos a nivel nacional, ya que, como se ha comentado anteriormente, no se dispone de estadísticas oficiales que recojan este dato.

La base de partida empleada ha sido el MAFV, el cual facilita la producción potencialmente aprovechable estimada a partir del proyecto “MICODATA” elaborado para la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Martínez Peña, F., 2007). Comparando y estableciendo una relación porcentual entre la producción potencial declarada por el MAFV y la producción real de hongos —excluidas las trufas, para las cuales no se dispone de mapa de aptitud— de las provincias para las que se dispone de datos oficiales —publicados en la serie de AEA 1999-2003— es posible conocer el porcentaje de hongos que son aprovechados frente a la producción potencial.

Seleccionando únicamente las provincias para las cuales se han publicado datos de producción en el apartado “otros hongos” del AEA, para la serie de años de referencia —1999-2003 en coherencia con los restantes servicios forestales valorados en VANE— se procede a calcular primeramente la producción promedio de hongos de la serie de referencia para cada provincia. Posteriormente, se suma el total producido en dichas provincias comparándose y relacionándose con la producción potencial declarada por el MAFV para las mismas. Las provincias disponibles para la realización de estas operaciones se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Provincias con datos de producción recogidos en la categoría “otros hongos” de la serie de AEA 1999-2003.

Provincias con datos de producción real (AEA 1999-2003)				
Alicante	Coruña	Huelva	Lérida	Soria
Badajoz	Cuenca	Huesca	Lugo	Tarragona
Barcelona	Gerona	Jaén	Palencia	Teruel
Burgos	Granada	La Rioja	Pontevedra	Zamora
Cáceres	Guadalajara	León	Salamanca	Zaragoza

Fuente: Elaboración propia a partir de la serie de AEA 1999-2003.

Conforme a lo indicado anteriormente, se procede a sumar la producción real de las provincias anteriores calculada como promedio de la serie 1999-2003, siendo posteriormente comparada con la suma de la producción potencial en dichas provincias estimada por el MAFV, resultando la relación porcentual indicada en la Tabla 13.

Tabla 13. Relación porcentual existente entre la producción real (AEA) y la producción potencial (MAFV) de hongos.

Producción real AEA (Kg)	Producción potencial MAFV (Kg)	Relación (%)
18.195.828	52.290.703	34,80%

Fuente: Elaboración propia.

Estableciéndose por lo tanto, con carácter general, que el 34,80 por ciento de la producción potencial de hongos estimada para cada píxel del territorio por el MAFV es aprovechada con fines comerciales. Aplicando dicho porcentaje se obtiene la producción real de cada celda:

$$P_p = 0,3480 \times P_{potencial}$$

Donde:

P_p , es la producción real de hongos del píxel “p” en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

$P_{potencial}$, es la producción potencial de hongos del píxel “p” en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Determinada la producción real, únicamente resta realizar la monetización mediante el empleo de los precios de mercado. El AEA únicamente recoge precios provinciales en cargadero por lo que se hace necesario su conversión a precios en pie. Con el fin de relacionar ambos datos se acude al “Anuario de Estadística Forestal”, en el cual se publica para la provincia de Zamora el precio de los hongos

a pie de monte y en cargadero para los años 2005 y 2006; resultando una relación idéntica en ambos años igual a 0,5.

Por lo tanto, el precio en cargadero es el doble del precio en pie. Extendiendo dicha relación al conjunto de provincias, se obtiene el precio de los hongos en cada una de las mismas, siendo posteriormente calculado el precio promedio ponderado de los hongos a nivel nacional con el fin de eliminar las distorsiones detectadas en la estadística oficial —las cuales han sido objeto de análisis en el Anejo II—. Como resultado se obtiene un precio final de 4,22 € kg⁻¹, siendo por tanto el valor de los hongos producidos en cada celda el resultado de la siguiente operación algebraica:

$$V_p = 4,22 \times P_p$$

Donde:

V_p , es el valor del píxel “p” en € ha⁻¹año⁻¹.

P_p , es la producción real de hongos en el píxel “p” en kg ha⁻¹año⁻¹.

La cobertura *raster* resultante representará por lo tanto, la producción real de hongos de cada píxel valorada según los precios de mercado recogidos en el AEA.

2.5.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Mediante la metodología diseñada se obtiene el valor de la producción real de hongos en cada píxel del territorio, por lo que no es necesario construir un modelo específico para la asignación de valores al territorio a partir de los valores de anclaje del AEA.

2.6. PRODUCCIÓN AGRARIA

2.6.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La valoración del servicio de producción de alimentos en suelo agrícola se realiza para los usos del suelo agrario del Mapa Forestal de España adaptado a VANE (MFEV) —clases 7-34—. Se apoya en el método de asignación de rentas, tomando como valores de renta los precios medios que fija la “*Encuesta de Precios de la Tierra*” (MARM, 2005).

2.6.2. METODOLOGÍA

El servicio de producción de alimentos en suelo agrícola se ha valorado mediante la asignación de los valores de la “*Encuesta de Precios de la Tierra*” (MARM, 2005) a los usos agrícolas del MFEV.

Dicha Encuesta es publicada anualmente por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM). La realizan los Servicios Territoriales de Estadística de las diferentes Comunidades Autónomas, y más concretamente, técnicos expertos de unidades territoriales inferiores. Los datos que recoge se basan en los precios observados en las transacciones o en estimaciones del técnico, para 28 clases de tierra con uso agrario (Tabla 14). Se consideran valores medios de mercado a nivel provincial, equiparados al valor de *stock* de la tierra agrícola, a los que se aplica una tasa de actualización del 2 por ciento, para obtener los valores de flujo en el año 2005.

Las diferentes clases agrarias presentadas en la Encuesta, pertenecen a cultivos de regadío o de secano. En la valoración de este servicio, sólo se han tenido en cuenta los valores que presentan los cultivos de secano, ya que los valores de los cultivos de regadío pueden incluir el valor de otro servicio: la provisión de agua para uso agrícola.

Los precios de la tierra se presentan a nivel provincial, por lo que para alcanzar un nivel de detalle mayor —municipio—, se utilizan los valores medios (€ ha⁻¹) que recoge el Catastro a nivel municipal para los usos del terreno rústico. Para su realización se ha utilizado la regla de inferencia descrita en la metodología desarrollada por el Equipo Científico de VANE: se calcula la relación existente entre los precios de la tierra provinciales y el valor medio comarcal del Catastro ponderado por la superficie, y se aplica la relación a los valores medios municipales. Previamente, es necesario completar la base de datos de los precios de la tierra a nivel provincial, ya que solo presenta valores para aquellos cultivos más significativos de la provincia. El criterio u orden seguido es el siguiente: provincial, media de los valores de las provincias limítrofes o media nacional.

Tabla 14. Clases de cultivos en la “Encuesta de Precios de la Tierra” .

Encuesta de Precios de la Tierra	
Clase	Cultivo
1	Tierras de labor de secano
2	Tierras de labor de regadío
3	Hortalizas aire libre regadío
4	Cultivos protegidos regadío
5	Fresón
6	Arroz
7	Prados naturales en secano
8	Prados naturales en regadío
9	Pastizales secano
10	Olivar de mesa secano
11	Olivar de mesa regadío
12	Olivar de transformación secano
13	Olivar de transformación regadío
14	Viñedo de mesa secano
15	Viñedo de mesa regadío
16	Viñedo de transformación secano
17	Viñedo de transformación regadío
18	Frutales cítricos naranja regadío
19	Frutales cítricos mandarina regadío
20	Frutales cítricos limón regadío
21	Frutales no cítricos de hueso secano
22	Frutales no cítricos de hueso regadío
23	Frutales no cítricos de pepita secano
24	Frutales no cítricos de pepita regadío
25	Frutales no cítricos carnosos regadío
26	Frutales no cítricos de fruto seco en secano
27	Frutales no cítricos de fruto seco en regadío
28	Frutales no cítricos: platanera

Fuente: “Encuesta de Precios de la Tierra” (MARM, 2005)

Los datos de superficie y valor catastral se recopilan de diversas fuentes en función de las competencias de la administración, permitiendo obtener el valor catastral por unidad de superficie (€ ha^{-1}) y a nivel municipal para el año 2005. Por un lado, la estadística publicada por la Dirección General del Catastro del Ministerio de Economía y Hacienda⁴, ofrece información de 12 clases de suelo rústico en todo el territorio español excepto en País Vasco y Navarra. Estas comunidades tienen la competencia en esta materia, obteniéndose los datos de la sección encargada del catastro en las diferentes Diputaciones Forales del Gobierno Vasco, y del Servicio de Riqueza Territorial del Gobierno de Navarra. La información obtenida del Ministerio, País Vasco y Navarra, presenta leyendas diferentes respecto a los usos o clases de tierra para los que presentan valor y superficie catastral. Entre estas

⁴ Fichero “rústica 2005”: <http://www.catastro.meh.es/esp/estadistica/estadisticas2.asp>

leyendas se establece una asociación, definiendo una clave única con las 12 clases de suelo de la base de datos del Ministerio de Economía y Hacienda (Tabla 15).

Tabla 15. Clases de cultivos del Catastro.

Catastro	
Clase	Descripción
0	No existe
1	Labor secano
2	Labor regadío
3	Pastos y terrenos incultos
4	Olivar
5	Viña
6	Cítricos
7	Frutales
8	Frutos secos
9	Plantas subtropicales y mediterráneas
10	Especies maderables de crecimiento lento
11	Especies maderables de crecimiento rápido
12	Otros cultivos

Fuente: Dirección General del Catastro, Ministerio de Economía y Hacienda

Para realizar la inferencia de los valores de *stock* de la tierra a nivel municipal, a cada una de las 10 clases de cultivos en secano de la Encuesta se le asocia una de las 12 clases del Catastro (Tabla 16).

Tabla 16. Correspondencia de los usos de la “Encuesta de Precios de la Tierra” y del Catastro.

Encuesta de Precios de la Tierra		Catastro	
Clase	Descripción	Clase	Descripción
1	Tierras de labor de secano	1	Labor secano
7	Prados naturales en secano	3	Pastos y terrenos incultos
9	Pastizales secano	3	Pastos y terrenos incultos
10	Olivar de mesa secano	4	Olivar
12	Olivar de transformación secano	4	Olivar
14	Viñedo de mesa secano	5	Viña
16	Viñedo de transformación secano	5	Viña
21	Frutales no cítricos de hueso secano	7	Frutales
23	Frutales no cítricos de pepita secano	7	Frutales
26	Frutales no cítricos de fruto seco en secano	8	Frutos secos

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta de Precios de la Tierra” (MARM, 2005) y datos del Catastro de 2005.

Para la realización del proceso de inferencia, se hace necesario realizar un ajuste estadístico para depurar la muestra de valores catastrales medios municipales de cada comarca (€ ha^{-1}), evitando de esta manera la posible presencia de valores atípicos en los municipios de una comarca. Con este objeto, se aplica la siguiente regla:

$$\text{Si } VC_m < m - 2\sigma \rightarrow VC_m = m - 2\sigma$$

$$\text{Si } VC_m > m + 2\sigma \rightarrow VC_m = m + 2\sigma$$

VC_m , valor medio del catastro a nivel municipal (€ ha^{-1})

m , media de los valores catastrales de los municipios de la comarca

σ , desviación típica de la muestra

Una vez depurados los datos, en base a la relación entre los usos o clases de tierra de la Encuesta y del Catastro, se calcula la relación de inferencia para cada comarca y clase de tierra de la Encuesta, dividiendo el valor del precio de la tierra (€ ha^{-1}) entre la media ponderada por superficie catastral de los valores medios municipales de la comarca (€ ha^{-1}).

$$v_{VS/VC} = \frac{\text{Valor Stock (provincial)}}{VC_{mc} (\text{comarcal})}$$

$v_{VS/VC}$, relación de inferencia

Valor Stock, precio de la tierra a nivel provincial (€ ha^{-1})

VC_{mc} , valor catastral medio ponderado por superficie en la comarca (€ ha^{-1})

Aplicando la relación a los valores catastrales municipales se obtienen los valores de *stock* de la tierra a nivel municipal (€ ha^{-1}).

$$\text{Valor Stock (municipal)} = VC_m \times v_{VS/VC}$$

A estos valores se les aplica una tasa de actualización del 2 por ciento para obtener los valores de flujo a nivel municipal ($\text{€ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$).

2.6.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Los resultados obtenidos en el proceso descrito, permiten obtener una relación de valores de flujo ($\text{€ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) para las clases de la Encuesta a nivel municipal. En el proceso de asignación, se utilizan las superficies municipales de los cultivos que presentan las “*Hojas 1T*” (MAPA, 2005) ya que es la fuente de la que se ha obtenido la información a un nivel de desagregación mayor para el uso agrario de la tierra: 150 cultivos en regadío y en secano. Se consigue de esta manera una asignación de uno a uno, es decir, un único valor de flujo —calculado para cada clase de tierra de la encuesta y a nivel municipal— para cada cultivo de las “*Hojas 1T*”.

Para proceder a la asignación de valor a las clases del MFEV, se establece un paso previo, obtener los valores de flujo para cada superficie de las “*Hojas 1T*”. También

resulta necesario cruzar la cobertura de usos del suelo del MFEV con la cobertura de municipios, de tal manera que se disponga de la información de los usos y superficies ocupadas en cada municipio. Realizando la asociación entre cada clase del MFEV y los cultivos 1T que pudieran presentarse en la misma, puede estimarse un valor de flujo por municipio y clase agraria del MFEV, ponderando los flujos asociados a los cultivos de las “*Hojas 1T*” por la superficie municipal de los mismos. Por lo tanto, se realizan las siguientes relaciones:

- “*Hojas 1T*” – “*Encuesta de Precios de la Tierra*”: A cada cultivo representado en las “*Hojas 1T*” le corresponderá un valor de flujo inferido a nivel municipal mediante el proceso descrito en el apartado anterior —Anejo IV. Tablas—.
- MFEV – “*Hojas 1T*”: A cada uso agrario presente en el MFEV, se le asocian aquellos cultivos 1T que pudieran estar contenidos en el mismo, teniendo en cuenta si la clase está definida en secano o regadío —Anejo IV. Tablas—.

Los mosaicos de cultivos con vegetación natural, constituyen un caso especial a tener en cuenta debido a que la superficie productora de alimentos es menor, y por lo tanto asignar el precio de la tierra del cultivo correspondiente implica sobrevalorar estas teselas. Para evitar este resultado, se aplica el tanto por ciento de la superficie cultivada sobre el valor final de estas clases. En el MFEV, estos mosaicos vienen definidos por los códigos:

- Clase 31: Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios de vegetación natural y semi-natural.
- Clase 32: Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios de vegetación natural y semi-natural.
- Clase 33: Mosaico de prados y praderas con espacios significativos de vegetación natural y semi-natural.

Estas clases provienen del mapa de usos “*CORINE Land Cover 2000*”, donde en la definición de estos mosaicos se incluye la condición de que la superficie cultivada sea menor del 75 por ciento de la superficie total. Atendiendo a este criterio, se establece que el valor de la producción de alimentos en estas clases sea el 75 por ciento del valor de flujo calculado —el valor máximo posible—.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta es la incompatibilidad de los usos agrícolas en el territorio incluido en Parques Nacionales. Los usos compatibles en los Parques Nacionales están descritos en la web de la Red de Parques Nacionales del MARM⁵, donde puede comprobarse que únicamente en Sierra Nevada y en Monfragüe se da la agricultura de manera significativa. Tomando en consideración

⁵ <http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/index.htm>

este criterio, las clases agrícolas del MFEV solo se valoran en dichos Parques, para lo cual se ha cruzado la cobertura de Parques Nacionales del MARM con el MFEV.

Cada valor representado en el *raster* de producción agrícola es resultado de la inferencia de los precios de la tierra a nivel de municipio, y de la ponderación de estos valores atendiendo a la ocupación por municipio y clase de uso del suelo (MFEV) de los cultivos de las “Hojas 1T”.

2.7. PRODUCCIÓN GANADERA FORESTAL

2.7.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La producción ganadera forestal hace referencia al valor que supone el servicio de mantenimiento del ganado en régimen extensivo sobre terrenos forestales. Incidir en el aspecto de que la cobertura del presente servicio no incorpora las zonas agrícolas, ya que las mismas son objeto de una valoración específica dentro del proyecto VANE, por lo que, de ser consideradas según la metodología de valoración que se expone a continuación se incurriría en una doble contabilización del servicio.

2.7.2. METODOLOGÍA

El método de valoración escogido corresponde a la estimación de rentas por arrendamiento de pastos en superficies forestales, a partir de datos sobre Unidades de Ganado Mayor —UGM—, Fracción de Cabida Cubierta —Fcc— y Productividad Potencial Forestal de los montes —PPF—.

Como dato de anclaje, se ha procedido a estimar las UGM existentes en régimen extensivo en cada una de las provincias españolas a partir de la estadística oficial facilitada en las “*Encuestas Ganaderas 2006*” del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación⁶. Se ha recurrido a realizar una estimación del dato real, ya que en la actualidad, únicamente se desglosa el tipo de explotación para el ganado porcino no ofreciéndose este desglose para el resto de la cabaña ganadera. Sin embargo, existe información suficiente para realizar una aproximación razonable dada la desagregación por tipo de cabezas suministrada por las citadas Encuestas Ganaderas y el “*Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural*” publicado por el MAPA en 2003.

Excluyendo de la presente valoración el ganado porcino extensivo, dado que los terrenos en los cuales se encuentra se tratan en la valoración del servicio de producción agrícola: dehesas, prados artificiales, etc., el modelo de valoración aplicado a la ganadería forestal considera las cabañas ganaderas extensivas de bovino, ovino y caprino, existentes en cada provincia. Éstas aparecen reflejadas en la Tabla 21, según los criterios de selección de régimen extensivo indicados en las siguientes tablas: Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19; empleando los coeficientes de conversión de cabezas ganaderas a UGM recogidos en la Tabla 20.

Según la Tabla 21, la totalidad de provincias españolas cuentan con ganadería extensiva, por lo cual, todas ellas serán tenidas en cuenta en el procedimiento de asignación de valor al territorio.

⁶ <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestaganadera/encuesta.htm>

Tabla 17. Selección del ganado bovino extensivo.

Clasificación del ganado bovino			
Animales menores de 12 meses	Destinados a sacrificio		
	Otros	Machos	Hembras
Animales de 12 a menos de 24 meses	Machos		
	Hembras para	Sacrificio	Reposición
Animales con 24 meses o más	Machos		
	Hembras	Novillas	Para sacrificio
			Para ordeño
		Otras	
	Para no ordeño		
	Vacas	De ordeño	Frisonas
Otras			
De no ordeño			

En negrita se representan los tipos de animales considerados en régimen extensivo.

Fuente: Elaboración propia a partir de las "Encuestas Ganaderas 2006".

Tabla 18. Selección del ganado ovino extensivo.

Clasificación del ganado ovino			
Corderos	Corderos		
Sementales	Sementales		
Hembras para vida	Nunca han parido	No cubiertas	
		Cubiertas por 1ª vez	Ordeño
	Que ya han parido	Ordeño	
		No ordeño	

En negrita se representan los tipos de animales considerados en régimen extensivo.

Fuente: Elaboración propia a partir de las "Encuestas Ganaderas 2006".

Tabla 19. Selección del ganado caprino extensivo.

Clasificación del ganado caprino		
Chivos	Chivos	
Sementales	Sementales	
Hembras para vida	Nunca han parido	No cubiertas
		Cubiertas 1ª vez
	Que ya han parido	Ordeño
		No ordeño

En negrita se representan los tipos de animales considerados en régimen extensivo.

Fuente: Elaboración propia a partir de las "Encuestas Ganaderas 2006".

Tabla 20. Factor de ponderación para el cálculo de las UGM.

Tipo de ganado	Tipo de efectivo ganadero	Factor de ponderación
Ganado vacuno	Vacas lecheras	1
	Otras vacas	0,8
	Bovinos machos de 24 meses o más	1
	Bovinos hembras de 24 meses o más	0,8
	Bovinos de 12 a 24 meses	0,7
	Bovinos de menos de 12 meses	0,4
Ganado ovino	Ovinos	0,1
Ganado caprino	Caprinos	0,1

Fuente: INE.

Tabla 21. Unidades de Ganado Mayor (UGM) provinciales en régimen extensivo.

Provincia	UGM extensivo			Total
	Bovino	Ovino	Caprino	
Coruña	88.281	5.173	674	94.128
Lugo	138.445	8.890	2.224	149.559
Orense	20.458	13.014	2.250	35.721
Pontevedra	26.100	5.516	724	32.340
Asturias	169.751	5.882	2.496	178.129
Cantabria	95.757	6.951	1.736	104.444
Álava	18.555	8.547	426	27.528
Guipúzcoa	21.016	18.159	679	39.854
Vizcaya	22.959	8.742	1.688	33.389
Navarra	48.339	78.630	1.187	128.156
La Rioja	15.919	16.599	752	33.270
Huesca	21.782	88.414	2.015	112.211
Teruel	11.942	96.783	1.510	110.234
Zaragoza	8.689	97.703	1.712	108.104
Barcelona	20.922	24.218	1.497	46.637
Gerona	29.716	11.724	588	42.028
Lérida	29.960	32.820	1.652	64.431
Tarragona	1.868	17.826	1.286	20.980
Baleares	7.691	31.880	1.199	40.770
Ávila	102.171	25.462	2.206	129.839
Burgos	34.505	34.434	478	69.416
León	39.838	50.684	1.929	92.452
Palencia	14.012	36.083	354	50.448
Salamanca	249.367	63.451	678	313.495
Segovia	34.293	44.049	181	78.523
Soria	10.126	39.814	162	50.102
Valladolid	12.416	42.294	164	54.873
Zamora	23.629	95.887	756	120.273
Madrid	32.555	9.642	705	42.903
Albacete	4.479	66.908	4.053	75.439
Ciudad Real	68.795	143.387	7.588	219.770
Cuenca	1.087	53.348	2.174	56.608
Guadalajara	6.512	36.174	1.377	44.063
Toledo	73.720	42.845	3.250	119.814
Alicante	1.137	12.697	1.384	15.218
Castellón	11.080	17.843	1.142	30.064
Valencia	3.420	16.181	1.844	21.445
Murcia	5.682	67.845	4.500	78.026
Badajoz	143.949	290.334	10.058	444.340
Cáceres	234.050	157.044	9.433	400.527
Almería	298	28.365	12.914	41.577
Cádiz	127.171	20.064	9.710	156.944
Córdoba	60.502	58.573	2.472	121.547
Granada	9.519	64.447	10.080	84.046
Huelva	55.016	45.172	3.446	103.633
Jaén	8.771	18.546	2.097	29.414
Málaga	4.188	18.823	6.915	29.926
Sevilla	63.499	56.206	7.042	126.746
Las Palmas	1.457	8.425	12.142	22.025
SC Tenerife	1.321	2.669	3.439	7.428
ESPAÑA	2.236.715	2.245.163	150.961	4.632.838

Fuente: Elaboración propia a partir de "Encuestas Ganaderas 2006" y MAPA (2003).

Con el fin de ajustar la valoración a fronteras naturales que representen cambios significativos en la producción pascícola, y evitar de esta forma los posibles efectos artificiales o exógenos a la naturaleza generados por los límites administrativos —establecidos en este caso a nivel provincial—, se han seleccionado como unidades territoriales de valoración las regiones bioclimáticas diferenciadas en el “*Mapa de Series de Vegetación de España*” (Rivas Martínez, S., 1987), dado que establece los límites geográficos precisos de las distintas zonas climáticas españolas. En concreto, la cobertura del Mapa de Series de Vegetación representa tres regiones: mediterránea, eurosiberiana y macaronésica, según se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Regiones bioclimáticas de Rivas Martínez.



Fuente: “*Mapa de Series de Vegetación de España*”. MARM.

Conocidas las unidades ganaderas de cada provincia (Tabla 21), se ha estimado el número de UGM de cada una de las tres regiones bioclimáticas definidas en el “*Mapa de Series de Vegetación*” mediante una proporción directa con la superficie forestal pastable existente en las mismas. Para ello, se definen como aptas para aprovechamiento pascícola forestal las clases del MFEV recogidas en la Tabla 22.

Tabla 22. Clases forestales del MFEV aptas para aprovechamiento pascícola.

Clase MFEV	Descripción
35	Bosque
36	Bosque de plantación
37	Matorral
38	Herbazal
40	Árboles fuera de monte (riberas)
41	Árboles fuera de monte (bosquetes)
42	Árboles fuera de monte (alineaciones)
43	Árboles fuera de monte (árboles sueltos)
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado
46	Pastizal-matorral

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación matemática de asignación del número de UGM que corresponde a cada región sigue la siguiente fórmula:

$$UGM_{regl} = UGM_{prov} \times \frac{S_{regl}}{S_{tot}}$$

Donde:

UGM_{regl} , son las UGM existentes en la región "I".

UGM_{prov} , son las UGM existentes en la provincia según la Tabla 21.

S_{regl} , es la superficie forestal pastable que existe en la región "I" dentro de la provincia, de acuerdo con las clases MFEV indicadas en la Tabla 22.

S_{tot} , es la superficie forestal pastable total de la provincia.

Como resultado de la estimación anterior se ha obtenido el número de UGM por región y por provincia insular en el caso de las Islas Canarias (Tabla 23).

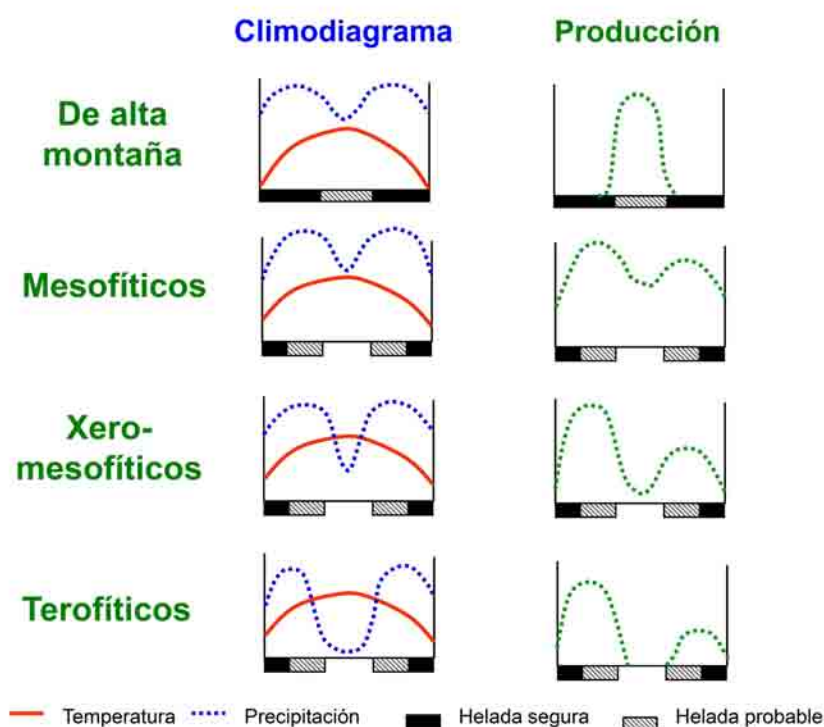
Tabla 23. UGM por regiones bioclimáticas.

Región	UGM	% UGM
Eurosiberiana	938.527	20,3%
Mediterránea Peninsular	3.624.088	78,2%
Mediterránea Balear	40.770	0,9%
Macaronésica (S. Cruz de Tenerife)	7.428	0,2%
Macaronésica (Las Palmas de G.C.)	22.025	0,5%
Total	4.632.838	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

La producción de pastos en los montes españoles no es constante a lo largo del año, sino que depende directamente de las condiciones climatológicas de cada mes (San Miguel, A., 1997). Asimismo, la distribución de dicha producción depende de la climatología del lugar en que se encuentren los pastos, de tal forma que en el caso de los pastos de alta montaña la producción se concentra en los meses de verano. En los pastos mesofíticos la producción no se detiene en ningún mes dada la ausencia de sequía estival, mientras que en el caso de los xeromesofíticos y xerofíticos el parón estival es acusado debido a la sequía existente durante los meses de verano. Estas observaciones pueden consultarse en la Figura 4⁷.

Figura 4. Distribución de la producción pascícola a lo largo del año.



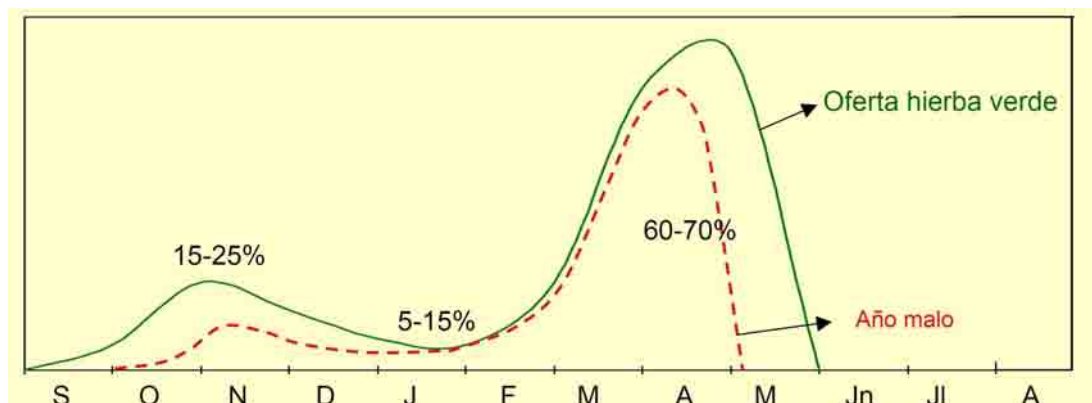
Fuente: <http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/apuntes.htm>

Con el fin de considerar estas variaciones anuales en la metodología de valoración de los pastos, se ha procedido a determinar para cada región climática de Rivas Martínez el número de meses en los cuales el ganado podría aprovechar el pasto producido por el monte. Para ello, se ha consultado bibliografía especializada, de la

⁷ Apuntes publicados en red por el departamento de silvopascicultura de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid (ETSIM)

cual se ha extraído la distribución mensual de la producción de pastos en el monte mediterráneo (San Miguel, A., 1996).

Figura 5. Distribución anual de la producción de pastos en el monte mediterráneo.



Fuente: “La Dehesa Española, un antiguo sistema silvopastoral mediterráneo que combina producción y conservación”. San Miguel, A., 1996”.

Siguiendo un criterio conservador, se ha considerado que la producción del pasto en los montes mediterráneos españoles puede realizarse durante 7 meses —de octubre hasta abril—, los cuales corresponden a la producción de un año malo según la Figura 5. En el caso de los montes de clima oceánico, se ha considerado una ausencia de sequía estival, por lo que la producción de pasto no se detendría en todo el año pudiendo ser aprovechado por el ganado a lo largo de 12 meses. Respecto a la región macaronésica la incertidumbre es superior, ya que existe una sensible variedad de clima —y por lo tanto, también de producción de pasto— entre cada una de las islas. Dado que únicamente se dispone del número de UGM en régimen extensivo a nivel de provincia y no a nivel insular, se ha determinado el número de meses de producción a dicho nivel provincial en 7 meses para Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife. Siguiendo estos criterios, la Tabla 24 recoge los meses que podrán ser aprovechados los pastos naturales en cada región climática diferenciada en la presente metodología:

Tabla 24. Meses de producción de pasto natural aprovechable.

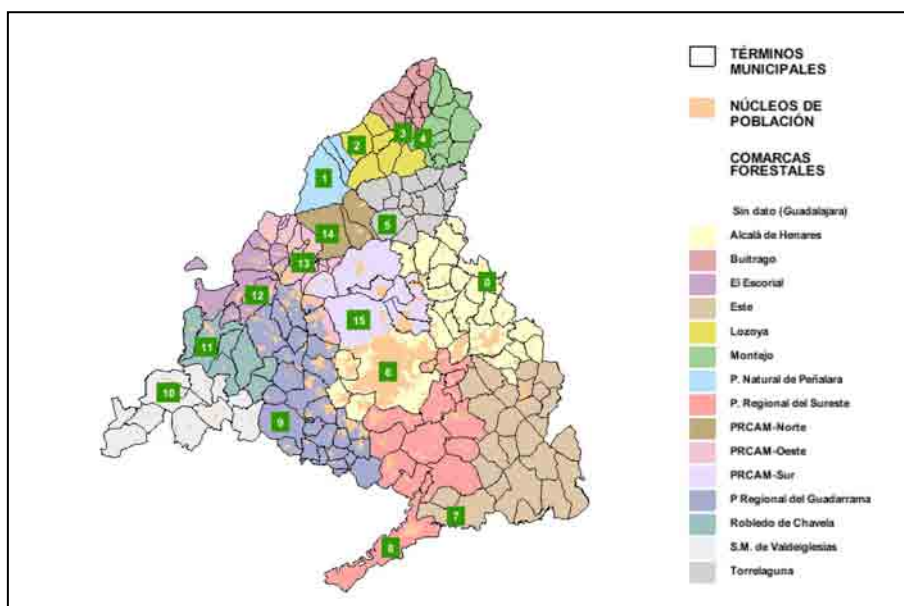
Región	Meses
Eurosiberiana	12
Mediterránea Peninsular	7
Mediterránea Balear	7
Macaronésica (S. Cruz de Tenerife)	7
Macaronésica (Las Palmas de G.C.)	7

Fuente: Elaboración propia.

La monetización de las unidades ganaderas que pastan en cada región se realiza a través de los precios de arrendamiento de los pastos naturales. En concreto, se han

recopilado los precios finales de adjudicación en subasta de los pastos forestales producidos en la totalidad de montes gestionados por la Comunidad Autónoma de Madrid, apareciendo dichos datos desglosados por comarca forestal⁸. La Figura 6 muestra las comarcas forestales de la Comunidad de Madrid.

Figura 6. Comarcas forestales de la Comunidad de Madrid.



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Comunidad Autónoma de Madrid.

Los datos del valor de la adjudicación de los pastos han sido suministrados por la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, de la Comunidad de Madrid, habiendo sido calculados a nivel de comarca forestal mediante un promedio ponderado por la superficie de cada uno de los montes gestionados por la Comunidad en cada comarca. Los datos corresponden a la serie de años 2001-2008, siendo referidos los precios al año 2005. Los valores recogidos se muestran en la Tabla 25, los cuales muestran el valor promedio de los pastos por UGM y por mes de aprovechamiento del pasto —como se ha visto anteriormente, se han considerado 7 meses de aprovechamiento para la zona mediterránea, a la cual pertenece Madrid—. Los datos se facilitan por comarca forestal, obteniéndose el valor promedio de los mismos. Este valor promedio será el

⁸ La cartografía de las comarcas forestales de la Comunidad de Madrid puede consultarse en el siguiente enlace: <http://gestiona.madrid.org/mawm/html/web/index.htm>. Por otra parte, los montes gestionados por dicha Comunidad pueden consultarse en el siguiente enlace: http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_InfPractica_FA&cid=1142493068018&idTema=1109265601060&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&pid=1109181527641&seccion=1&sm=1

dato de referencia para la monetización del servicio en el conjunto del ámbito territorial de VANE.

Tabla 25. Precios medios de adjudicación de pastos por comarca forestal actualizados a 2005.

Comarca Forestal	€/UGM mes
PN Peñalara	1,98
Lozoya	4,05
Buitrago	2,77
Montejo	1,47
PRCM Guadarrama	1,28
Robledo de Chavela	2,92
PRCAM Norte	8,74
Promedio	3,31

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Base de datos de aprovechamientos forestales de montes públicos de la Comunidad de Madrid”, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio”.

El valor de anclaje a repartir entre la superficie forestal de cada región vendrá dado por la multiplicación de las UGM existentes en la región (Tabla 23) por los meses de estancia de las mismas en el monte (Tabla 24) y por el valor de arrendamiento de los pastos, siendo como promedio igual a $3,31 \text{ € UGM}^{-1} \text{ mes}^{-1}$ (Tabla 25). De esta forma, se obtiene el valor de anclaje para cada región (Tabla 26).

Tabla 26. Valor de anclaje del pasto natural por región climática.

Región climática	UGM extensivo	Meses	Valor (€/año)
Eurosiberiana	938.527	12	37.278.309
Mediterránea Peninsular	3.624.088	7	83.970.125
Mediterránea Balear	40.770	7	944.629
Macaronésica (S. Cruz de Tenerife)	7.428	7	172.109
Macaronésica (Las Palmas de G.C.)	22.025	7	510.317
Total	4.632.838		122.875.489

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El reparto de valor a cada una de las teselas forestales identificadas como facilitadoras del presente servicio (Tabla 22), se realiza conforme a la ecuación de valor desarrollada por el Equipo Científico de VANE. Dichas ecuaciones ofrecen el valor del pasto en cada hectárea del territorio en función de la fracción de cabida cubierta total del mismo (F_{cc}). Las ecuaciones facilitadas para cada zona, muestran el valor del pasto en cada hectárea (V) y se recogen a continuación:

Zona 1: Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra, Madrid, Cataluña, Rioja, Ávila, Burgos, León, Salamanca, Segovia y Soria.

$$V = -0,00056 \times Fcc^3 + 0,1042 \times Fcc^2 - 6,5975 \times Fcc + 143,9672$$

Zona 2: Aragón, Islas Baleares, Castilla-La Mancha, Murcia, Comunidad Valenciana, Andalucía, Extremadura, Valladolid, Palencia y Zamora.

$$V = -0,00019 \times Fcc^3 + 0,00362 \times Fcc^2 - 2,2908 \times Fcc + 49,99$$

Zona 3: Canarias.

$$V = 0,00002 \times Fcc^4 - 0,00506 \times Fcc^3 + 0,4743 \times Fcc^2 - 19,9355 \times Fcc + 332,0046$$

Como dato de Fcc se introduce en las ecuaciones el dato de fracción de cabida cubierta total proporcionado para cada tesela por el Mapa Forestal de España (MFE).

Dado que el MFE no proporciona datos sobre la Fcc de las clases del MFEV forestales desarboladas: matorral, herbazal y pastizal-matorral, se ha estimado un valor de Fcc a partir de la leyenda de tipos estructurales del MFE según se recoge en la Tabla 27.

Tabla 27. Fracción de cabida cubierta asignada a cada clase del MFEV.

Clase MFEV	Descripción	Fcc (%)
35	Bosque	MFE
36	Bosque de plantación	MFE
37	Matorral	70
38	Herbazal	0
40	Árboles fuera de monte (riberas)	MFE
41	Árboles fuera de monte (bosquetes)	MFE
42	Árboles fuera de monte (alineaciones)	MFE
43	Árboles fuera de monte (árboles sueltos)	MFE
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado	MFE
46	Pastizal-matorral	50

En las clases forestales arboladas (MFEV 35, 36, y de la 40 a la 44) la Fcc introducida en la ecuación es la declarada por el MFE para cada tesela del mapa; esta circunstancia se indica en la tabla con el acrónimo MFE en el campo Fcc.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinada la Fcc de cada tesela, las ecuaciones facilitadas por el Equipo Científico se han empleado con el fin de calcular el peso o factor de ponderación que corresponde a las distintas clases del suelo en cada una de las regiones climáticas.

Para cada píxel del mapa, se ha aplicado la ecuación que le correspondiera en base a la provincia en la que encuentre el mismo. Obteniendo así, un valor de ponderación para el mismo (V_p) a partir de su Fcc.

En una segunda etapa, se procede a reclasificar las clases de usos del suelo del MFEV según su Fcc, ya que éste es el parámetro único a partir del cual se calcula el factor o peso de reparto.

Según se recoge en la Tabla 28, las clases forestales arboladas se han reclasificado en masas normales, ligeras o espaciadas según su Fcc, mientras el resto de clases se mantienen como las originales:

Clases forestales desarboladas: 37, 38 y 46. No son reclasificadas.

Clases forestales arboladas: 35 y 36, y de la 40 a la 44. Se reclasifica cada una de ellas según los siguientes intervalos de Fcc:

Fcc \leq 20%. Masas forestales espaciadas.

20% < Fcc < 70%. Masas forestales ligeras.

Fcc \geq 70%. Masas forestales normales.

Esta reclasificación mantiene la clase original del MFEV, esto es, únicamente se añade más información a las clases del MFEV determinando el intervalo de Fcc de cada tesela. De esta forma, y a modo de ejemplo, se podrá hablar de bosque espaciado, ligero o normal, de bosque de plantación espaciado, ligero o normal, ribera espaciada, ligera o normal, y así sucesivamente para todas las clases arboladas.

Tabla 28. Reclasificación de clases de usos del suelo del MFEV en base a la Fcc.

Clase MFEV	Descripción	Reclasificada
35	Bosque	Sí
36	Bosque de plantación	Sí
37	Matorral	No
38	Herbazal	No
40	Árboles fuera de monte (riberas)	Sí
41	Árboles fuera de monte (bosquetes)	Sí
42	Árboles fuera de monte (alineaciones)	Sí
43	Árboles fuera de monte (árboles sueltos)	Sí
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado	Sí
46	Pastizal-matorral	No

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo último de la reclasificación realizada en función de la Fcc, es lograr que el modelo distinga entre las teselas de distinta calidad de estación. Esto es, tal y como se ha indicado, las ecuaciones desarrolladas por el Equipo Científico facilitan

una distinción según la Fcc. A dicha distinción, se le incorpora adicionalmente una diferenciación por calidad de estación, de tal forma que el modelo de valoración aplicado arrojará resultados superiores a los pastos ubicados en un medio más propicio comparado con los que se encuentran en peores condiciones edafoclimáticas, aunque tengan la misma Fcc. La distinción de calidades de estación la proporciona el Mapa de Productividad Potencial Forestal (PPF).

Conocida la clase del MFEV y su clasificación según su intervalo de Fcc —en caso de las masas arboladas—, se procede a calcular el factor de ponderación de esa clase en cada región bioclimática:

$$F_{regl}^A = \sum_{i=1}^n V_i$$

Donde:

F_{regl}^A , es el factor de ponderación de la clase “A”; a modo de ejemplo, sería el factor de ponderación que corresponde a los bosques espaciados, o ligeros o normales; o a las riberas espaciadas, ligeras o normales; o la clase de matorral, la cual no se reclasifica por espesura; en la región bioclimática “I”.

V_i , representa el sumatorio del valor de todos los píxeles que pertenecen a la clase “A” dentro de la región bioclimática, calculado mediante la ecuación desarrollada por el Equipo Científico de VANE.

Ese factor (F_p^A) representa por su construcción el peso de valor, que corresponde a la clase A del total del valor de los pastos de la región bioclimática; por lo tanto, el valor económico de los pastos en la clase “A” será la siguiente:

$$V_{regl}^A = \frac{F_{regl}^A}{\sum_{i=1}^N F_p^i} \times V_{regl}$$

Donde:

V_{regl}^A , es el valor de los pastos correspondientes a la clase “A” de uso del suelo (a modo de ejemplo bosques ligeros) dentro de la región bioclimática “I”; en € año⁻¹.

F_{regl}^A , es el factor de ponderación de la clase “A” dentro de la región bioclimática “I”.

F_p^i , representa el sumatorio de los factores de ponderación de todas las clases de usos del suelo existentes en la región bioclimática “I”.

V_{regl} , es el valor total de los pastos en la región bioclimática “I”, en € año⁻¹ (Tabla 26).

Una vez se dispone del valor que corresponde a cada clase de uso del suelo en cada región bioclimática (V_{regl}^A), únicamente resta su asignación al territorio. Es esta fase en la que se incorpora la PPF, distinguiendo entre las clases del suelo que se encuentran en mejores o peores condiciones ambientales. Para ello, el reparto de valor dentro de cada clase, se realiza proporcionalmente a la PPF, asumiendo de esta forma que un pastizal que crece en una calidad de estación superior será más productivo y por ende, más valioso que un pastizal similar que sin embargo, vegeta en peores condiciones. La fórmula matemática, tiene por lo tanto, la siguiente forma:

$$V_p = \frac{PPF_p}{\sum_{i=1}^m PPF_i} \times V_{regl}^A$$

Donde:

V_p , es el valor de los pastos del píxel “p” en € ha⁻¹año⁻¹.

PPF_p , es la PPF del píxel “p” según el mapa de productividad potencial forestal.

PPF_i , representa el sumatorio de la PPF de todos los píxeles que pertenecen a la clase “A”, a la cual pertenece el píxel “p”.

V_{regl}^A , es el valor total de los pastos producidos por la clase “A” en la región bioclimática “I”.

Conforme a sus correspondientes instrumentos de gestión, se ha considerado que el pasto no se aprovecha en los siguientes Parques Nacionales: Archipiélago de La Cabrera, Cabañeros, Caldera de Taburiente, Garajonay, Islas Atlánticas de Galicia, Tablas de Daimiel, Teide y Timanfaya. Consecuentemente su superficie no ha sido objeto de la presente valoración, recibiendo por lo tanto valor nulo.

2.8. PRODUCCIÓN PESQUERA CAPTURADA EN EL OCEANO

2.8.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El valor de la biodiversidad marina, se define en función del valor de cada uno de los servicios ecosistémicos que los océanos proporcionan a la sociedad. Entre ellos, se encuentra la producción de alimentos a partir de las capturas del sector pesquero extractivo, uno de los más importantes y objeto de este ejercicio.

La pesca extractiva está directamente vinculada con la actividad desarrollada por las pesquerías en los caladeros en aguas nacionales. A este respecto, el Equipo Científico de VANE adopta como definición de pesquería la propuesta por el grupo de trabajo “*Study Group on the Development of Fishery-Based Forecast*” (CIEM) expuesta a continuación: “grupo de barcos que desarrolla una actividad pesquera orientada a la extracción, con tecnología similar, de un mismo grupo de especies, en la/s misma/s zona/s de pesca, y durante el mismo período de tiempo”.

2.8.2. METODOLOGÍA

Para la valoración de este servicio se emplea el método de la renta a precios de mercado a través de las rentas pesqueras, y en particular, del valor añadido neto al coste de los factores (VANcf) —la macromagnitud de renta— por tipo de estrato-mar o actividad pesquera (Tabla 29).

Tabla 29. Cálculo de la macromagnitud Renta a partir de los Ingresos (SEC-95).

Macromagnitud Renta
Ingresos derivados actividad
+ Subvenciones a los productos
= Producción valorada a precios básicos
- Consumos Intermedios
= Valor Añadido Bruto a precios básicos, VAB pb
- Consumo de Capital Fijo (Amortizaciones)
= Valor Añadido Neto a los precios básicos, VAN pb
+ Impuestos - Subvenciones a la producción
= Valor Añadido Neto a coste factores, VAN cf

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir de los datos del antiguo MAPA⁹.

Es decir, el valor de uso productivo de la actividad desarrollada por el conjunto de pesquerías de España (sector extractivo) se obtiene a partir de valores de renta, si

⁹ Mediante las estadísticas oficiales del antiguo MAPA, que hacen uso del Sistema Europeo de Cuentas del año 1995 (SEC-95).

bien se proporciona también información relativa a los ingresos. A este respecto, cabe señalar que mientras el valor añadido podría interpretarse como el valor de la producción pesquera, el valor de los ingresos correspondería al valor de los recursos pesqueros. Se considera, por tanto, la macromagnitud de renta como mejor indicador del valor de mercado de la producción pesquera que los ingresos.

A continuación, se proporciona el valor de mercado de la producción pesquera obtenida por la flota española en aguas nacionales. Recuérdese que por aguas nacionales se entiende aquéllas que discurren desde la costa hasta la línea exterior de las 200 millas náuticas comprendiendo, por tanto, los caladeros ubicados dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) (Tabla 30).

Tabla 30. Renta de la producción pesquera capturada en el caladero nacional (ZEE).

Estrato-mar	Renta de la pesca= VAN cf (€)
Arrastre	177.121.898,52
Artesanales	50.110.840,06
Cerco	115.278.108,80
Palangre	32.882.061,93
Volantas	8.655.831,87
Aguas nacionales	384.046.741,18

Fuente: Elaborado a partir de la “Encuesta al sector pesquero extractivo”. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias. (MAPA, 2005).

Asimismo se ofrece información sobre los ingresos derivados de la producción pesquera capturada (Tabla 31) a partir de los cuales se obtiene el valor de macromagnitud de renta como se aprecia en el esquema de la Tabla 29.

Tabla 31. Ingresos derivados de la producción pesquera capturada en aguas nacionales.

Estrato-mar	Ingresos (millones €)
Aguas nacionales	815,95

Fuente: Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias del antiguo MAPA.

2.8.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La producción pesquera de España viene referida a aquellos caladeros ubicados dentro de la denominada Zona Económica Exclusiva (ZEE) en los que el Estado español tiene derechos soberanos a efectos de la exploración y la explotación de los recursos pesqueros.

Por lo tanto, dentro de la extensa superficie del activo “océano abierto”, la flota española ejerce principalmente su actividad en los estratos-mar (áreas de mar) correspondientes a las zonas FAO de pesca en aguas nacionales (Tabla 32).

Tabla 32. Correspondencia entre las zonas FAO y los estratos-mar en aguas nacionales.

Zonas FAO	Aguas Nacionales
Zona 27	Cantábrico Noroeste + Golfo de Cádiz
Zona 34	Islas Canarias
Zona 37	Mediterráneo

Fuente: <http://www.seaaroundus.org/>.

De este modo, los valores de pesca capturada, obtenidos mediante la metodología de rentas, se asignan al territorio repartiéndolos sobre la superficie de la ZEE donde se realiza la actividad pesquera nacional, es decir, en los estratos-mar anteriormente definidos en función de las hectáreas ocupadas por la misma (Tabla 33).

Tabla 33. Asignación del valor de la pesca capturada al océano abierto.

Estrato-Mar	Renta (€ año ⁻¹)	Sup total (ha)
Canarias-Golfo de Cádiz	8.344.064,92	46.917.392,00
Mediterráneo	28.564.542,53	26.640.977,00
Cantábrico Noroeste	35.190.467,07	33.344.800,00
Aguas nacionales	72.099.074,52	106.903.169,00

Los datos de superficie (ha) provienen de la cartografía propia.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir de los datos de renta del antiguo MAPA y del proyecto "Sea Around Us".

2.9. VALOR DE OPCIÓN DE PESCA EN EL OCÉANO

2.9.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

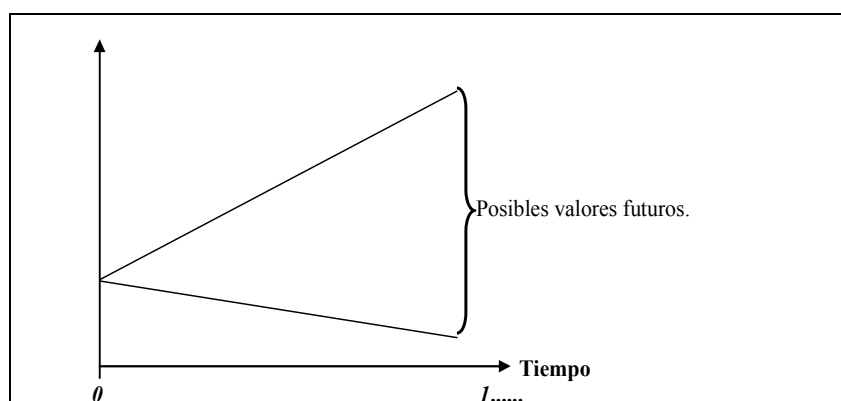
Para llevar a cabo un ejercicio de valoración más completo en cuanto al servicio de producción de alimentos, se precisa tener en cuenta la siguiente consideración adicional: la disposición a pagar por mantener la opción de aprovechar el recurso pesquero en una fecha futura. De manera que, además de considerar el valor de mercado de los recursos capturados, se estima el valor de opción del uso potencial de los recursos pesqueros —todavía no capturados por el hombre y, por lo tanto, un valor de flujo asociado a la existencia presente y futura del *stock*—. Cabe señalar que este valor teórico depende de la actividad pesquera y, por lo tanto, del propio valor de mercado de los recursos pesqueros.

El contexto de elevada incertidumbre y flexibilidad que caracteriza a la actividad pesquera contribuye a potenciar la importancia de este valor. El valor de opción representa aquello que se deriva de poder tomar decisiones en un futuro incierto. A modo de ejemplo, tómesese el caso extremo de la pesquería de la anchoa que, aunque vedada desde el año 2005, tiene un elevado potencial productivo futuro cuyo valor se encuentra recogido en su valor de opción.

2.9.2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para estimar este valor de uso futuro es el modelo de valoración de las opciones reales. La teoría de este complejo concepto descansa sobre la filosofía de que la incertidumbre que habitualmente rodea al mundo real debe ser entendida como una fuente de oportunidades. Es decir, a medida que pasa el tiempo se incrementa el rango de posibles valores futuros —lo que en literatura se conoce como el “cono de la incertidumbre”— (Figura 7).

Figura 7. Cono de incertidumbre.

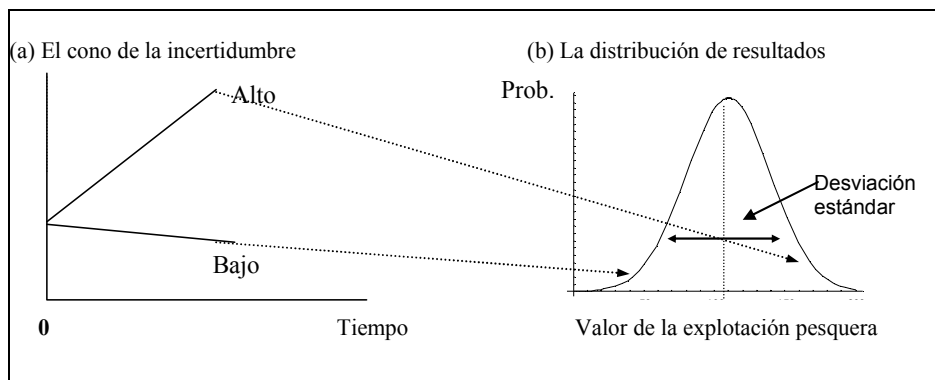


Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Estos posibles valores, representados en la figura anterior de manera ilustrativa, dependen a su vez de la evolución de los precios de mercado, así como de la evolución del recurso pesquero.

La idea del “cono de la incertidumbre” se puede traducir en términos de la distribución de probabilidades de dichos valores (Figura 8).

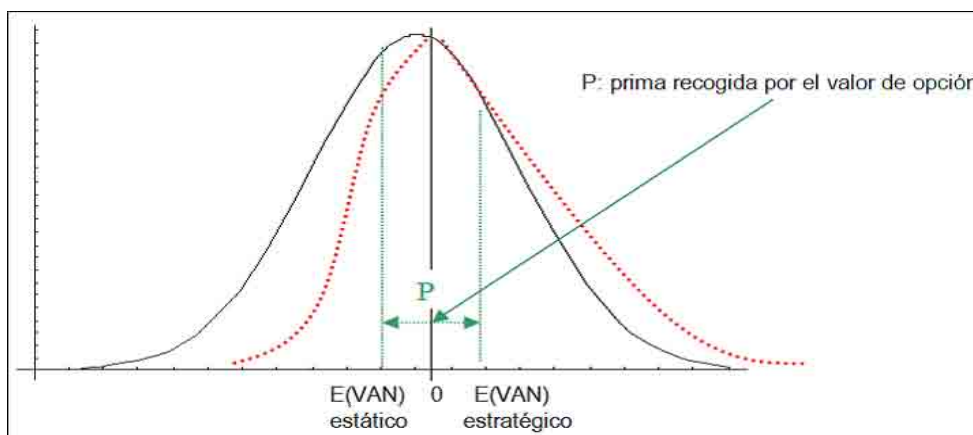
Figura 8. La distribución de probabilidades del cono de la incertidumbre.



Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

En definitiva, bajo la filosofía de las opciones reales, se identifica y cuantifica no sólo el valor actual del flujo futuro derivado de la explotación productiva —valor tradicional de la producción pesquera—, sino también las opciones que la incertidumbre crea, esto es, la prima que recoge la disponibilidad a pagar por explotar el recurso en el futuro (Figura 9).

Figura 9. Distribución de probabilidades del valor de la producción pesquera potencial.



Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir del modelo de valoración de opciones.

“La flexibilidad de gestión” introduce una asimetría en la distribución de probabilidades del valor de la explotación pesquera que expande el verdadero valor de la misma, incrementando las ganancias potenciales.

El valor esperado de la producción pesquera según un modelo de opciones —E(VAN) estratégico— es igual al valor esperado de la producción (valor añadido) según un modelo tradicional de valoración —E(VAN) estático— más una prima P, de forma que se cumple la siguiente expresión:

$$E(VAN)_{\text{estratégico}} = E(VAN)_{\text{estático}} + P$$

Valor de producción (modelo de opciones) = Valor de la producción pesquera (modelo tradicional) + expectativas futuras de producción

La prima P cuantifica el valor de la flexibilidad para tomar decisiones en el futuro en relación con la extracción de los recursos y, en consecuencia, en relación a su potencial productivo —por ejemplo, valor de opción de reabrir una pesquería, valor de opción de cerrar temporalmente una pesquería, etc...—. No incluir el valor de la prima implicaría subestimar el valor de la producción.

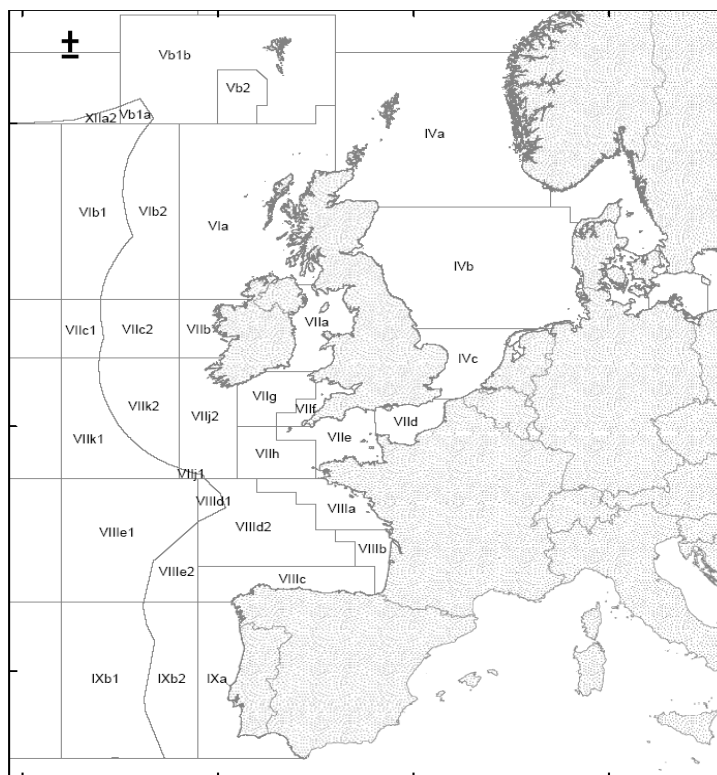
Por último señalar que los modelos de opciones son dinámicos en el tiempo, ya que la disponibilidad a pagar depende en gran medida de esta variable. Dado que el ejercicio de valoración se lleva a cabo para un año concreto, se asume que la explotación de los recursos se desarrolla en un marco de sostenibilidad.

Una vez explicado este peculiar concepto, se realiza el proceso de valoración del servicio a partir de dos casos de estudio, de los cuales se deriva el valor de opción de la producción pesquera de España y que se exponen a continuación.

Por un lado, se muestra el caso concreto de la anchoa o boquerón (*Engraulis encrasicolus*) —pesquería mono-específica— desarrollado por la flota de bajura española en la División CIEM VIIIIC con descargas en el País Vasco. Mientras que, por el otro, se presenta una segunda aplicación para toda la actividad pesquera de la flota española en la misma división, incluyéndose otras seis especies marinas además de la anchoa: verdel o estornino (*Scomber japonicus*), caballa (*Scomber scombrus*), sardina (*Sardina pilchardus*), chicharro negro (*Trachurus trachurus*), lirio o bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), chicharro blanco (*Trachurus mediterraneus*), las cuales comprenden el 90 por ciento de las descargas (en peso y en valor) procedentes de los caladeros de la ZEE Cantábrica Norte —pesquería multi-específica—.

A continuación, se presenta de forma ilustrativa las zonas de pesca definidas por el CIEM entre las que se encuentra la División VIIIIC, en la que se han realizado los dos casos de estudio expuestos previamente (Figura 10).

Figura 10. Zonas CIEM de pesca.



Fuente: Consejo Internacional para la Explotación del Mar (CIEM).

En cuanto al valor de opción para la pesquería multi-específica se obtiene a partir del modelo general de valoración de opciones, considerando el valor de opción sobre un “índice de especies”. A continuación, se muestra la importancia de cada una de estas especies en volumen de capturas respecto a las capturas totales descargadas (Tabla 34).

Tabla 34. Especies objetivo de la flota española en la División CIEM VIIIIC.

Especie	Peso (%) de las descargas (kg) por especie sobre el total de descargas de la flota				
	2001	2002	2003	2004	2005
Anchoa, Boquerón	26,77	9,9	8,93	11,61	0
Chicharro Blanco	1,64	2,41	3,44	1,73	1,98
Chicharro Negro	7,37	16,79	27,58	10,61	10,46
Estornino	1,74	1,87	2,92	2,33	3,29
Lirio, Bacaladilla	4,68	6,18	7,19	5,03	3,21
Sardina	9,44	8,43	16,05	9,94	11,45
Verdel, Caballa	42,73	46,03	26,48	50,51	61,27
% 7 especies objetivo	94,38	91,6	92,59	91,75	91,65
Otras	-----	-----	-----	-----	-----
% total	100	100	100	100	100

Fuente: Consejo Internacional para la Explotación del Mar (CIEM).

Nótese que si una flota se implica en pesquerías multi-específicas consigue diversificar y reducir su exposición a la incertidumbre, tanto biológica como económica. En este sentido, en el tabla anterior se pueden observar las diferentes combinaciones de capturas de la flota en el período 2001 a 2004.

Para llevar a cabo el desarrollo del modelo de opción y su aplicación a los casos de estudio, se hace uso de la información estadística de la Base de Datos de AZTI – Tecnalia (Unidad de Investigación Marina del centro tecnológico para la Investigación Marina y Alimentaria). De manera que de acuerdo con el método de opciones reales, se obtiene el valor de la prima, inicialmente mencionada, para cada uno de los casos de pesquería analizados (Tabla 35).

Tabla 35. Prima de la producción pesquera extractiva para pesquerías mono-específica y multi-específicas de la División CIEM VIII C.

Tipo de interés r_{12} (%)	Pesquería de la Anchoa Prima (€)		Pesquería multi-especie Prima (€)	
	k=0	k=0,005	k=0	k=0,005
0,20	1.883.402,17	1.653.624,72	19.062.789,50	18.117.754,20
0,25	1.901.417,64	1.671.576,99	19.119.051,60	18.174.016,20

k representa la tasa de conveniencia.

Fuente: Base de datos de AZTI-Tecnalia y CIEM.

De este modo, el valor de opción se obtiene por mes a partir de la información estadística relativa a los costes de explotación y a los kilogramos descargados para el conjunto de las especies objetivo, del año de estudio 2005.

2.9.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

A partir de los valores de la prima obtenidos mediante la metodología desarrollada sobre los dos casos de estudio, se extiende la aplicación a la producción pesquera de la flota española en los caladeros ubicados en la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Para ello, se procede como si la flota española desarrollase el conjunto de su actividad en el marco de una pesquería ficticia multi-específica por cada una de las siguientes áreas de mar o estratos-mar: Canarias y Golfo de Cádiz, Cantábrico Noroeste, y Mediterráneo. Estas pesquerías ficticias integran el conjunto de todas las especies descargadas por la flota española (Tabla 36).

Tabla 36. Prima de la producción pesquera capturada en el caladero nacional (ZEE).

Zona	Prima (€) – valor máximo		Prima (€) – valor mínimo	
	k=0	k>0	k=0	k>0
Aguas nacionales	150.376.189,30	125.424.684,00	37.594.047,33	31.356.171,00

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Nótese que este valor de opción es un valor mínimo ya que se obtiene la disponibilidad a pagar tomando como unidad del estudio un año completo.

Así, los valores de prima se asignan a la superficie de cada estrato-mar definidos dentro de la ZEE, y se representan en dos mapas finales de valor distintos, uno para el valor mínimo de opción y el otro para su valor máximo (Tabla 37).

Tabla 37. Asignación de los valores, mínimo y máximo, de opción de la producción pesquera al territorio.

Estrato-Mar	Renta (€), k=0	Sup. total (ha)
Valor mínimo		
Canarias-Golfo de Cádiz	8.048.937,98	46.917.392,00
Mediterráneo	9.655.090,83	26.640.977,00
Cantábrico Noroeste	19.890.018,52	33.344.800,00
Aguas nacionales	37.594.047,33	106.903.169,00
Valor máximo		
Canarias-Golfo de Cádiz	32.195.751,93	46.917.392,00
Mediterráneo	38.620.363,30	26.640.977,00
Cantábrico Noroeste	79.560.074,08	33.344.800,00
Aguas nacionales	150.376.189,31	106.903.169,00

Los datos de superficie (ha) provienen de la cartografía propia.

Fuente: Elaborado por Equipo Científico de VANE.

2.10. PRODUCCIÓN DE PESCA CULTIVADA Y MATERIAS PRIMAS EN EL OCÉANO

2.10.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La producción de alimento a partir del recurso extraído por el sector de la pesca cultivada —explotaciones de acuicultura— constituye otro de los importantes servicios ecosistémicos que los océanos proporcionan a la sociedad. A este respecto, el valor económico de la producción pesquera cultivada está directamente vinculado con el valor económico de la actividad desarrollada en las principales instalaciones de acuicultura.

Algunos autores manifiestan que la producción de alimentos es sólo una parte de los servicios de provisión prestados por los océanos y la biodiversidad marina, identificando como segundo grupo de este tipo de servicios el de producción de materias primas que se definen como aquellos organismos marinos que son utilizados con usos diferentes al consumo humano. En particular, las principales materias primas consideradas en VANE son: peces, crustáceos, moluscos y algas.

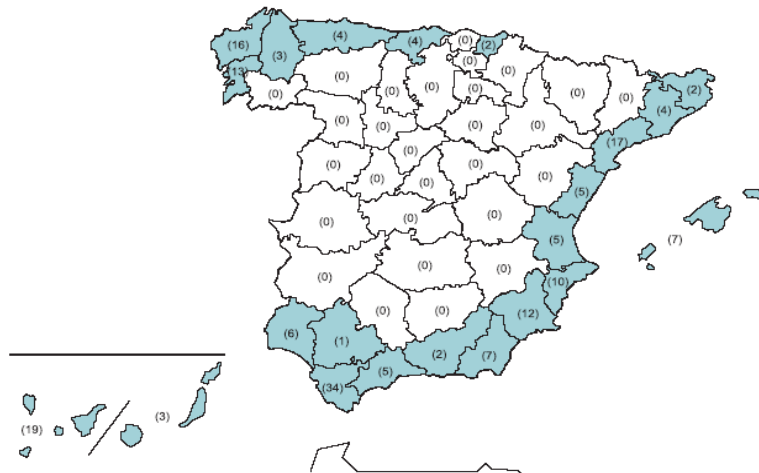
2.10.2. METODOLOGÍA

Para la valoración de la producción pesquera cultivada y de la producción de materias primas en el océano, al igual que para la producción pesquera capturada, se emplea el método de la renta a precios de mercado a través de las rentas pesqueras por tipo de cultivo.

El valor de uso productivo de los recursos pesqueros cultivados se obtiene, por un lado, a partir del valor de los ingresos que genera el sector acuícola —diferenciándose entre los diferentes subsectores: sector mitilícola, sector piscícola y sector del marisqueo—, y por otro, a partir de la macromagnitud de renta o Valor Añadido Neto a coste de los factores (VAN cf) generado. Para la obtención de este último, dado que la práctica totalidad de la producción de crustáceos y moluscos en España procede del sector cultivador gallego, se toma como principal referencia para la obtención del Valor Añadido de este subsector las Tablas Input-Output (TIO) del Sector Gallego (Xunta de Galicia, 1999), mientras que para el subsector piscícola es preciso recurrir a las cuentas de resultados de las empresas de este sector acuícola.

A continuación, se muestran las regiones españolas donde se ubican las plantas acuícolas marinas productoras de crustáceos, moluscos, algas y/o peces: Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana, Cataluña, País Vasco, Cantabria, Asturias, Galicia, Islas Baleares e Islas Canarias (Figura 11). En particular, la producción acuícola del año 2005, tanto marina como continental, procede de Andalucía, Castilla la Mancha, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias, Cantabria; Islas Baleares y Cataluña.

Figura 11. Mapa de las plantas de acuicultura marina en España.



Fuente: Instituto de Estudios de Cajamar.

De manera que, para cada uno de los diferentes cultivos producidos en dichas plantas acuícolas, los valores de ingresos y renta obtenidos quedan expuestos a continuación (Tabla 38 y Tabla 39).

Tabla 38. Ingresos de la producción pesquera cultivada para consumo humano.

Tipo de cultivo	Ingresos (€)
Crustáceos	1.783.870,56
Moluscos	112.341.733,92
Peces	268.480.417,02
Total acuicultura consumo humano	382.606.021,50

Fuente: Subdirección General de Estadística Agroalimentaria. Antiguo MAPA.

Tabla 39. Renta de la producción pesquera cultivada para consumo humano.

Tipo de cultivo	Renta (€)
Crustáceos	1.618.763,71
Moluscos	74.113.410,19
Peces	132.860.487,65
Total acuicultura consumo humano	208.592.661,55

Fuente: Las Tablas TIO del sector pesquero gallego y las cuentas de resultados de las empresas de este sector.

Nótese que los valores expuestos a continuación vienen referidos a la producción acuícola tanto marina como continental, por lo que se les debe aplicar un porcentaje para obtener los valores exclusivamente para aguas oceánicas. A continuación se muestra el origen de la producción acuícola según el uso del agua (continental y marina) y el porcentaje correspondiente.

Origen del agua	Tipo de cultivo	%
Peces	Origen marino	76
	Origen continental	24
TOTAL peces		100
Crustáceos, moluscos y plantas	Origen marino	99,9
	Origen continental	0,01
TOTAL crustáceos, moluscos y plantas		100
TOTAL acuicultura		100

En cuanto a la producción de materias primas, referidas a aquellos recursos cuyo destino es la industria farmacéutica o nutraceútica pero no la alimentaria, la forma en que se lleva a cabo su valoración se explica a continuación.

El valor de mercado de las algas procedentes del sector cultivador se obtiene, exclusivamente, a partir del valor de los ingresos, ya que no es posible identificar los consumos intermedios de esta producción. A estos valores debe agregarse el correspondiente a la producción de peces, crustáceos y moluscos cuyo uso es distinto del consumo humano —ciclo acuicultura, ornamental, otros— y que representa aproximadamente el 9 por ciento del valor total de la producción acuícola (Tabla 40).

Tabla 40. Ingresos de la producción de materias primas.

Tipo de cultivo	Sector	Ingresos (€)
Algas rojas	Extractivo	66.000,00
Algas	Cultivador	225.00,00
Crustáceos	Cultivador	25.500,00
Moluscos	Cultivador	1.459.758,26
Peces	Cultivador	35.153.243,04
TOTAL	-----	36.929.501,30

Fuente: Antiguo MAPA.

El valor de uso productivo del resto de organismos marinos diferentes de las algas también se obtiene a partir de la macromagnitud de renta generada. Para la obtención de este valor se utilizan las TIO del Sector Gallego (Xunta de Galicia, 1999), así como información de las cuentas de resultados de las diferentes empresas del sector acuícola (Tabla 41).

Tabla 41. Renta de las materias primas procedentes del sector cultivador.

Tipo de cultivo	Sector	Renta (€)
Crustáceos	Cultivador	23.139,84
Moluscos	Cultivador	963.022,90
Peces	Cultivador	17.395.969,00
TOTAL	-----	18.382.131,74

Fuente: Antiguo MAPA.

2.10.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Una vez determinados los valores para aguas oceánicas de la producción pesquera cultivada y de la producción de materias primas se procede a asignarlos al territorio. Dado que en esta ocasión no son recursos pescados en alta mar, el valor se reparte sobre la superficie marina de las aguas interiores de las Comunidades Autónomas donde se localizan las plantas acuícolas (Tabla 42 y Tabla 43).

Cabe señalar, que por agua interior se entiende aquella situada en el interior de las líneas de base del mar territorial, incluyéndose en ellas los puertos, bahías, estuarios, ríos, lagos y las aguas continentales.

Tabla 42. Asignación del valor de la producción cultivada en el océano al territorio.

CC.AA.	Renta (€)	Aguas interiores marinas (ha)
Galicia	87.395.929,29	267.774,00
Andalucía	21.387.705,56	216.694,00
Cataluña	10.395.463,56	128.220,00
Principado de Asturias	523.713,16	63.099,00
País Vasco	1.267.638,60	39.901,00
Cantabria	3.580.003,21	33.829,00
Comunidad Valenciana	11.059.004,92	173.340,00
Islas Baleares	2.425.765,17	265.230,00
Murcia	31.478.001,65	63.927,00
Canarias	7.626.113,80	245.897,00
Aguas nacionales	177.139.338,91	1.497.911,00

Los datos de superficie de las aguas interiores marinas (ha) provienen de la cartografía propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de renta facilitados por el antiguo MAPA.

Tabla 43. Asignación del valor de la producción de materias primas en el océano al territorio.

CC.AA.	Renta (€)	Aguas interiores marinas (ha)
Galicia	3.277.263,72	267.774,00
Andalucía	2.528.929,38	216.694,00
Cataluña	1.040.558,88	128.220,00
Principado de Asturias	39.105,23	63.099,00
País Vasco	165.977,13	39.901,00
Cantabria	405.346,49	33.829,00
Valencia	1.382.817,03	173.340,00
Islas Baleares	304.221,44	265.230,00
Murcia	4.121.543,96	63.927,00
Canarias	998.518,38	245.897,00
Aguas nacionales	14.264.281,64	1.497.911,00

Los datos de superficie de las aguas interiores marinas (ha) provienen de la cartografía propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de renta facilitados por el antiguo MAPA.

3. PROVISIÓN DE AGUA

3.1. INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE PROVISIÓN DE AGUA

En el servicio de provisión de agua para los usos agrícola, industrial, doméstico y energético, el objeto de valoración es el activo “aguas continentales”.

El agua es un recurso fundamental para la vida y el soporte del desarrollo social y económico. Debido a esta dependencia del agua, unida a la constante presión a la que se encuentra sometido dicho recurso, ya que es utilizado con numerosos fines —generación de electricidad, productividad industrial, riego...—, se puede concluir que se trata de un bien que es necesario consumir de manera sostenible.

En la elección de la unidad geográfica mínima a la que se deben referir las valoraciones, dentro del ámbito de la “provisión de agua”, surgen ciertas cuestiones. Esto es debido a que el agua se concentra en masas de agua tales como: ríos, embalses, lagos..., pero no sólo deben recibir valor estas unidades, ya que todo el territorio aporta agua a estos cuerpos donde se concentra.

Por lo tanto, se ha seleccionado como unidad geográfica a la que aportar el valor la subcuenca hidrográfica. Éstas conforman una unidad de territorio que se encuentra drenado por un único sistema de drenaje natural.

Dentro de cada una de las subcuencas que constituyen el territorio español se tendrá en cuenta, a su vez, la escorrentía e infiltración que aportan cada una de las celdas de dicha subcuenca.

En el caso de este activo se valora el agua que se consume en cada uso que dicho recurso desempeña. En este estudio, concretamente, se analizan los cuatro usos principales del agua en nuestro país, éstos son:

- Uso agrícola: agua de riego.
- Uso industrial: producción industrial.
- Uso doméstico: consumo de agua en los hogares.
- Uso energético: producción de energía hidroeléctrica.

En el ámbito del Proyecto VANE se tratan por separado cada uno de estos usos.

A continuación, se han detallado los procesos desarrollados para la obtención del valor en los diferentes usos del recurso.

3.2. PROVISIÓN DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA

3.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La demanda de agua para la agricultura en España supone entre un 70 y un 80 por ciento de agua total consumida, convirtiéndose de esta forma en el uso consuntivo del agua de mayor importancia.

En el caso de la provisión de agua para uso agrícola la demanda generada se corresponde con un factor de producción. Para su valoración, por tanto, se utiliza el método del valor residual. Este método consiste en deducir de la producción agraria total, la remuneración de todos los factores implicados en el proceso productivo —semillas, fertilizantes, mano de obra...— quedando al final cierto valor residual que se asigna al agua como único factor no remunerado.

3.2.2. METODOLOGÍA

Para la valoración del agua para uso agrícola se parte de las “Hojas 1T” (MAPA, 2005) que aportan información acerca de los diferentes cultivos que aparecen en cada municipio y su superficie.

Para calcular el margen neto de cada cultivo, esto es, la renta que se obtiene de las parcelas, es necesario conocer los ingresos que genera dicho cultivo y los costes asociados. La diferencia existente entre los ingresos del cultivo y sus costes es el margen neto.

Tabla 44. Esquema de obtención de resultados de la RECAN.

PRODUCCIÓN TOTAL O PRODUCCIÓN BRUTA			
PRODUCCIÓN FINAL			REEMPLEO
VAB a precios de mercado		GASTOS FUERA DE LA EXPLOTACIÓN	
VAB a precios de mercado		SUBVENCIONES-IMPUESTOS	
VAB al coste de los factores			
VAN al coste de los factores			AMORTIZACIONES
DISPONIBILIDADES EMPRESARIALES	Remuneración de capitales ajenos	MANO DE OBRA ASALARIADA	

Fuente: Red Contable Agraria Nacional, RECAN (MARM).

Los ingresos se obtienen como producto entre el rendimiento medio del cultivo y el precio de venta de la producción.

Los rendimientos (kg ha^{-1}) del “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*” (AEA), están recogidos a nivel de provincia, de comunidad autónoma y nacional para diferentes años. Para evitar la utilización de datos atípicos se ha trabajado con el promedio de la serie de datos de 2001–2005. La asignación de rendimientos a los cultivos se ha realizado a nivel de provincia, o en aquellos casos en los que no hay dato se ha procedido a completar siguiendo los criterios:

- Si existe dato en esa provincia del mismo cultivo en régimen distinto de secano o regadío, se utiliza la relación entre los rendimientos nacionales del cultivo en secano y regadío para estimar su rendimiento.
- En su defecto, se asignan los rendimientos a nivel nacional.

Los precios son asignados a nivel nacional utilizando los precios que ofrece el AEA 2005 para este año. Éste únicamente refleja el precio en origen de algunos de los cultivos que aparecen en las “*Hojas 1T*”, por lo que se completan de la siguiente forma:

- Aquellos cultivos cuyo precio aparece reflejado en la “*Encuesta de Precios percibidos, pagados y salarios*” (MARM, 2005), se completan con estos datos.
- En caso contrario, se le asigna el precio de un cultivo similar.

Los costes se extraen de los “*Informes técnico-económicos de las explotaciones agrarias*”, facilitados por el Equipo Científico de VANE para 2005. Quedan fuera de la valoración las subvenciones, los impuestos, contribuciones, cánones e intereses. Esto se debe a que el objetivo de la contabilidad efectuada es el cálculo del margen neto a precios de mercado, que puede imputarse al suelo agrícola independientemente de políticas sociales de reparto, compensación de rentas u otras transacciones monetarias externas. Los costes se encuentran disponibles por cultivo y representan un porcentaje ya sea del rendimiento —como sucede con los costes directos y de maquinaria— o de los ingresos —costes indirectos, de mano de obra y amortizaciones—.

Los grupos de costes considerados son:

- Costes directos: semillas, fertilizantes, etc.
- Costes de maquinaria: trabajos contratados, carburantes y lubricantes, etc.
- Costes indirectos: conservación de edificios y mejoras, cargas sociales, mano de obra familiar, etc.
- Costes de la mano de obra asalariada.
- Amortizaciones.

Una vez se dispone de los costes por cultivo, se calcula el porcentaje que estos representan frente a los ingresos o al rendimiento. Posteriormente se aplica este porcentaje a los ingresos agrícolas a nivel provincial, obteniendo de esta manera el margen neto por cultivo para cada provincia. Con esta información es posible calcular la diferencia entre el margen neto de un cultivo en regadío y el margen neto de ese mismo cultivo en secano, logrando como resultado el margen neto diferencial entre regadío y secano para cada cultivo. En caso de que el valor obtenido sea inferior a cero se le asignará al cultivo un margen neto nulo ya que los valores negativos no son considerados en el ámbito de estudio de VANE.

La expresión para el cálculo del margen neto diferencial se especifica a continuación:

$$MN_d^x = MN_R^x - MN_S^x$$

Donde:

MN_d^x , es el margen neto diferencial del cultivo en € ha⁻¹.

MN_R^x , es el margen neto del cultivo en regadío en € ha⁻¹.

MN_S^x , es el margen neto del cultivo en secano en € ha⁻¹.

Para deducir de este margen neto diferencial el valor residual del agua en origen —antes de producirse pérdidas debidas al transporte y a la distribución del agua— es necesario conocer la eficiencia en el sistema de riego, la eficiencia en el transporte y las necesidades hídricas de cada cultivo. De esta forma se otorga el valor a la totalidad del volumen de agua empleado desde el origen. Los datos de las eficiencias de riego y las necesidades hídricas han sido facilitados por la Dirección General del Agua del MARM¹⁰. La eficiencia en el transporte se obtiene del estudio piloto elaborado por el Equipo Científico de VANE a escala nacional. El producto entre las necesidades hídricas de un cultivo y la eficiencia total se denomina “consumo bruto”.

$$V_{RA}^x (\text{€/m}^3) = \frac{MN_d^x}{NNHH^x \times E_T}$$

Donde:

¹⁰ Datos recogidos en el “Servicio técnico para la realización de estudios de apoyo al desarrollo de los análisis económicos para la aplicación de la Directiva 2000/60/CE, de octubre de 2000”. Los datos se encuentran a nivel de comarca.

V_{RA}^x , es el valor residual del agua, en € m^{-3} , por cultivo y comarca agraria.

$MN_{d_i}^x$ es el margen neto diferencial del cultivo en la comarca, expresado en € ha^{-1} .

$NNHH^x$, son las necesidades hídricas del cultivo en la comarca, expresado en $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

E_T , es la eficiencia total en % ($E_T = E_{transporte} \cdot E_{sistema\ de\ riego}$) por comarca.

Por último para obtener el valor por hectárea del agua se multiplica el valor residual del agua por el consumo en parcela, siendo éste el producto entre las necesidades hídricas y la eficiencia del sistema de riego.

$$V_{RA}^x (\text{€/ha}) = V_{RA}^x (\text{€/m}^3) \times NNHH^x \times E_{sr}$$

Al conocer de esta forma el valor del agua por hectárea para cada cultivo en cada comarca agraria únicamente resta calcular el valor del agua de cada municipio utilizando las "Hojas 1T" que ofrecen la superficie por cultivo.

Una vez calculado el valor de los municipios, éste se agrega por Confederaciones Hidrográficas por medio de la cartografía de límites municipales —elaborada por Tragsatec a partir de datos del INE— y la cobertura de Confederaciones —facilitada por el MARM—. Un caso particular resulta cuando la superficie municipal está dividida por los límites entre Confederaciones. En estos casos, el valor se asigna de forma proporcional a la superficie del municipio que pertenece a cada Confederación.

Finalmente restaría descontar el valor del agua trasvasada entre dos cuencas a la cuenca de destino, agregándose el valor del trasvase a la cuenca de origen. La información acerca del agua trasvasada intercuenca se recoge del "Libro Blanco del Agua" (MARM, 2000). De esta misma fuente se extraen los volúmenes de agua desalada utilizada en la agricultura por cuencas hidrográficas. El valor de este agua debe descontarse del valor final del agua para uso agrícola, esto es debido a que, según el modelo desarrollado, únicamente debe computarse el recurso agua dulce o continental, bien de origen superficial o subterráneo, que proporciona el medio natural terrestre.

La asignación del valor al territorio es un proceso conjunto entre los usos, doméstico, industrial y agrícola, por lo que se trata en un apartado específico al final del capítulo.

3.3. PROVISIÓN DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

3.3.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El uso industrial del agua es el tercero en importancia volumétrica en nuestro país, sólo superado por los usos agrícola y doméstico, llegando en algunas cuencas a ser el segundo más destacado por detrás del uso doméstico.

Al igual que sucede con el uso agrícola, el uso industrial genera una demanda de agua que se corresponde con un factor de producción, tratándose de una demanda derivada.

Para el cálculo del valor del agua empleada en este uso se utiliza el método del valor residual, deduciendo que parte de la producción total industrial puede ser atribuida al uso del agua. Cabe indicar que se parte de la hipótesis de que el gasto industrial en agua se equipara con el valor de la parte de la producción que le es asignada.

3.3.2. METODOLOGÍA

Una de las tareas previas a la valoración es la selección de los municipios nacionales que poseen algún tipo de industria. Las ramas industriales consideradas en el proyecto son las establecidas en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE):

- 1- Productos alimenticios, bebidas y tabaco.
- 2- Industria textil, confección y cuero.
- 3- Industria de la madera y del corcho.
- 4- Industrias del papel y la edición.
- 5- Industria química.
- 6- Caucho y plástico.
- 7- Otros productos minerales no metálicos.
- 8- Metalurgia y otros productos metálicos.
- 9- Maquinaria y equipo mecánico.
- 10- Equipo eléctrico, electrónico y óptico.
- 11- Fabricación de material de transporte.
- 12- Industrias manufactureras diversas.

Tras la selección de los municipios, es conveniente observar, que el consumo de agua en la industria puede proceder de dos vías diferentes que deben ser tratadas en el marco de la valoración de manera independiente. Los orígenes del agua para uso industrial son:

1. *Agua captada de la red municipal*: este agua tiene idéntico origen que el agua para uso doméstico y, por lo tanto, el mismo precio. Para el cálculo de su valor se utilizan las “*Tablas Input-Output*” (TIO).

2. *Agua captada por la propia empresa*: es el agua que las industrias adquieren directamente de pozos o ríos a cambio de un canon de concesión que satisfacen a las Confederaciones Hidrográficas.

Se expone primeramente el modelo de valoración para el agua de la red municipal.

Cabe, antes de nada, explicar que las “*Tablas Input-Output*” son un instrumento estadístico que desglosa la Producción Nacional Española en los sectores que la han originado y en los sectores que la han asimilado, pueden denominarse también “*Tablas Intersectoriales*”. Los *inputs* son los recursos que se requieren para obtener una determinada producción mientras que los *outputs* consisten en los productos que se obtienen de una industria concreta.

Las “*Tablas Input-Output*” exponen la producción total de cada sector —en el ámbito del estudio interesan únicamente los industriales— y cuál es el destino de la misma, esto es, qué parte de la producción se destina al consumidor y que parte es adquirida por el resto de sectores. A partir de una tabla TIO puede obtenerse la Tabla de Coeficientes Técnicos que recoge el porcentaje que representa cada uno de los *inputs* sobre la producción final de cada sector productivo.

Tabla 45. Ejemplo de Tabla Input-Output.

SECTORES	Primario	Secundario	Terciario	Demanda Intermedia	Demanda Final	Demanda Total
Primario	10	5	15	30	20	50
Secundario	18	22	40	80	70	150
Terciario	20	25	30	75	125	200
Consumos Intermedios	48	52	85			
Valor Añadido	2	98	115			
Producción	50	150	200	185	215	400

Unidades: unidades monetarias

Fuente.: Datos obtenidos de la página web: <http://www.eumed.net>.

Tabla 46. Ejemplo de Tabla de Coeficientes Técnicos.

SECTORES	Primario	Secundario	Terciario
Primario	20,00%	3,33%	7,50%
Secundario	36,00%	14,67%	20,00%
Terciario	40,00%	16,67%	15,00%
Consumos Intermedios	4,00%	34,67%	42,00%
Valor Añadido		65,33%	57,50%
Producción	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente.: Datos obtenidos de la página web: <http://www.eumed.net>.

Para el cálculo del valor es necesario conocer, por medio de las “*Tablas Input-Output*”, el porcentaje de la producción industrial que se corresponde con el *input* del agua, teniendo en cuenta la hipótesis previamente expuesta de que el gasto en agua se equipara con el valor de la producción que le es asignado. En concreto, las partidas relacionadas con el gasto en agua a tener en cuenta son:

- Captación, depuración y distribución de agua.
- Servicios de saneamiento.

Las “*Tablas Input-Output*” pueden encontrarse a nivel autonómico en los institutos estadísticos regionales. Sin embargo, no todas las Comunidades Autónomas han elaborado un marco *Input-Output* (Murcia, La Rioja y Cantabria), y algunas otras tienen varias partidas agregadas impidiendo el acceso a los datos de interés en este estudio. En estos casos, se ha tomado el valor de otra fuente, bien sea de las cuentas económicas de los respectivos Institutos de Estadística o bien, en su defecto, se ha consultado el Anuario Estadístico.

Se trabaja con el porcentaje que representa el agua sobre el Valor Añadido Bruto (VAB) de la Comunidad Autónoma. Éste representa la diferencia entre el importe de las ventas de la empresa (*outputs*) y las adquisiciones efectuadas a otras industrias (*inputs*) sin tener en cuenta la depreciación de capital fijo durante el periodo.

$$\%VAB_a^{CA} = \frac{VAB_a^{CA}}{VAB^{CA}}$$

Donde:

VAB^{CA} , es el VAB total de la Comunidad Autónoma en €.

VAB_a^{CA} , es el valor de las partidas que van destinadas al agua en €.

$\%VAB_a^{CA}$, es el porcentaje del VAB que se debe al gasto de agua en la industria.

Una vez conocido este porcentaje en cada Comunidad, se infiere que parte del VAB municipal¹¹ se corresponde con el gasto en agua. Por tanto, se aplica a cada municipio el porcentaje sobre el VAB de la Comunidad Autónoma a la que pertenece.

$$VAB_a^M = \%VAB_a^{CA} \times VAB^M$$

Donde:

$\%VAB_a^{CA}$, es el porcentaje del VAB que se debe al gasto de agua en la industria.

VAB^M , es el VAB total del municipio en €.

VAB_a^M , es el valor de las partidas que van destinadas al agua en el municipio en €.

El gasto en agua en la industria a nivel municipal es, como ya se ha expuesto anteriormente, equiparable al valor del agua para la producción industrial de cada municipio.

A continuación se detalla la metodología de cálculo para las captaciones propias de la industria.

Se parte de datos de volumen de captación realizada por la propia empresa desglosado por Comunidad Autónoma y tipo de recurso —aguas superficiales, aguas subterráneas, desalación¹² u otros—.

¹¹ El listado de los VAB a nivel municipal para el año 2005 ha sido facilitado por la Universidad de Córdoba.

¹² Incluye exclusivamente el agua captada para desalación en las propias instalaciones de la empresa que posteriormente procederá a su distribución.

Tabla 47. Captación realizada por la propia empresa por Comunidad Autónoma y tipo de recurso.

Comunidad Autónoma	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Desalación	Otros recursos hídricos	TOTAL
Andalucía	497.294	282.404	0	0	779.698
Aragón	117.001	9.049	0	216	126.266
Asturias	95.747	34.379	0	0	130.126
Baleares	18.043	53.362	9.366	4.855	85.626
Canarias	16.697	40.415	71.941	1.184	130.237
Cantabria	62.654	3.056	0	0	65.710
Castilla y León	193.537	62.767	0	0	256.304
Castilla-La Mancha	118.111	80.647	0	4.808	203.566
Cataluña	206.567	192.098	6.913	3.143	408.721
Comunidad Valenciana	157.380	200.605	18.894	0	376.879
Extremadura	149.820	9.474	0	0	159.294
Galicia	253.074	11.879	0	0	264.953
Madrid	583.340	67.080	0	0	650.420
Murcia	33.308	9.825	0	0	43.133
Navarra	33.523	39.487	0	0	73.010
País Vasco	232.372	20.317	0	1.146	253.835
La Rioja	26.823	19.634	0	0	46.457
Ceuta y Melilla	870	11.116	0	120	12.106
Total España	2.796.161	1.147.594	107.114	15.472	4.066.341
Promedio	155.342	63.755	5.951	860	225.908

Unidades: miles de metros cúbicos

Fuente: "Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua", INE 2005.

Con los datos de volumen recopilados, únicamente es necesario incorporar en el modelo el importe del canon de captación¹³ abonado por la industria a las Confederaciones Hidrográficas por dicha concesión. De esta forma se obtiene el valor del agua que procede de este origen.

Una vez calculado el valor del agua que proviene de ambas procedencias se debe descontar a dicho valor el del agua cuyo origen sea:

- *Desalinización*: es el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo agua dulce.

- *Reutilización*: que, según el Real Decreto 1620/2007 que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, se define como "la aplicación, antes de la devolución al dominio público hidráulico y al marítimo-terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas

¹³ El dato del canon de captación debe solicitarse a las Confederaciones Hidrográficas.

por quien las derivó, se han sometido a los procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se va a destinar”.

Esto es debido a que, según el modelo desarrollado, únicamente debe computarse el recurso agua dulce o continental, bien de origen superficial o subterráneo, que proporciona el medio natural terrestre.

Por otro lado, el valor del agua trasvasada intercuenca se asignará a la cuenca de origen del trasvase.

Los datos sobre desalinización, reutilización y trasvases se extraen, para el agua captada de la red municipal, del *“Libro Blanco del Agua”* (MARM, 2000). En el caso del agua captada por la propia empresa dichos datos se encuentran recogidos en la *“Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua”* (INE, 2005).

Cabe señalar que los datos de valor del agua para uso industrial que proviene de la red municipal se encuentran a nivel municipal mientras que los de la proveniente de captación propia presentan cifras a nivel autonómico. Ambos resultados se agregan por confederación hidrográfica y se suman entre sí. Esta suma proporciona el valor total del agua para uso industrial por Confederación Hidrográfica.

Queda únicamente pendiente, de esta forma, la asignación de valor al territorio, tema que será tratado conjuntamente con el resto de usos del agua debido a la gran similitud existente entre los distintos procedimientos.

3.4. PROVISIÓN DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO

3.4.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El consumo de agua en los hogares en España es el segundo uso más importante de este recurso en nuestro país, por detrás únicamente del uso agrícola, llegando a ser el más importante en determinadas cuencas. Representa aproximadamente un 12% del consumo total en España.

Este consumo doméstico de agua se concentra en los núcleos poblacionales, siendo éste un uso que está directamente relacionado con la población de una determinada zona.

La metodología empleada para la valoración del agua para uso doméstico se basa en el estudio de la demanda y el consumo final de agua, por medio de la estimación del excedente del consumidor relativo a la demanda.

3.4.2. METODOLOGÍA

El consumo de agua para uso doméstico —dato que se encuentra publicado por el INE a nivel autonómico— indica los metros cúbicos que consume cada habitante en un día.

Tabla 48. Consumo medio de agua en los hogares.

Comunidad Autónoma	Consumo 2005
Andalucía	195
Aragón	153
Asturias	180
Baleares	139
Canarias	145
Cantabria	191
Castilla y León	160
Castilla-La Mancha	174
Cataluña	162
Comunidad Valenciana	171
Extremadura	173
Galicia	152
Madrid	159
Murcia	162
Navarra	134
País Vasco	140
La Rioja	145
Ceuta y Melilla	139
España (media)	160

Unidades: l hab⁻¹ día⁻¹

Fuente.: "Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua", INE 2005.

Para otorgar un precio a esta agua y posibilitar la valoración, es necesario conocer el precio satisfecho por los consumidores en cada Comunidad Autónoma así como un precio máximo que los habitantes estarían dispuestos a pagar por obtener agua para su consumo personal.

Se toma para el cálculo del gasto medio para el servicio integral del agua, el precio real promediado en las Comunidades Autónomas para el año de referencia del estudio. Este dato se encuentra incluido en la “*Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua*”, realizada por el INE, que ofrece valores de euros pagados por metro cúbico.

Tabla 49. Precio promediado del agua.

Comunidad Autónoma	Precio 2005
Andalucía	0,92
Aragón	0,87
Asturias	0,74
Baleares	1,58
Canarias	1,65
Cantabria	0,68
Castilla y León	0,66
Castilla-La Mancha	0,74
Cataluña	1,04
Comunidad Valenciana	1,36
Extremadura	0,81
Galicia	0,75
Madrid	1,09
Murcia	1,52
Navarra	1,12
País Vasco	0,91
La Rioja	0,98
Ceuta y Melilla	0,98
España (media)	1,02

Unidades: € m⁻³

Fuente.: “*Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua*”, INE 2005.

El modelo de valoración escogido para este caso recoge lo que un individuo estaría dispuesto a pagar por el agua de consumo diario.

Esto se consigue mediante un modelo econométrico de demanda, elaborado para cada Comunidad Autónoma.

Como resultado del modelo se obtiene una curva de demanda isoelástica que relaciona el precio del agua con su consumo en cada Comunidad.

$$Q = k \cdot P^{0,645}$$

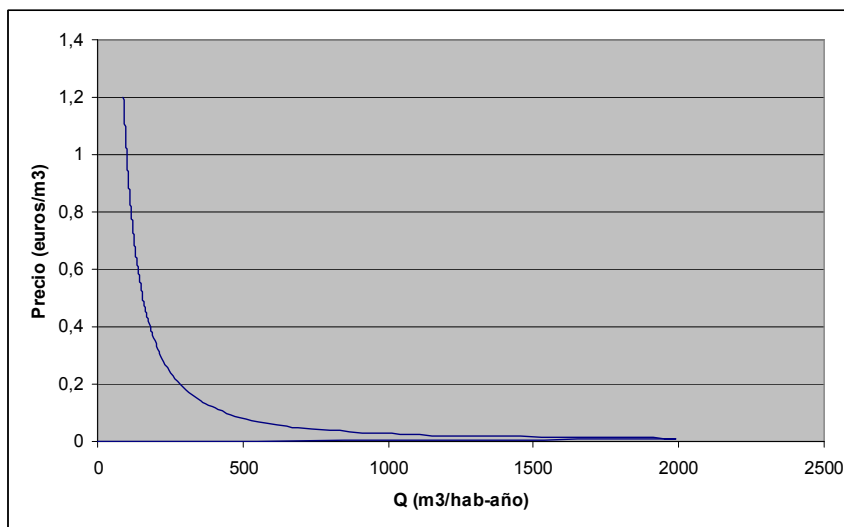
Donde:

Q , es el consumo en $\text{m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

P , es el precio (o valor unitario) del agua para su suministro en € m^{-3} .

K , se trata de una constante que se determina por Comunidad Autónoma, según sea su consumo doméstico, y a partir del precio medio de facturación.

Gráfico 1. Curva de demanda isoelástica para un municipio tipo.



Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

El área determinada por la curva de demanda con respecto a la vertical —dentro de unos límites de integración— se corresponde con el excedente del consumidor.

El excedente del consumidor refleja la diferencia entre lo que una persona está dispuesta a pagar por una unidad adicional de un bien y el precio de mercado de dicho bien. Viene expresado en $\text{€ hab}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Como límites para el cálculo del excedente del consumidor se toman, por un lado, el valor unitario medio del agua asignado a cada Comunidad Autónoma y, por otro, —como valor límite de referencia— el coste de abastecimiento mediante cisterna de agua potable a domicilio, dato facilitado por el Equipo Científico de VANE.

Se obtendría de esta manera la siguiente fórmula:

$$EC = \int_{0,92}^{10} k \cdot p^{-0,6451} dp$$

Donde:

K , se trata de una constante que se determina por Comunidad Autónoma, según sea su consumo doméstico, y a partir del precio medio de facturación.

P , es el precio (o valor unitario) del agua para su suministro en € m^{-3} .

0,92, es el valor unitario medio del agua, en euros, asignado a la Comunidad Autónoma de Andalucía —se toma como ejemplo—.

10, es el coste, en euros, de abastecimiento mediante cisterna de agua potable a domicilio.

Una vez calculado el excedente del consumidor por habitante y, conociendo la población de la totalidad de los municipios españoles en el año de referencia —dato recogido en el “*Padrón Municipal*” de 2005, elaborado también por el INE—, es posible determinar el excedente del consumidor agregado para cada municipio, fijándose así valores de euros por municipio y año.

Tras cuantificar el valor del agua en cada municipio se agrupan dichos resultados a nivel de Confederación Hidrográfica. Esta operación trata de evitar valores puntuales excesivamente altos derivados de la dependencia en el modelo entre la cifra final obtenida para cada término municipal y el tamaño de la población del mismo. Se lleva a cabo por medio de la cartografía de límites municipales —elaborada por TRAGSATEC a partir de datos del INE— y la cobertura de Confederaciones —facilitada por el MARM—.

En esta fase, puede ocurrir que un término municipal se encuentre situado en el límite entre dos o más cuencas hidrográficas, esto se solventa ponderando su valor por superficie y asignando a cada cuenca la parte correspondiente. Las Confederaciones Hidrográficas consideradas en el Proyecto VANE son:

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| - Baleares | - Guadiana II |
| - Canarias | - Júcar |
| - Cuencas Internas de Cataluña | - Norte I |
| - Duero | - Norte II |
| - Ebro | - Norte III |
| - Galicia Costa | - Segura |
| - Guadalquivir | - Sur |
| - Guadiana | - Tajo |

Una vez calculado el valor del agua para uso doméstico a nivel de cuenca, al igual que ocurría en el uso industrial, se descuenta a dicho valor el del agua cuyo origen sea:

- Desalinización
- Reutilización

Esto es debido a que, según el modelo desarrollado, únicamente debe computarse el recurso agua dulce o continental, bien de origen superficial o subterráneo, que proporciona el medio natural terrestre.

Por otro lado, el valor del agua trasvasada intercuenca se asignará a la cuenca de origen del trasvase.

Los datos sobre desalinización, reutilización y trasvases se extraen del *“Libro Blanco del Agua”* (MARM, 2000).

Al igual que sucedía con la provisión de agua para uso industrial y agrícola, queda pendiente el aspecto de asignación al territorio, que se abordará más adelante junto con el del resto de usos del agua.

3.5. PROVISIÓN DE AGUA PARA USO ENERGÉTICO

3.5.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El uso energético del agua se basa en la obtención de energía eléctrica a través de la energía potencial del agua. La energía potencial del agua a una cota elevada puede transformarse en energía cinética —caída libre a un nivel inferior— o puede utilizarse como fuente de presión —caída mediante una tubería forzada—. La energía cinética o de presión se transforma en energía mecánica rotacional por medio de una turbina. A su vez la turbina se conecta con un generador eléctrico, obteniéndose de esta forma energía eléctrica.

A pesar del impacto ambiental que genera la construcción de una presa que retenga el agua y de la propia central, esta fuente de energía posee numerosas características positivas. Entre ellas destacan:

- Es una fuente de energía renovable.
- No modifica el recurso, se trata de un uso “no consuntivo” del agua.
- Es una fuente de energía “limpia”, no produce sustancias contaminantes.
- Posee un alto rendimiento energético.
- Puede controlarse y utilizarse únicamente en los momentos de mayor demanda.

La producción hidroeléctrica de un determinado aprovechamiento o sistema hidroeléctrico está condicionada al nivel de pluviosidad en la cuenca vertiente; por lo tanto, puede variar notablemente de un año a otro.

En los últimos años la electricidad producida por el agua en España es del orden del 16-17% de la producción neta para abastecer la demanda eléctrica total. Este porcentaje ha ido decreciendo ya que en la década de los 60 la producción de energía hidroeléctrica suponía más del 85% de la demanda¹⁴.

En la valoración del agua como fuente de energía se utiliza el método de costes evitados. En líneas generales, el proceso ha consistido en la comparación de las rentas que repercuten los distintos sistemas de generación eléctrica, deduciendo el margen diferencial que es imputable al agua. Por lo tanto, la estimación de la renta se realiza a partir de los precios de mercado de la energía y de los costes de generación y costes externos —externalidades ambientales, asociadas a emisiones de ciclo de vida de contaminantes atmosféricos, etc.—.

¹⁴ Datos extraídos de Marcos Franco, J.M., Anales de mecánica y electricidad, 2006.

3.5.2. METODOLOGÍA

El primer paso para el cálculo del valor del agua para uso energético es conocer la parte que representa la energía hidroeléctrica en el *mix* medio nacional en 2005. Esta información se obtiene a partir de datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). A partir de estos datos se calcula la cantidad de energía eléctrica que debería producirse por medio de las diferentes tecnologías en caso de eliminar la energía hidráulica, aumentando el porcentaje producido por cada tipo de tecnología en proporción a su representatividad real.

Tabla 50. Generación eléctrica por tecnologías, en el año de estudio 2005.

TECNOLOGIA	GWh 2005	%2005	Sin Hidráulica %2005
Carbón	80.517	27,89%	30,39%
Gas natural	78.885	27,33%	29,84%
Nuclear	57.539	19,93%	21,55%
Petróleo	24.668	8,54%	9,25%
Eólica	20.771	7,20%	7,77%
Hidráulica >10MW	19.024	6,59%	-
Hidráulica <10MW	4.068	1,41%	-
Biomasa	1.718	0,60%	0,64%
R.S.U.	852	0,30%	0,32%
Biogás	563	0,20%	0,21%
Solar fotovoltaica	85	0,03%	0,03%
Total	288.689	100%	100%

Nota: Se consideran 2 tipos de centrales hidráulicas en función de la potencia instalada, gran hidráulica cuando la potencia supera los 10MW, y mini hidráulica si es menor de 10MW.

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE, elaboración a partir de datos del MITyC¹⁵ y del IDAE¹⁶, en IDAE (2006).

A continuación, se calcula el margen neto que resulta de la actividad de producción. Este margen o renta se corresponde con la diferencia entre los ingresos y los costes.

Los ingresos vienen determinados por el precio medio de venta de la unidad eléctrica en el mercado, que en 2005 era de 6,039 céntimos de euro kWh⁻¹.

Por otro lado, los costes se dividen a su vez en dos tipos:

- Costes de generación.

¹⁵ Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC)

¹⁶ Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)

- Costes externos.

Tomando como año de estudio el 2005, se calculan los costes individuales de producción eléctrica del *mix* de ese año, referentes por un lado a la generación, y por otro, a la emisión de sustancias a la atmósfera mediante la ecuación:

$$\sum_t (Qt_{cr} \times Ct)$$

Para ese mismo año, se determinan ambos costes (de generación y externos), en caso de que no se hubiera dado el aporte de cada una de las tres fuentes renovables analizadas, manteniendo el peso porcentual del resto de las opciones tecnológicas.

$$\sum_t (Qt_{sr} \times Ct)$$

La diferencia entre ambos valores permite estimar un ahorro por costes evitados, atribuible a una u otra fuente, a través de la expresión general:

$$Br = \sum_t (Qt_{sr} \times Ct) - \sum_t (Qt_{cr} \times Ct)$$

Donde:

Br , es el ahorro o beneficio comparativo de emplear en el *mix* de 2005 la tecnología renovable “r” en €.

Qt_{sr} , es la generación eléctrica que aportaría cada tecnología “t” al *mix* de 2005, si no hubiese aportación de la renovable “r”, asumiendo la parte proporcional de ésta.

Ct , es el coste de cada tecnología que integra el *mix* de 2005.

Qt_{cr} , es la generación eléctrica que aporta cada tecnología “t” al *mix* de 2005, incluyendo la aportación de la renovable “r”.

En lo relativo a los costes de generación se toman únicamente los costes variables del proceso productivo, estos son, los costes asociados a las operaciones de producción —funcionamiento y mantenimiento— y a las materias primas empleadas —carbón, petróleo, gas natural, reactivos nucleares, biomasa, RSU y biogás— (0).

Los costes externos incluyen aquellos costes debidos a los daños producidos sobre la salud, los materiales y los cultivos, por las emisiones procedentes de diferentes tecnologías de generación eléctrica.

Para el cálculo de estos costes, se utilizan los resultados del estudio “*Evaluación económica de los impactos medioambientales de la producción eléctrica*” elaborado por el Grupo de Economía Ambiental (UAH 2002) que proporciona datos de costes externos medios por tipo de tecnología. Los datos originales se encontraban referidos al año 2000, por lo que se han actualizado a 2005.

Al igual que sucedía con la generación eléctrica por tecnologías, se calcula el escenario en el que se elimine la aportación de la energía hidroeléctrica, siendo sustituida por otros tipos de energía en similar relación a la registrada en el *mix* (Tabla 52).

Tabla 51. Costes de generación por tecnología.

TECNOLOGIA	Costes de generación AENNEA-Europa¹	Coste ajustado al mercado nacional²
Carbón	2,421	2,236
Gas natural	3,539	3,269
Nuclear	1,154	1,066
Petróleo	6,538	6,039
Eólica	0,894	0,826
Hidráulica >10MW	0,888	0,820
Hidráulica <10MW	0,888	0,820
Biomasa	3,355	3,099
R.S.U.	1,935	1,787
Biogás	4,555	4,207
Solar fotovoltaica	2,453	2,266
Promedio	2,602	2,403

Unidades: céntimo € kWh⁻¹

1) Obtenido de AENNEA-IEA-OECD (2005), para países disponibles del entorno de España. Esta fuente considera una vida útil de las centrales de 40 años y un factor medio de carga del 85%.

2) Para el ajuste se toma el precio medio final anual en el mercado libre de 2005 (6,039 cént. € kWh⁻¹), el cual se asigna a la generación con petróleo, por ser la opción tecnológica más cara.

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE a partir de AENNEA, IEA y OECD, 2005. "Projected Costs of Generating Electricity". 2005 Update.

Tabla 52. Costes externos marginales debidos a daños producidos sobre la salud, materiales y cultivos por distintas emisiones procedentes de diferentes tecnologías de generación eléctrica¹⁷.

TECNOLOGIA	Mínimo	Valor esperado	Máximo
Carbón	4,45	86,9	1600
Petróleo	4,15	85,5	1660
Gas Natural	0,32	7,97	88,4
Nuclear	0,09	4,16	30,2
Hidráulica >10MW	0,01	0,18	2,6
Hidráulica <10MW	0,01	0,180	2,6
Eólica	0,08	1,460	22,4
Biomasa y R.S.U.	0,31	5,22	87,2
Solar fotovoltaica	0,33	6,97	127

Unidades: € MWh⁻¹

Fuente: "Evaluación económica de los impactos medioambientales de la producción eléctrica" Grupo de Economía Ambiental, UAH 2002.

De esta forma se obtienen los beneficios o pérdidas estimados atribuibles a la generación de energía hidráulica, eólica y solar en el año 2005. Los resultados se encuentran divididos según se trate de costes medios de generación o costes externos evitados.

Tabla 53. Beneficio o pérdida estimados en el año 2005, atribuibles a la generación hidráulica, eólica y solar, atendiendo a costes medios de generación.

TECNOLOGIA	$\sum t (Q_{tsr} \times Ct)$	$\sum t (Q_{tcr} \times Ct)$	Br
Hidráulica	13.148	13.586	-440
Eólica	13.648	13.586	60
Solar fotovoltaica	13.566	13.586	-21

Unidades: millones de € año⁻¹

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE.

Tabla 54. Beneficio o pérdida estimados en el año 2005, atribuibles a la generación hidráulica, eólica y solar, atendiendo a costes externos evitados.

TECNOLOGIA	$\sum t (Q_{tsr} \times Ct)$	$\sum t (Q_{tcr} \times Ct)$	Br
Hidráulica	10.901	10.025	876
Eólica	10.774	10.025	749
Solar fotovoltaica	10.028	10.025	2

Unidades: millones € año⁻¹

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE.

¹⁷ Las emisiones estudiadas fueron: nitratos, O₃, SO₂, sulfatos, PM10, As, Cd, Cr, Ni, dioxinas, SO₂, O₃, SO₂, radionucleótidos y residuos radioactivos, así como las que originan el calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono. El precio asignado a las emisiones de CO₂ fue de 5 \$₂₀₀₂ por t CO₂ equivalente, acorde con el mercado de emisiones del momento y dado por el *Prototipe Carbon Fund* del Banco Mundial.

Teniendo en cuenta que la generación de energía eléctrica en 2005 ascendió a 288.689 GWh, se puede fijar un coste evitado unitario por la reducción de emisiones atribuible a la tecnología hidráulica de 0,3034 céntimo € kWh⁻¹. De la misma forma se obtendría un coste atribuido a la generación hidráulica de 0,1385 céntimo € kWh⁻¹.

Una vez calculados los márgenes de cada tecnología se evalúa el margen diferencial con y sin hidroelectricidad.

Para ello, el primer paso es determinar el margen unitario —en € kWh⁻¹—, que corresponde al mix energético nacional en el año de estudio, de acuerdo al reparto de tecnologías que fueron utilizadas ese año.

El siguiente paso es calcular el mismo margen unitario pero, en este caso, para un escenario en el que se elimina la aportación de las centrales hidroeléctricas, siendo sustituida, conforme a la relación registrada en el mix, por los otros tipos de tecnologías.

De la comparación entre ambos resultados se deduce una diferencia económica que representa el margen o renta diferencial que obtiene la economía nacional por generar energía eléctrica a partir del agua en lugar de utilizar otras tecnologías.

La ecuación utilizada para este respecto es la siguiente:

$$\Delta M_{H-\bar{H}} = P \cdot k \cdot m_{gh} - c_{gh} \cdot (m_{gh} + w \cdot m_{mh}) - c_{rH} \cdot (1 - m_{gh} - m_{mh}) + c_{\bar{H}} - \Delta CE_{H-\bar{H}}$$

Donde

$\Delta M_{H-\bar{H}}$, es el margen neto diferencial con y sin hidráulicas.

P , es el precio final anual de la energía en el mercado libre del año 2005 (6,039 céntimos de € kWh⁻¹).

K , es el coeficiente incremental del precio de venta que, con respecto al anterior, es atribuible a la energía generada por las grandes centrales hidráulicas; en este proyecto se toma un 0,30¹⁸.

c_{gh} , es el coste de generación con grandes centrales hidráulicas.

m_{gh} , es la contribución (en tanto por uno) de la gran hidráulica en el mix nacional de 2005.

¹⁸ Obtenido de Batalla, R., Gómez, C.M., y Kondolf, M., 2004. [Reservoir-induced Hydrological changes in the Ebro river basin \(NE Spain\)](#). Journal of Hydrology. Volume 290, Issues 1-2, 10 May 2004, Pages 117-136.

m_{mh} , es la contribución (en tanto por uno) de la mini hidráulica en el mix nacional de 2005.

w , es la relación de costes entre generación con mini hidráulica y con gran hidráulica; se toma un 1,0928¹⁹.

c_{rH} , es el coste de generación con el resto de tecnologías, sin centrales hidráulicas, en la proporción con que componen el *mix* de 2005.

$c_{\bar{H}}$, es el coste de generación en el supuesto de que no hubiese aportación de las hidráulicas en el mix de 2005.

$\Delta CE_{H-\bar{H}}$, es el coste externo diferencial que se deriva de no emplear hidráulicas en el mix de 2005.

Tabla 55. Margen unitario diferencial por generación hidroeléctrica.

	Ingresos financieros	Costes financieros	Costes externos	Margen
Mix 2005 con Hidroelectricidad	6,1584	2,4041	3,4728	0,2815
Mix 2005 sin Hidroelectricidad	6,039	2,5426	3,7761	-0,2797
Total hidráulica	0,1194	-0,1385	-0,3034	0,5613

Unidades: € kWh⁻¹

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE.

Realizando el mismo cálculo de manera individualizada para energía proveniente de centrales gran hidráulicas (>10MW) y mini hidráulicas (<10 MW) se hallan los márgenes diferenciales de cada una de ellas.

Tabla 56. Margen unitario diferencial y valor nacional en 2005 para centrales mini hidráulicas y gran hidráulicas.

	Margen unitario diferencial (€ kWh ⁻¹)	Valor total nacional (€)
Gran hidráulica	0,5879	1.398.304.785
Mini hidráulica	0,4365	222.012.459
Total hidráulica	0,5613	1.620.317.244

Fuente: Elaboración por parte del Equipo Científico de VANE.

¹⁹ Obtenido de AENNEA-IEA-OECD, 2005. Projected Costs of Generating Electricity. 2005 Update. En URL: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/ElecCost.pdf>.

Para determinar qué valor aporta cada central del territorio nacional se requiere calcular la generación anual de energía por parte de cada una de ellas. Para ello se recurre a la siguiente ecuación:

$$E=9,81 \cdot \eta \cdot q \cdot h \cdot t$$

Donde:

η , es la eficiencia técnica o el factor de rendimiento del sistema; se toma un 80%.

q , son los caudales turbinados en metros cúbicos por segundo ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$).

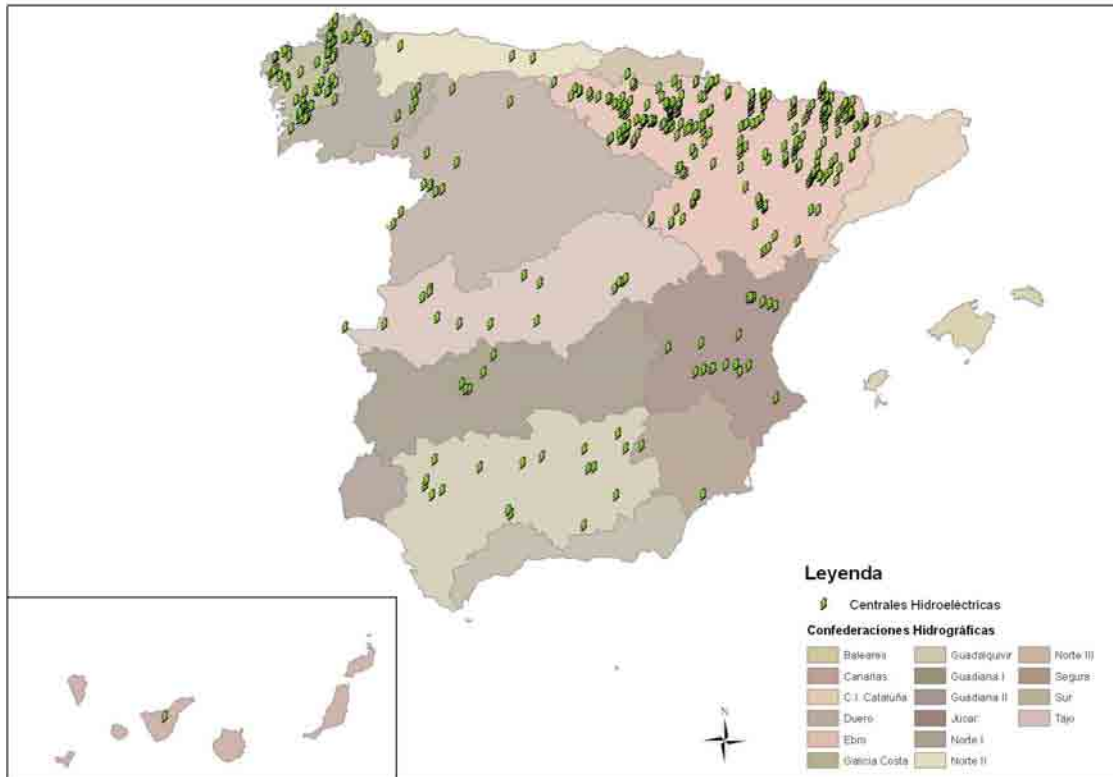
h , es la altura del salto de agua (m).

t , es el número de horas de producción energética (tomando las horas de funcionamiento anual, la energía resultante viene expresada en kWh año^{-1}).

Los datos concernientes a los parámetros de diseño de cada central han sido facilitados por las Confederaciones Hidrográficas y por el MARM.

Una vez conocida la generación de energía eléctrica en cada central, únicamente resta multiplicar este valor por el margen unitario diferencial de cada una de ellas para conocer el valor correspondiente a cada central. El margen unitario diferencial aplicado está relacionado con la potencia instalada, es decir, según sean centrales mini o gran hidráulicas. En caso de no conocer la potencia instalada de la central, se utiliza el margen unitario diferencial medio de $0,5613 \text{ € kWh}^{-1}$. Mediante el proceso descrito se calcula el valor del agua para uso energético en cada central del territorio.

Figura 12. Mapa de centrales hidroeléctricas con datos disponibles.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MARM.

3.6. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO — PROVISIÓN DE AGUA—

Todos los servicios del agua valorados, exceptuando el uso energético, comparten la metodología de asignación de valor al territorio.

Siguiendo la línea del resto de servicios valorados en el proyecto, el valor del agua ha de concederse al origen del recurso, no al lugar en el que éste se consume. Se parte en todos los casos del valor de la Confederación Hidrográfica para cada uso.

El primer paso en la concesión de valores al territorio es otorgar a cada subcuenca el valor del municipio o municipios que la conforman, lo cual indica el valor en destino del agua. En el caso del agua para uso doméstico y el agua para uso industrial únicamente se tiene en cuenta la localización del núcleo poblacional principal, es decir, se asigna el valor del municipio a la subcuenca que engloba dicho núcleo. En el uso agrícola se pondera el valor según la superficie agrícola que recoge cada subcuenca, gracias a la cartografía del MFEV. Ambos procesos se realizan por medio de la cartografía de límites municipales —elaborada por TRAGSATEC a partir de datos del INE— y la cobertura de subcuencas —facilitada por el MARM—.

Obtenido el valor del agua en cada subcuenca (valor en destino), se procede a asignarlo a la región del territorio en el cual se produce. Esta asignación se realiza en dos niveles. Primeramente, se imputa el valor que recibe el agua en cada subcuenca a todas las subcuencas situadas aguas arriba (cuenca vertiente a la subcuenca de destino). Este proceso se efectúa, mediante SIG, empleando un mapa de direcciones de flujo diseñado específicamente para cumplir este fin en el proyecto. Este mecanismo atribuye un valor más elevado a aquellas cuencas que posean un mayor número de usos potenciales del recurso aguas abajo —ya sea uso agrícola, industrial o doméstico—. Así las subcuencas de cabecera con un elevado número de usos aguas abajo serán las que reciban más valor.

Posteriormente, en un segundo nivel, dentro de cada cuenca vertiente se asigna un valor específico a cada píxel proporcional a la aportación total de agua que realiza (SIMPA, 2005), según la siguiente ley de reparto:

$$V_P = V_{CV} \cdot \left(\frac{A_P}{A_{CV}} \right)$$

Donde:

V_P , es el valor que recibe cada píxel en €.

V_{CV} , es el valor de la cuenca vertiente a la subcuenca valorada en €.

A_P , es la aportación total del píxel en mm.

A_{CV} , es la aportación total de la cuenca vertiente a la subcuenca valorada en mm.

La aportación total (A_p) engloba el excedente de agua, es decir, la parte del agua proveniente de las precipitaciones que no se infiltra en el terreno y la aportación subterránea. De esta forma, las celdas que tengan una mayor aportación de agua, recibirán un valor más elevado.

Tras este modelo de asignación de valor al territorio tan sólo quedaría pendiente la imputación del valor del uso energético.

En este caso se dispone del valor del agua para cada central hidroeléctrica.

El primer paso consiste en asignar cada central a la subcuenca hidrográfica a la que pertenece, a través de una intersección cartográfica entre el mapa de coordenadas de centrales y el mapa de subcuencas.

Una vez identificada la subcuenca a la que pertenece cada central se reparte su valor a la cuenca vertiente a la subcuenca en la que se sitúa la central. Para conocer cual es la cuenca vertiente de cada subcuenca hidrográfica se emplea la cartografía de direcciones de flujo anteriormente mencionada (Figura 13).

El siguiente paso, consiste en distribuir el valor resultante de cada subcuenca entre los píxeles que la conforman. Para ello, se recurre nuevamente al modelo SIMPA de 2005. En concreto, el parámetro utilizado en esta ocasión para la asignación del valor a cada celda es la escorrentía total. En el caso del uso energético del agua no es posible utilizar la aportación total como criterio de reparto ya que el agua subterránea no se emplea en la producción de energía hidroeléctrica. La escorrentía total se compone de la escorrentía superficial, referida al agua que circula por la superficie terrestre y se concentra en los ríos; y la escorrentía subsuperficial, que es el agua que no circula en superficie sino que inicialmente se infiltra, escapa de la evapotranspiración y circula horizontalmente por la parte superior de la zona no saturada hasta volver a la superficie.

La fórmula para el reparto del valor a nivel de píxel es la siguiente:

$$V_P = V_{CV} \cdot \frac{E_P}{E_{CV}}$$

Donde:

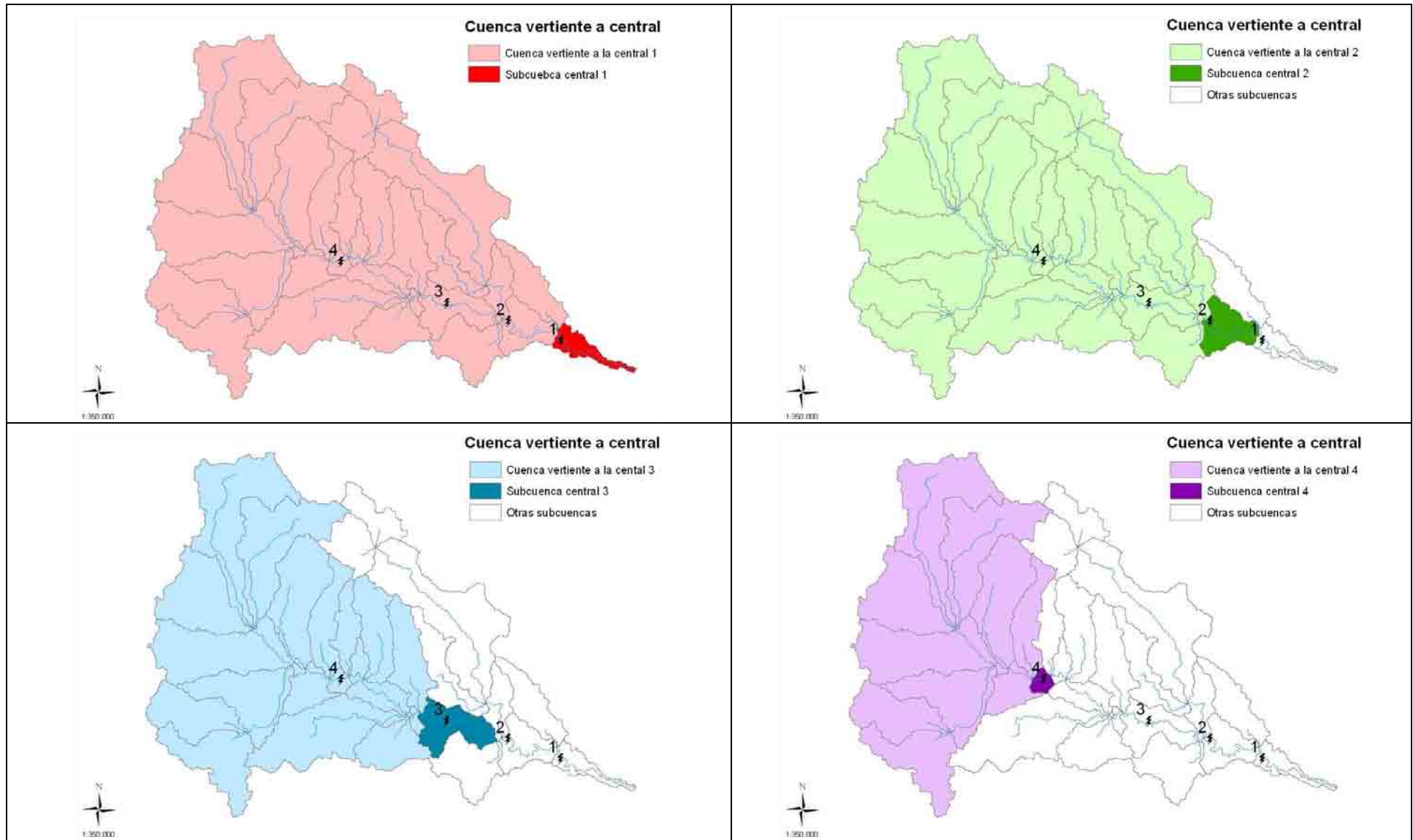
V_P , es el valor que recibe cada píxel en €.

V_{CV} , es el valor de la cuenca vertiente a la subcuenca valorada en €.

E_P , es la escorrentía total del píxel en mm.

E_{CV} , es la escorrentía total de la cuenca vertiente a la subcuenca valorada en mm.

Figura 13. Cuenca vertiente a la central (≠): Ejemplo Río Mijares (Castellón).



Fuente: Elaboración propia.

4. SERVICIOS RECREATIVOS

4.1. SERVICIO RECREATIVO EN COSTA PARA RESIDENTES

4.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El amplio abanico de servicios ecosistémicos proporcionados por el litoral español afecta en primer lugar a la población residente, proporcionando bienestar y beneficios sociales a todo aquel que los disfrute y aproveche.

Asimismo, las zonas costeras constituyen una forma de capital capaz de generar flujos de renta. A este respecto, desde una perspectiva económica, el valor de estos espacios —cuya asignación no se produce a través de los mercados— depende tanto de los atributos que los caracterizan como de la calidad ambiental que poseen.

4.1.2. METODOLOGÍA

El proceso de valoración de este servicio, desarrollado por el Equipo Científico de VANE, se basa en el Método del Coste del Viaje (MCV). La respuesta de los individuos a las variaciones del precio implícito en la visita constituye la base para estimar no sólo la función de demanda recreativa, sino también el bienestar que los individuos obtienen de su visita, tanto por el disfrute que experimentan como por la mejora o el empeoramiento de la calidad ambiental.

De este modo, el proceso de valoración se apoya en el modelo de utilidad aleatoria, el cual describe la elección del individuo entre un conjunto de alternativas en cada ocasión de elección. De manera que el MCV, bajo este esquema, analiza una determinada ocasión de elección y persigue identificar los factores que explican que el individuo visite un cierto espacio en lugar de otros.

El modelo se desarrolla a partir de los espacios que una muestra de individuos visita a lo largo del periodo de tiempo considerado, así como del número de ocasiones en que cada uno de ellos ha sido visitado. La implementación del modelo no requiere que todos los individuos de la muestra visiten todos los espacios objeto de estudio, sólo es necesario que los individuos definan el conjunto de elección y que el investigador sea capaz de medir las características y el coste de desplazamiento que soporta cada individuo.

El punto de partida del presente modelo es el estudio piloto realizado por el Equipo Científico de VANE en la Bahía de Santa Ponça (Calviá, Mallorca), el cual se inicia con la elaboración de una encuesta sobre la población relevante, constituida por los residentes mayores de 18 años de las localidades cercanas a esta franja del litoral insular. A este respecto se consideran tanto los visitantes de los espacios recreativos “playa-duna” de la zona piloto —incluidas playas, dunas y arenales— como los que no lo son. Esta población muestral se estima en 9.469 individuos según los datos del Institut Balear d’ Estadística (IBAE).

Cabe señalar que de las 727 encuestas realizadas únicamente se han incluido en el modelo aquellas observaciones para las que es posible calcular el coste de desplazamiento —un total de 638—, eliminándose aquellas que presentan errores en la localización del lugar de residencia, o aquellas que no han respondido a la pregunta relativa al número de acompañantes, así como las que han obviado información socioeconómica relevante.

A continuación se ilustra la tasa de frecuentación a los 14 espacios “playa-duna” que conforman el conjunto de elección de los individuos de la muestra (Tabla 57).

Tabla 57. Espacios y tasa de frecuentación.

Espacio	Tasa de frecuentación
Caló d'en Monjo	1,72%
Cala Fornells	8,27%
Caló de ses Llisses	2,65%
Playa de Palmira	14,04%
Playa de Torà	7,02%
La Romana	3,90%
Sa Punta des Gats	2,34%
Cala Blanca	6,86%
Playa des Castellot	4,68%
Playa de Santa Ponça	21,53%
Caló d'en Palliser	15,60%
Sa Caleta	6,55%
Mirador des Malgrat	2,96%
Punta Prima	1,87%

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

El primer paso del modelo es la “elección del espacio”, es decir, el proceso que conduce a los individuos a visitar un determinado espacio de entre un conjunto de alternativas adecuadamente caracterizadas.

Analíticamente, la utilidad que obtiene un individuo de visitar un espacio costero determinado dentro de un conjunto de alternativas es una función del coste de visitar el espacio en cuestión, de la renta disponible, de los atributos ambientales característicos del mismo y de un término de error que recoge la influencia de las diferentes preferencias de los individuos.

A continuación se muestran los coeficientes estimados de aquellas variables ambientales que han resultado significativas²⁰, los cuales indican la relación

²⁰ Recopiladas de las siguientes fuentes de información: “*Guía de Playas*” del MARM o en su defecto datos de campo, así como la cartografía digital 1:5.000 y fotografía aérea del Govern de les Illes Balears.

existente entre cada uno de los atributos y la probabilidad de que una alternativa determinada sea escogida (Tabla 58). Si bien en el Anejo II se encuentra la información sobre la totalidad de variables ambientales recopiladas para este estudio.

Tabla 58. Estimación del modelo de elección del espacio “playa-duna”.

Variable	Coficiente (p-valor)	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Coste de la visita	-1,1878 (0,00)	[-1,3685; -1,0678]
Ratio longitud	1,9045 (0,00)	[1,3105; 2,6293]
Arena	0,5986 (0,00)	[0,4954; 0,9006]
Radio visual abierto	-0,5471 (0,00)	[-0,7237; -0,3856]
Vegetación porte arbóreo	0,7015 (0,00)	[0,3666; 0,8316]
Nudista	-1,3178 (0,00)	[-2,1130; -0,9214]
Pseudo-R² = 0,2121		
Log likelihood = -1.326.646		

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

La determinación de la variable *coste de viaje* o *coste de la visita* se realiza en base a la siguiente expresión²¹:

$$CosteViaje = \left\{ \left[\frac{2 \cdot trayecto \cdot 0,00015}{NúmeroOcupantes} \right] + \left[\frac{2 \cdot renta \cdot 12 \cdot tiempo}{2080 \cdot 60 \cdot 3} \right] \right\}$$

El “cómputo de distancias” se lleva a cabo desde una doble perspectiva; por un lado, se calcula la distancia de cada individuo a las playas de su propio núcleo urbano —Modelo Simple— y, por otro lado, se calcula la distancia al nodo de comunicación más próximo a su residencia y de éste al núcleo y playa de destino —Modelo Híbrido—. Los resultados de ambos modelos se integran en una matriz de distancias entre individuos entrevistados y zonas de baño²².

²¹ Las cifras empleadas en esta fórmula provienen de la encuesta anteriormente mencionada sobre la población muestral. Asimismo, se ha asumido 1/3 de la renta individual como aproximación al coste de oportunidad del tiempo invertido en el trayecto (Cesario, 1973).

²² Para el desarrollo de ambos modelos se utilizan el Modelo Digital del Terreno 1:5.000 (MDT) de la Conselleria d’Obres Públiques i Ordenació del Territori y el software ArcGis 9 para georreferenciar la posición de cada uno de los individuos entrevistados.

De este modo, mediante el cálculo del *coste de la visita*, queda sintetizado el primer paso del modelo a través del excedente del consumidor por visita —interpretado como un índice de precios que permite incorporar información sobre los costes de desplazamiento y sobre los atributos ambientales de los espacios considerados, en relación a la función de demanda recreativa— (Tabla 59).

Tabla 59. Excedente del consumidor por visita (€₂₀₀₆).

	Excedente del consumidor	Intervalo de confianza *
Media del excedente del consumidor por visita (s)	2,07	[1,81; 2,30]

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Así, la función de demanda recreativa para toda la muestra se define como la relación existente entre el número total de visitas realizadas por los individuos de alrededor de los espacios costeros de una región, pero también como la combinación entre un índice de precios —representado por el excedente del consumidor por visita—, un conjunto de características socioeconómicas²³, una renta²⁴ y un término de error.

Por lo tanto el siguiente paso metodológico, una vez determinado el modelo de “elección del destino”, es la estimación de la demanda recreativa —referida al número total de visitas que los individuos de la muestra realizarán alrededor del conjunto de elección en un período de tiempo determinado— de acuerdo con la información obtenida en la primera etapa y considerando tanto las preferencias de los individuos como los atributos ambientales.

A continuación se presenta el resultado obtenido para la estimación de la función de demanda, donde aparecen únicamente los coeficientes que han resultado significativos (Tabla 60).

²³ Recogidas en la “Encuesta de Población Activa”, en la “Encuesta de Presupuestos Familiares” del INE y en el “Censo de Población y Viviendas” (INE, 2001).

²⁴ Extraída del “Anuario Económico de España” (Servicio de Estudios de La Caixa, 2000).

Tabla 60. Estimación de la función de demanda de los espacios playa-duna.

Nombre de la variable	Coefficiente (p-valor)	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Constante	-0,2011 (0,085)	[-0,5760; 0,1388]
Excedente del consumidor por visita	0,8802 (0,000)	[0,7534; 0,9994]
Edad	0,0100 (0,000)	[0,0068; 0,0133]
Nivel de estudios: universitarios o postgrado	-0,0945 (0,000)	[-0,2155; -0,0127]
Estructura familiar: unipersonal	0,2144 (0,000)	[-0,0321; 0,3798]
Estructura familiar: otras	0,8534 (0,000)	[0,5456; 1,2134]
Ocupación: tareas domésticas / Parado / Jubilado / Estudiante	0,1408 (0,000)	[0,0571; 0,2378]
Ocupación: trabajador por cuenta ajena a tiempo parcial	0,0857 (0,016)	[0,0095; 0,2036]
Renta	0,1092 (0,000)	[0,0719; 0,1469]
Lugar de nacimiento: Unión Europea	-0,1577 (0,000)	[-0,2834; 0,0441]
Pseudo-R² = 0,1441		
Log likelihood = -2.877.821		

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Una vez estimada la función de demanda se procede al cálculo del excedente mensual del consumidor (Tabla 61).

Tabla 61. Excedente del consumidor mensual (€₂₀₀₆).

Medida estimada	Excedente del consumidor	Intervalo de confianza * [Bootstrap]
Media del excedente del consumidor (S)	13,39	[12,00; 14,73]

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

A partir de la media mensual del excedente del consumidor es posible obtener el valor monetario agregado que los residentes de las poblaciones costeras asignan a los servicios recreativos proporcionados por las playas de la Bahía de Santa Ponça; esto es, el valor económico del servicio recreativo en costa para la población residente. Para ello, se multiplica el excedente del consumidor mensual por el número de residentes mayores de 18 años —9.460 individuos— (Tabla 62).

Tabla 62. Valor económico de los servicios recreativos del litoral

Concepto	2006	2005
Media del excedente del consumidor mensual (a) (€)	13,39	12,93
Residentes mayores de 18 años (b) (número de personas)	9.460	-
Excedente del consumidor mensual agregado (c=axb) (€)	126.670	122.390
Excedente del consumidor anual agregado (d=cx12 meses) (€)	1.520.000	1.468.600

Se utiliza como deflactor el IPC del año 2006 (3,5% según datos del INE).

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

En el último paso metodológico, una vez estimado el modelo de “elección del espacio” y especificada la demanda recreativa para los residentes de las poblaciones costeras de la Bahía de Santa Ponça, así como el bienestar que éstos obtienen del disfrute de las actividades recreativas que ofrecen los 14 espacios costeros considerados, se procede a trascender la especificidad geográfica de los valores estimados en esta aplicación a otras franjas del litoral español mediante la denominada transferencia de resultados. Con este fin se realiza la transposición del valor monetario del activo desde el lugar de origen o de estudio a otro con diferente ubicación —lugar de destino o de aplicación—. En este caso, la aproximación considerada consiste en transferir la función de demanda recreativa.

El lugar de origen sobre el que se centra esta aplicación de transferencia de resultados es la Bahía de Santa Ponça, mientras que el lugar de destino lo constituyen 408 municipios costeros españoles seleccionados por el Equipo Científico de VANE mediante las siguientes premisas: aquellas zonas costeras de fácil acceso al mar —costa de roca baja, de bolos, de arena y de grava—, aquellos municipios con una población superior a 1.000 habitantes o aquellos núcleos poblacionales que no presenten dificultades de medición de la distancia a la costa. Asimismo, se ha considerado que el marco de elección de los residentes de un municipio se restringe exclusivamente a aquellas zonas costeras de playa, dunas o arenales pertenecientes a ese término municipal.

Definido el conjunto de elección, el siguiente paso consiste en recopilar información sobre los atributos ambientales de cada una de las zonas costeras²⁵. Para el cálculo del *coste del viaje* del municipio a cada uno de los espacios de su conjunto de elección se sigue el procedimiento metodológico inicialmente descrito. De manera que el excedente del consumidor por visita transferido (*st*) de cada uno de los 408 municipios se determina sobre la base del modelo de “elección del

²⁵ A partir de la información recogida en el Anejo II, se obtiene la información de aquellas variables ambientales incluidas en el modelo de elección del espacio “playa-duna” presentado anteriormente; éstas son: ratio longitud, arena, radio visual abierto, vegetación porte arbóreo y nudista.

espacio” del lugar de origen, mediante el *coste del viaje* y los atributos ambientales del lugar de destino (Tabla 63).

Tabla 63. Estadísticos descriptivos del ‘Excedente del consumidor por visita transferido’ (*st*).

Estadísticos descriptivos	Excedente del consumidor por visita transferido (<i>st</i>) (€ ₂₀₀₅)
Media	1,59
Desviación Típica	0,60
Máximo	3,07
Mínimo	0,0021
Intervalo Confianza*	(0,48; 2,53)

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

A partir del valor del *excedente del consumidor por visita transferido (st)*, sobre la base de la función de demanda recreativa del lugar de origen y la información socioeconómica²⁶ de los residentes del lugar de destino, se estima el excedente del consumidor mensual transferido (*ST*) para cada municipio (Tabla 64).

Tabla 64. Estadísticos descriptivos del ‘Excedente del Consumidor Mensual Transferido’ (*ST*).

Estadísticos descriptivos	Excedente del consumidor por visita transferido (<i>ST</i>) (€ ₂₀₀₅)
Media	8,73
Desviación Típica	5,85
Máximo	38,88
Mínimo	0,0043
Intervalo Confianza*	(1,23; 20,38)

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Por último, una vez calculado el excedente del consumidor mensual transferido (*ST*) se estima el valor anual monetario agregado que los residentes de cada municipio asignan a los servicios recreativos proporcionados por los espacios

²⁶ Viene referida a las variables socioeconómicas que aparecen en el modelo: edad, nivel de estudios (universitarios o postgrado), estructura familiar (unipersonal u otras), ocupación (tareas domésticas, parado, jubilado, estudiante, trabajador por cuenta ajena a tiempo parcial) y lugar de nacimiento (Unión Europea); todas ellas extraídas del “*Censo de Población y Viviendas*” (INE, 2001). Por su parte, la variable renta ha sido obtenida del “*Anuario Económico de España*” de 2000 elaborado por el Servicio de Estudios de La Caixa.

“playa-duna” localizados en el mismo. Para ello, se multiplica el primero por la población de referencia²⁷ y por 12 para obtener una cuantía anual.

Respecto al “cómputo de distancias” en el ejercicio de transferencia, el cálculo de la *distancia* se realiza mediante la combinación de tres capas —correspondientes respectivamente, a la localización de las playas del catálogo del Mapa de Playas de VANE (MPV), a la localización de las entidades de población que ejercen de cabecera de municipio y a la red de carreteras y otras vías de comunicación—, así como mediante algoritmos de intersección que cuantifican el itinerario mínimo por carretera que separa la cabecera del municipio de la playa en cuestión.

4.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Una vez obtenido el valor de uso recreativo para la población residente de los 408 municipios costeros considerados en este estudio —el excedente anual del consumidor—, mediante la metodología anteriormente descrita, se procede a asignarlo al territorio.

A este respecto, la asignación del valor del servicio recreativo en la costa presenta una dificultad añadida a la hora de determinar la superficie territorial directamente afectada por este servicio. Así, en este proyecto se propone la realización de dos repartos alternativos: el primero sigue los criterios de zonificación incluidos en la Ley 22/1988, de Costas, mientras que el segundo considera la totalidad de la superficie municipal exceptuando las categorías de uso del suelo artificiales. A continuación se explica en que consiste cada criterio de reparto.

4.1.3.1. Asignación en base a la zonificación realizada por la Ley de Costas

La Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas propone una zonificación a través de la cual el litoral español se compone de tres zonas diferenciadas, definidas en los artículos 3, 23 y 30 de dicha Ley tal y como se expone a continuación:

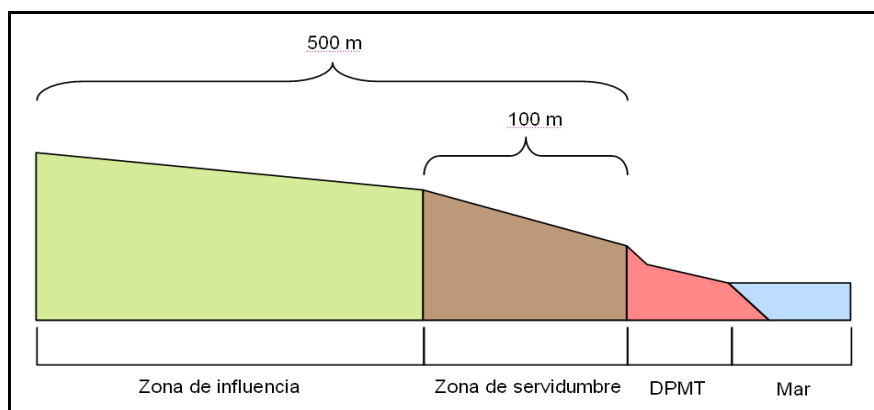
- La zona de dominio público marítimo-terrestre estatal: esta zona incluye la ribera del mar y de las rías, el mar territorial y las aguas interiores, y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental.
- La zona de servidumbre de protección: esta zona recae sobre un área tierra adentro de 100 metros desde el límite interior de la ribera del mar (ampliable por la Administración del Estado hasta un máximo de otros 100 metros).

²⁷ De acuerdo con la información disponible en el “Censo de Población” (INE, 2001) se restringe exclusivamente a los residentes mayores de 16 años.

- La zona de influencia en suelos no urbanos: esta zona viene referida a la ordenación territorial y urbanística sobre los terrenos situados a una distancia mínima de 500 metros a partir del límite interior de la ribera del mar.

A partir de esta zonificación, la representación del litoral en el mapa final de valor, se realiza mediante procedimientos SIG tomando como dominio público marítimo-terrestre (DPMT) las celdas terrestres del *raster* que se encuentran en contacto con el mar; a partir de las cuales: hasta 100 m tierra hacia dentro se representa la zona de servidumbre mientras que hasta 500 m tierra adentro se delimita la zona de influencia. A continuación se representa esquemáticamente el procedimiento de zonificación (Figura 14).

Figura 14. Zonificación del litoral para la valoración del servicio recreativo.

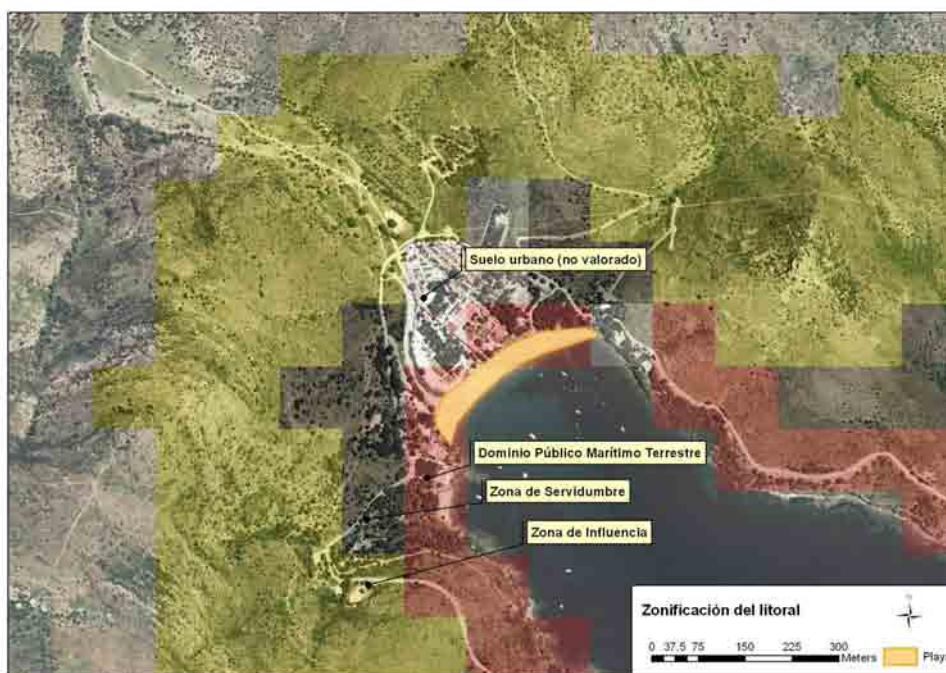


Fuente: Elaboración propia a partir de la Ley 22/1988 de Costas.

El resultado de dicho procedimiento se muestra en la Figura 15 mediante un ejemplo donde aparece en detalle la zonificación en el municipio de Roses (Gerona).

De este modo, el valor del servicio recreativo obtenido para cada municipio costero se reparte sobre la superficie litoral del mismo atendiendo al peso de cada una de las tres zonas, esto es, aplicando un factor de ponderación establecido en base a su nivel de protección. De manera que la zona de dominio público recibe 4/7 del valor total, la zona de servidumbre 2/7 y la zona de influencia 1/7 —en ausencia de alguna de las zonas, el valor se reparte entre las otras dos— (Tabla 65). De manera que para asignar el valor de este servicio al territorio, se aplica cada uno de los tres valores de cada municipio sobre la superficie de la zona que le corresponda —cada una de las zonas delimitadas contiene celdas de 1 hectárea—.

Figura 15. Zonificación del litoral en el término municipal de Roses (Gerona).



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Factor de ponderación para el reparto del valor del servicio recreativo.

Zonificación del litoral	Peso
Zona urbana	0
Zona de Dominio Público	4/7
Zona de Servidumbre	2/7
Zona de Influencia	1/7

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que si bien la valoración se realiza para 408 municipios costeros de toda España, en la asignación del valor al territorio no se han considerado finalmente las Ciudades Autónomas de Ceuta y de Melilla —debido a que éstas no se contemplan en el ámbito territorial del mapa de referencia de VANE—.

4.1.3.2. Asignación a la superficie municipal

El valor total anual del servicio en cada uno de los 406 municipios considerados se divide entre su correspondiente superficie no artificial —de acuerdo con el MFEV—, obteniéndose valores en euros por hectárea.

4.2. SERVICIO RECREATIVO EN COSTA PARA NO RESIDENTES

4.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El servicio recreativo en costa para los visitantes no residentes hace referencia al uso turístico-recreativo del activo zona costera. Los activos naturales del litoral español permiten a los turistas disfrutar de un amplio abanico de servicios recreativos. Las regiones costeras representan en la actualidad el principal destino turístico con el 30 por ciento de las visitas turísticas internacionales y un tercio de los ingresos derivados del turismo nacional (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2000).

A escala nacional, los datos facilitados por la “*Encuesta Familitur de movimientos turísticos de los españoles*” (IET, 2005a) y la “*Encuesta Frontur de movimientos turísticos en fronteras*” (IET, 2005b) ponen de manifiesto que las Comunidades Autónomas costeras concentran la mayor parte del turismo en España.

4.2.2. METODOLOGÍA

El proceso de valoración de este servicio, desarrollado por el Equipo Científico de VANE, se basa en el Método del Coste del Viaje (MCV) y en el modelo de utilidad aleatoria.

El punto de partida de este estudio es la determinación de la población muestral relevante en este caso, la cual debe incluir a los residentes españoles que realicen al menos un viaje turístico —esto es, de más de un día de duración— a una zona del litoral español y cuyo motivo principal se encuentre relacionado con el disfrute de los servicios proporcionados por las zonas costeras.

A partir de esta premisa y con apoyo de los datos facilitados por la *Encuesta Familitur*²⁸ se determina la población muestral. Para ello, se toman aquellas observaciones que cumplan los siguientes condicionantes:

- El destino es un municipio del litoral.
- El motivo principal es el de “ocio, recreo y vacaciones”²⁹.
- La tipología de viaje se refiere a viajes de ocio³⁰.

²⁸ Complementados con una serie de características sociodemográficas recogidas en otras fuentes ampliamente contrastadas como la “*Encuesta de Población Activa*” y la “*Encuesta de Presupuestos Familiares*” del INE

²⁹ En particular, “práctica deportiva”, “campo y playa (descanso)” y “otro tipo de ocio”.

La muestra incluye finalmente un total de 5.638 viajes-familia.

En cuanto al conjunto de elección de las familias de la muestra, el hecho de que la mayoría de los entrevistados tome como referencia la capital de provincia, obliga a realizar este estudio a escala provincial. A continuación se presenta la tasa de frecuentación de las 19 provincias del litoral peninsular español (Tabla 66).

Tabla 66. Tasa de frecuentación de los destinos.

Provincia	Tasa de frecuentación
Tarragona	17,60%
Alicante	16,70%
Cantabria	11,10%
Málaga	8,70%
Cádiz	8,40%
Castellón	8,20%
Valencia	7,80%
Huelva	6,70%
Almería	4,40%
A Coruña	4,00%
Guipúzcoa	3,10%
Barcelona	2,80%
Girona	0,30%
Pontevedra	0,10%
Vizcaya	0,00%
Lugo	0,00%
Murcia	0,00%
Asturias	0,00%
Granada	0,00%

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Como es habitual en la literatura del MCV, se eliminan aquellos destinos que presenten una tasa de frecuentación muestral inferior al 1 por ciento, de manera que en este estudio se trabajará únicamente sobre 12 de las provincias litorales de la Península Ibérica.

El siguiente paso en la metodología seguida, es la estimación del modelo de “elección del destino”, previo cálculo del coste del viaje y previa caracterización ambiental de los diferentes destinos, la cual se realiza considerando que las familias presentan una función indirecta de utilidad, expresada bajo la siguiente forma:

³⁰ En particular, “viajes de temporada”, “puentes”, “fin de semana”, “vacaciones de verano”, “vacaciones de Navidad”, “Semana Santa” y “otros viajes de ocio”.

$$v_{ij}(p_{ij}, g_{ij}, \bar{z}_j, m_n)$$

Donde,

v_{ij} , es la utilidad que obtiene una familia “i” de visitar un destino “j”.

p_{ij} , es el coste del viaje.

g_{ij} , es el tiempo de desplazamiento.

\bar{z}_j , es el vector de los atributos ambientales que caracterizan los diferentes destinos.

m_n , es el número de espacios agregados.

A continuación se presenta el resultado obtenido para la estimación del modelo de “elección del destino”, esto es, la probabilidad de que un individuo escoja un determinado destino turístico (Tabla 67).

Tabla 67. Estimación del modelo de elección de destino.

Variable	Coefficiente (p-valor)	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Coste del viaje	-0,0025 (0,00)	[-0,0037; -0,0012]
Tiempo de desplazamiento	-0,3440 (0,00)	[-0,4045; -0,2916]
Longitud	9,92E-06 (0,00)	[7,34E-06; 12,59E-6]
Temperatura anual	0,1567 (0,00)	[0,1067; 0,2065]
Arena dorada	2,4462 (0,00)	[2,0950; 2,7895]
Arena oscura	2,0565 (0,00)	[1,6976; 2,4139]
Numero de playas	0,0060 (0,00)	[-0,0048; -0,0070]
Pseudo-R² = 17,40%		

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

El cálculo del atributo *coste del viaje* se ha realizado de acuerdo al modelo de demanda recreativa en el que se presenta como la suma del coste de desplazamiento y del coste de estancia en el lugar de destino.

El coste de desplazamiento se calcula a partir de dos matrices que relacionan orígenes y destinos: una de distancia, que recoge los kilómetros que separan el centro del municipio de residencia de cada familia del centro de la capital de las 12

provincias litorales analizadas, y otra de peajes, que establece la cantidad en euros que las familias deben desembolsar para viajar; de acuerdo con los estándares establecidos por la Administración General del Estado.

En concreto, para el “cálculo de distancias” en el ámbito geográfico de la Península Ibérica, a falta de una base cartográfica de la resolución necesaria, se desarrolla la siguiente aproximación en dos etapas. La primera aborda la distancia entre las diferentes capitales de provincia de la Península Ibérica³¹. En la segunda etapa, tan sólo para aquellos municipios en los que residen los individuos entrevistados, se procede a calcular la distancia por carretera entre la población de cabecera del municipio y la capital de provincia a la que pertenece el municipio en cuestión³². Los resultados de ambos modelos, en términos de distancia por carretera y hora, se integran en una sola matriz de distancias entre individuos entrevistados y provincias litorales objeto del desplazamiento.

El coste de estancia se estima a partir de un modelo de regresión censurado tipo *Tobit*, mediante la obtención del gasto de estancia al que se enfrentan las familias según el tiempo de estancia en el destino, las características socioeconómicas de la familia y la composición del grupo de viaje (Tabla 68).

Una vez calculado el *coste del viaje*, se caracterizan las franjas litorales mediante la agregación de las variables ambientales significativas descritas en la Tabla 67 y facilitadas por las siguientes fuentes:

- La *longitud de costa* de la ortofotografía del SIGPAC 1:5.000 a 1:10.000, (MAPA, 2001-2003).
- La *temperatura anual* de la cartografía digital del “Atlas Nacional de España” 1:1.000.000 (IGN).
- El *tipo de arena* y el *número de playas* de la “Guía de playas” (MARM), o en su defecto de datos de campo.

La totalidad de los atributos ambientales de la costa recopilados para el presente estudio aparecen en el Anejo II.

³¹ A partir de la cartografía digital disponible en el portal de Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) del Instituto Geográfico Nacional (IGN), así como del Mapa Oficial de Carreteras Interactivo (MOCI) correspondiente al año 2000 publicado por el Ministerio de Fomento.

³² A partir de datos de diferentes cartografías de ámbito autonómico disponible en el portal IDEE del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Tabla 68. Estimación del gasto de estancia (modelo *Tobit*).

Variable	Coefficiente	p-valor
Número de Individuos	153,44	(0,00)
Estancia	56,62	(0,00)
Estancia ²	-0,56	(0,00)
Edad del Cabeza de Familia	18,62	(0,00)
Edad del Cabeza de Familia ²	-0,17	(0,00)
Número de Viajes a la Costa	-24,04	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Dirigentes del S.P. o de empresas	196,01	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Profesionales Liberales	353,12	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Técnicos y profesionales de apoyo	230,93	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Vendedores a particulares	132,68	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Artesanos y obreros de los oficios	-188,48	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Obreros de la industria y la construcción	77,49	(0,00)
Ocupación del Cabeza de Familia: Fuerzas armadas y clero	260,75	(0,00)
Nivel de Estudios del Cabeza de Familia: Segundo ciclo de segundo grado	87,71	(0,00)
R² = 16%		

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE³³.

El siguiente paso metodológico es la estimación de la pérdida de bienestar que experimentan las familias de la muestra ante la eliminación de una alternativa de su conjunto de elección mediante el cálculo de la variación compensatoria. Se trata de determinar la cantidad mínima de alternativas necesaria para que las familias se muestren indiferentes ante un cambio entre una situación inicial y la final (Tabla 69).

Tabla 69. Variación compensatoria por viaje y familia (€₂₀₀₅).

Destino	Variación compensatoria media por viaje	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Alicante	105,25	[102,94; 107,68]
Tarragona	70,82	[67,94; 73,63]
Cádiz	47,13	[44,99; 49,45]
Málaga	42,71	[41,24; 44,24]
Valencia	39,52	[38,82; 40,25]
Castellón	31,61	[30,91; 32,39]
Cantabria	30,33	[28,85; 31,97]
Almería	27,95	[27,19; 28,83]
Barcelona	21,02	[20,25; 21,78]
Huelva	19,49	[18,67; 20,30]
A Coruña	17,69	[16,02; 19,41]
Guipúzcoa	14,87	[14,18; 15,58]

* Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

³³ Las características sociodemográficas y socioeconómicas han sido observadas en las siguientes fuentes de información: "Encuesta Familiar" (IET, 2005) y "Encuesta de Población Activa" y "Encuesta de Presupuestos Familiares" (INE).

Asimismo, es posible estimar la variación compensatoria anual a partir del cómputo del número de viajes que realizan las familias a lo largo del año (Tabla 70).

Tabla 70. Variación compensatoria por año y familia (€₂₀₀₅).

Destino	Variación compensatoria media anual	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Alicante	217,53	[185,73; 257;10]
Tarragona	168,54	[152,12; 185,59]
Cádiz	98,08	[87,86; 109,76]
Málaga	84,22	[78,01; 90,62]
Valencia	77,45	[73,44; 81,47]
Castellón	69,15	[64,35; 74,60]
Cantabria	68,74	[59,73; 78,74]
Almería	54,76	[51,79; 57,74]
Barcelona	42,60	[39,25; 46,04]
Huelva	40,79	[36,73; 45,22]
A Coruña	36,86	[29,75; 45,00]
Guipúzcoa	34,22	[29,80; 39,29]

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

Finalmente se presentan los resultados agregados de la variación compensatoria por año y destino —disposición a aceptar (DAA) anual— estimados a través del número de hogares españoles que realizaron al menos un viaje turístico a una de las 12 provincias consideradas en este estudio —2.707 hogares de los 18.794 encuestados según la “*Encuesta Familiar*”—; suponiendo que esta proporción se mantiene a nivel poblacional, resulta un total de 2.114.764 hogares (Tabla 71).

Tabla 71. Variación compensatoria anual referida al total poblacional (€₂₀₀₅).

Destino	DAA anual (€ ₂₀₀₅)	Intervalo de confianza* [Bootstrap]
Alicante	460.022.958	[392.770.919,85; 543.710.097,76]
Tarragona	356.415.375	[321.697.925,61; 392.472.738,11]
Cádiz	207.418.185	[185.798.316,06; 232.114.400,59]
Málaga	178.096.768	[164.970.215,22; 191.644.158,66]
Valencia	163.795.887	[155.309.338,06; 172.281.800,87]
Castellón	146.238.480	[136.095.013,76; 157.769.020,27]
Cantabria	145.362.122	[126.317.613,10; 166.526.047,22]
Almería	115.803.852	[109.528.288,87; 122.099.081,53]
Barcelona	90.083.878	[83.007.031,41; 97.368.183,41]
Huelva	86.260.385	[77.669.789,59; 95.631.327,60]
A Coruña	77.941.748	[62.905.140,59; 95.159.100,76]
Guipúzcoa	72.359.828	[63.020.818,19; 83.097.754,79]

*Intervalo de confianza al 90%.

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE.

4.2.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Una vez obtenido el valor de uso recreativo para la población no residente —DAA anual— a través de los distintos pasos de la metodología anteriormente descritos para las 12 provincias litorales seleccionadas, se procede a asignarlo al territorio. De nuevo se tiene en cuenta las dos alternativas de reparto propuestas en el servicio anterior.

4.2.3.1. Asignación en base a la zonificación realizada por la Ley de Costas

A partir de la zonificación propuesta por la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, en la cual se delimita el litoral español en las tres zonas definidas previamente en el servicio recreativo en costa para residentes —éstas son: la zona de dominio público marítimo-terrestre estatal, la zona de servidumbre de protección y la zona de influencia en suelos no urbanos—, se procede a una aplicación de la misma, ajustada a las necesidades del Proyecto VANE, de manera que la superficie litoral de cada provincia costera queda dividida en tres áreas equivalentes a las tres zonas definidas en la Ley.

Atendiendo al peso relativo de cada una de las tres zonas mediante un factor de ponderación establecido en base a su nivel de protección, la zona de dominio público recibe 4/7 de este valor provincial, la zona de servidumbre 2/7 y la zona de influencia 1/7 —en ausencia de alguna de las zonas, el valor se reparte entre las otras dos—. De este modo, el valor del servicio recreativo obtenido para cada zona en las 12 provincias costeras —tres valores por provincia— se asigna a la superficie litoral, repartiendo cada uno de los tres valores sobre la superficie de la zona que le corresponda.

Llegados a este punto, y en concordancia con la asignación al territorio del valor del servicio recreativo en costa para la población residente, se transfiere el reparto anterior a nivel de municipio. Para ello, de los 408 municipios considerados en el servicio anterior se seleccionan aquellos incluidos en las 12 provincias, esto es, 246 municipios, y se aplica a la superficie de cada uno el valor de DAA anual de la provincia y zona correspondientes —de manera que este valor por hectárea es el mismo para todos los municipios incluidos en la misma provincia—.

4.2.3.2. Asignación a la superficie municipal

El presente criterio estima que es en el conjunto de la superficie municipal no artificial donde se genera y se aprovecha este servicio. Conforme a esta premisa, se procede a dividir el valor total provincial — DAA anual— (Tabla 71) entre la superficie de los 246 municipios incluidos en las citadas 12 provincias.

4.3. SERVICIO RECREATIVO EN EL INTERIOR

4.3.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El uso recreativo del entorno cumple dos funciones esenciales para el bienestar de la sociedad, la primera como fuente de ocio y disfrute —una vía de escape a la rutina diaria—, y la segunda como fuente de desarrollo endógeno el cual supone un aspecto especialmente importante en las zonas rurales, a menudo, aisladas.

A este respecto, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, como extendido marco de referencia en la definición de los servicios que proporciona el medio natural, encuadra a los servicios recreativos dentro de los denominados servicios culturales. Estos proporcionan un tipo de beneficios no materiales a la sociedad — como ocio, conocimiento, pensamiento, reflexión o espiritualidad— y en gran medida se deben a la naturaleza y al paisaje.

Este servicio ecosistémico incluye toda la superficie territorial ajena al litoral, el cual cuenta con un proceso de valoración propio e independiente. El proceso de valoración se divide en dos casos de estudio; por un lado, el servicio recreativo de los Espacios Naturales Protegidos (ENP), y por el otro, el servicio recreativo del resto del territorio de interior —si bien ambos resultados quedan integrados en un único mapa final de valor—.

4.3.2. METODOLOGÍA

Para la valoración de este bien sin precio de mercado se emplea el método de la transferencia de beneficios a través de la valoración contingente, siendo el objetivo del proceso de valoración el de calcular la disposición a pagar (DAP) por hectárea y visita. Para lo cual el Equipo Científico de VANE ha propuesto dos modelos meta-analíticos de regresión, uno adaptado a los ENP, y el otro a las superficies forestales que no presentan figura de protección alguna.

Así, para la primera función de transferencia de valores, relativa a los ENP, el modelo obtenido —Modelo 1— mediante la aplicación de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) viene expresado por la siguiente ecuación:

$$\ln(dapha) = -5,175989 + 1,251329 \times \ln(visitot) - 0,044986 \times (\ln(area))^2 - 0,349570 \times \ln(Fcc) - 0,735863 \times \ln(b5 / 25) + 0,948635 \times \ln(b10 / 25) - 0,329792 \times \ln(b25 / 50)$$

Donde:

$\ln(dapha)$, es el logaritmo neperiano de la disposición a pagar por hectárea y visitante.

$\ln(\text{visitot})$, es el logaritmo neperiano de los visitantes totales al ENP.

$\ln(\text{area})$, es el logaritmo neperiano de la superficie del ENP.

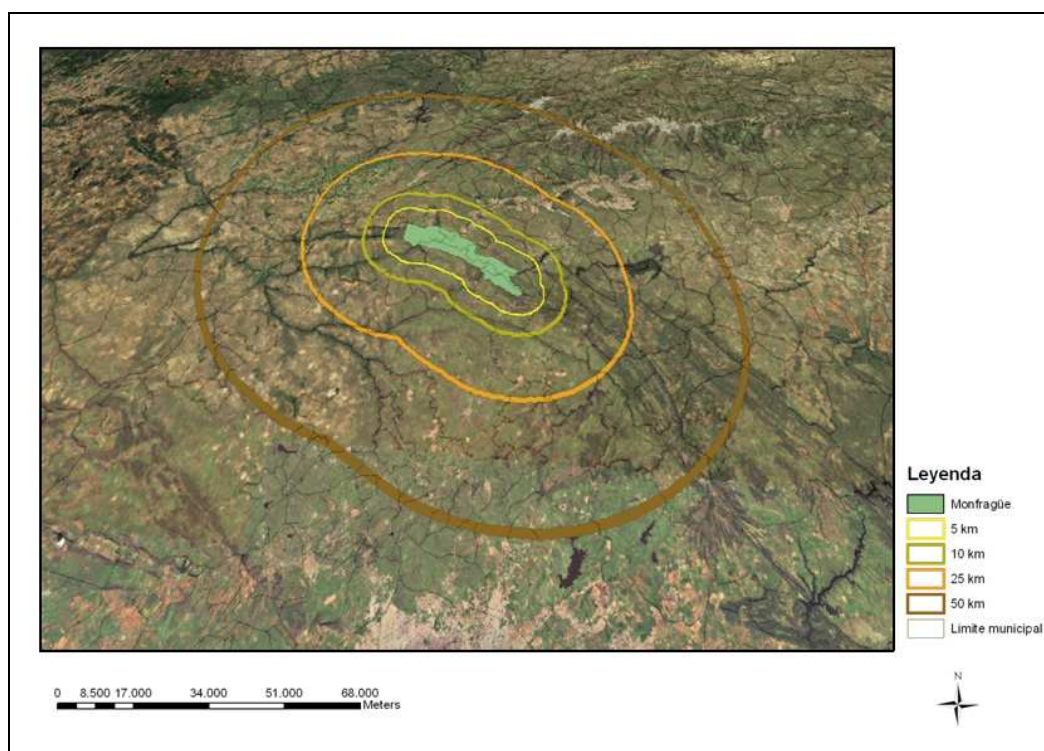
$\ln(\text{Fcc})$, es el logaritmo neperiano de la Fracción de Cobertura total del ENP, calculada como promedio ponderado por la superficie.

$\ln(\text{b5/10})$, es la población existente a una distancia de entre 5 y 10 km del ENP (Figura 16).

$\ln(\text{b10/25})$, es la población existente a una distancia de entre 10 y 25 km del ENP (Figura 16).

$\ln(\text{b25/50})$, es la población existente a una distancia de entre 25 y 50 km del ENP (Figura 16).

Figura 16. Ejemplo de la delimitación de los distintos buffers entorno al Parque Nacional de Monfragüe.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al número de visitantes totales, los datos han sido recopilados de la base de datos de EUROPARC-España para 2005, tanto sobre visitas totales a ENP como sobre visitantes a los centros de interpretación de los mismos.

Para el resto de variables utilizadas en la ecuación se han utilizado las siguientes fuentes de información: el Instituto Nacional de Estadística (INE) para los datos sobre las poblaciones situadas alrededor de los ENP, el Mapa Forestal de España (MFE) para los datos de la fracción de cabida cubierta total, y el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM) para los datos de superficie en hectáreas.

Una vez recopilados los datos con el objetivo de obtener la disposición a pagar por hectárea para dicho servicio, se aplican las distintas variables sobre la ecuación correspondiente al Modelo 1.

Por otro lado, para la segunda función de transferencia, relativa a los espacios sin protección, el modelo obtenido —Modelo 2— mediante la aplicación de los MCO viene expresado por la siguiente ecuación:

$$\ln(dapha) = -11,50041 + 1,124773 \times \ln(visitot) - 0,463879 \times \ln(Fcc) - 0,591763 \times \ln(b5) + 0,840528 \times \ln(b10 / 25)$$

Donde:

$\ln(dapha)$, es el logaritmo neperiano de la disposición a pagar por hectárea y visitante.

$\ln(visitot)$, es el logaritmo neperiano de los visitantes totales a la Unidad del Paisaje³⁴.

$\ln(Fcc)$, es el logaritmo neperiano de la Fracción de Cabida Cubierta total de la Unidad del Paisaje, calculada como promedio ponderado por la superficie.

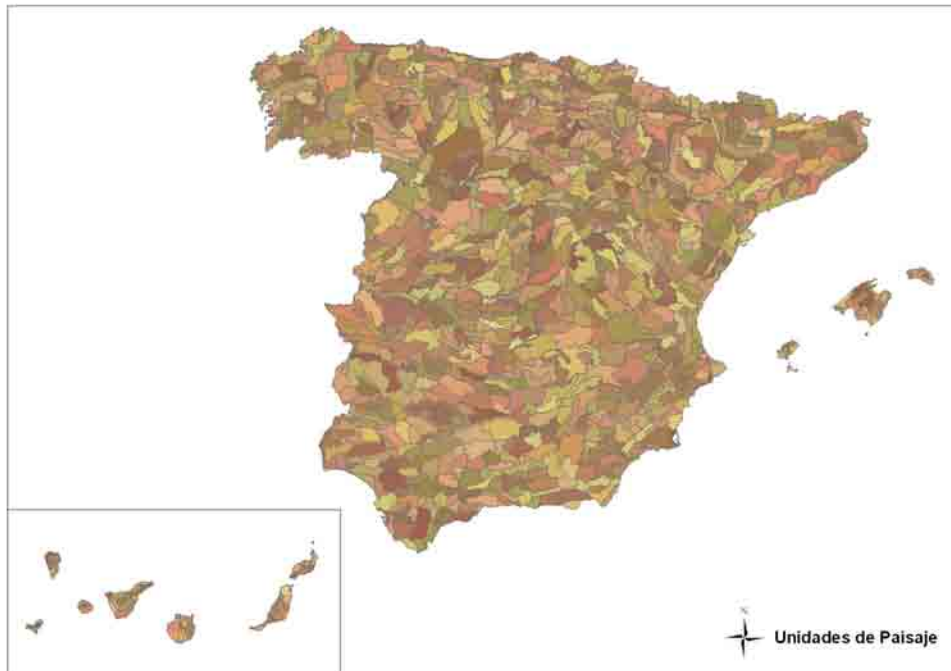
$\ln(b5)$, es la población existente a una distancia de hasta 5 km alrededor de la Unidad del Paisaje analizada.

$\ln(b10/25)$, es la población existente a una distancia de entre 10 y 25 km de la Unidad del Paisaje analizada.

A continuación se presentan las asociaciones de tipos de paisaje definidas en el “Atlas de los Paisajes de España” proporcionado por el MARM (Figura 17).

³⁴ Las unidades de paisaje se refieren a las asociaciones de tipos de paisaje definidas en el “Atlas de los Paisajes de España” (MARM)

Figura 17. “Mapa de Asociaciones de Tipos de Paisaje” del “Atlas de los Paisajes de España”.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM).

De nuevo, el INE proporciona los datos sobre las poblaciones situadas alrededor de los ENP y el MFE facilita los datos de la fracción de cabida cubierta total.

Sin embargo, para obtener el número de visitantes totales que acuden a estas áreas se han recopilado datos del Instituto de Estudios Turísticos (IET) para el año 2005, y en concreto, los movimientos turísticos de los españoles mediante la “Encuesta Familiar”. El objetivo es determinar el número de visitas totales realizadas en la geografía española con motivo del turismo natural.

Para ello se seleccionan aquellas visitas nacionales relacionadas específicamente con el motivo de “ocio/recreo/vacaciones”, y en particular, con los submotivos “práctica deportiva” y “campo y playa (descanso)”. Los datos correspondientes aparecen en la tabla de Familiar “Número de viajes, por destino interno desagregado y emisor, según desglose de motivo ocio/recreo/vacaciones”. Posteriormente, para obtener el número de visitas turísticas nacionales, se multiplican dichos datos por la estancia media —estimada en 4,4 días— (Tabla 72).

Tabla 72. Visitas de turistas nacionales con motivo “ocio/recreo/vacaciones”.

CC.AA.	Campo y playa	Práctica deportiva	Turistas Ocio	Visitas Turistas Ocio 2005
Andalucía	7.315.229	405.243	7.720.472	33.970.077
Aragón	1.555.538	357.049	1.912.587	8.415.383
Asturias	931.413	105.396	1.036.809	4.561.960
Baleares	1.301.733	34.942	1.336.675	5.881.370
Canarias	1.807.051	104.211	1.911.262	8.409.553
Cantabria	1.609.047	45.162	1.654.209	7.278.520
Castilla La Mancha	3.480.934	52.116	3.533.050	15.545.420
Castilla y León	3.174.404	238.461	3.412.865	15.016.606
Cataluña	7.659.842	570.523	8.230.365	36.213.606
Com. Valenciana	6.890.791	81.570	6.972.361	30.678.388
Extremadura	705.926	20.576	726.502	3.196.609
Galicia	2.434.140	136.186	2.570.326	11.309.434
Madrid	1.700.999	168.778	1.869.777	8.227.019
Murcia	1.131.944	82.060	1.214.004	5.341.618
Navarra	304.274	37.337	341.611	1.503.088
País Vasco	647.391	155.488	802.879	3.532.668
La Rioja	494.599	10.297	504.896	2.221.542
Ceuta y Melilla	1.393	0	1.393	6.129
Total	43.146.648	2.605.395	45.752.043	201.308.989

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta Familitur” para 2005.

Los datos sobre turistas nacionales —aquellos que realizan viajes de más de un día de duración— se complementan con datos sobre excursionistas nacionales —aquellos que no realizan pernoctación en su destino de ocio—. Para ello, se extraen los datos del número de excursionistas por Comunidad Autónoma para el año 2005 de la tabla “Número de excursionistas en el hogar —en miles—, por destino interno desagregado y emisor, según meses”. Dado que estos datos no vienen desagregados por motivo del viaje, se les aplica un porcentaje de dedicación al ocio, calculado a partir del número de visitas realizadas por motivo “ocio/recreo/vacaciones” respecto al número total de visitas para toda España (Tabla 73 y Tabla 74).

Tabla 73. Porcentaje de turistas nacionales con motivo “ocio/recreo/vacaciones” respecto al total.

Motivo	Turistas 2005	Porcentaje Ocio
Ocio/recreo/vacaciones	45.752.041	28,40%
Total	161.080.578	

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta Familitur” para 2005.

Tabla 74. Visitas de excursionistas nacionales con motivo “ocio/recreo/vacaciones”.

CC.AA.	Excursionistas	Visitas 2005	Visitas Excursionistas Ocio 2005
Andalucía	14.284	14.284	4.057
Aragón	1.746	1.746	496
Asturias	4.049	4.049	1.150
Baleares	2.750	2.750	781
Canarias	6.265	6.265	1.779
Cantabria	3.004	3.004	853
Castilla La Mancha	3.795	3.795	1.078
Castilla y León	6.403	6.403	1.819
Cataluña	17.608	17.608	5.001
Com. Valenciana	9.136	9.136	2.595
Extremadura	1.753	1.753	498
Galicia	4.424	4.424	1.257
Madrid	8.784	8.784	2.495
Murcia	3.357	3.357	953
Navarra	1.573	1.573	447
País Vasco	4.486	4.486	1.274
La Rioja	661	661	188
Ceuta y Melilla	2	2	1
Total	94.080	94.080	26.722

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta Familiar” para 2005.

Así, mediante la agregación de los valores de *Visitas Ocio 2005* obtenidos de las bases de datos sobre turistas y excursionistas nacionales y extraídos de las dos tablas anteriores —Tabla 72 y Tabla 74—, se obtiene el número de visitas totales nacionales con motivo “ocio/recreo/vacaciones” por Comunidad (Tabla 75).

Tabla 75. Visitas totales nacionales con motivo “ocio/recreo/vacaciones” para 2005.

CC.AA.	Visitas turistas	Visitas excursionistas	Visitas totales Ocio
Andalucía	33.970.077	4.057	33.974.134
Aragón	8.415.383	496	8.415.879
Asturias	4.561.960	1.150	4.563.110
Baleares	5.881.370	781	5.882.151
Canarias	8.409.553	1.779	8.411.332
Cantabria	7.278.520	853	7.279.373
Castilla La Mancha	15.545.420	1.078	15.546.498
Castilla y León	15.016.606	1.819	15.018.425
Cataluña	36.213.606	5.001	36.218.607
Com. Valenciana	30.678.388	2.595	30.680.983
Extremadura	3.196.609	498	3.197.107
Galicia	11.309.434	1.257	11.310.691
Madrid	8.227.019	2.495	8.229.514
Murcia	5.341.618	953	5.342.571
Navarra	1.503.088	447	1.503.535
País Vasco	3.532.668	1.274	3.533.942
La Rioja	2.221.542	188	2.221.730
Ceuta y Melilla	6.129	1	6.130
Total	201.308.989	26.722	201.335.711

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta Familiar” para 2005.

En este punto, cabe señalar que el valor obtenido de *Visitas totales Ocio* no es aplicable a la ecuación del Modelo 2, ya que la variable *visitot* de la misma hace referencia al número de visitantes totales por Unidad del Paisaje y no por Comunidad Autónoma. El inconveniente es que no se dispone, en la base de datos de la “*Encuesta Familiar*”, de la ubicación exacta de los distintos destinos relativos a estas *Visitas totales Ocio*, siendo necesaria la utilización de un factor de ponderación para estimar la localización de los mismos, como se explica detalladamente en el siguiente apartado.

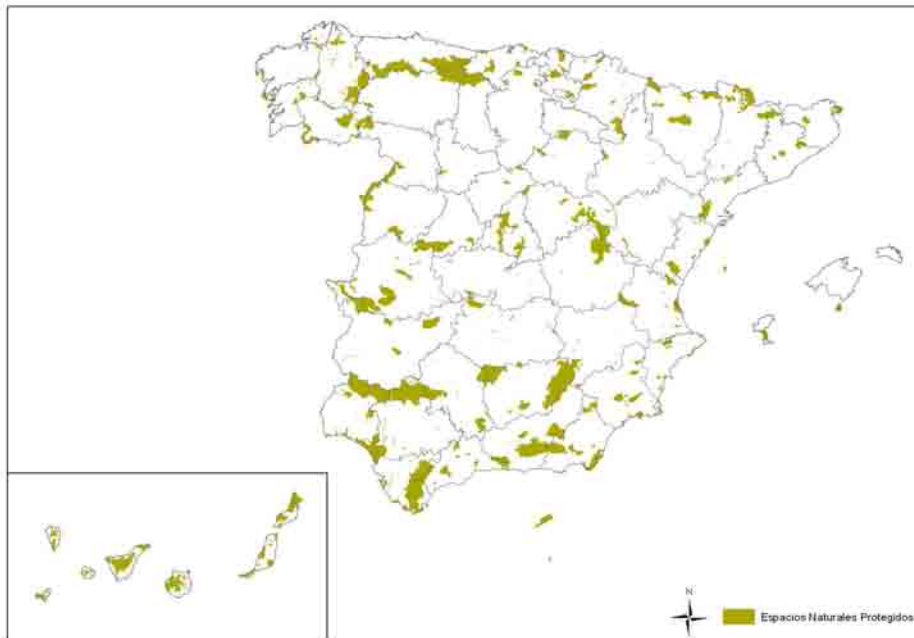
4.3.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La asignación al territorio del valor del servicio recreativo en interior difiere según el caso de estudio: ENP y el resto del territorio.

Por un lado, en el caso del servicio recreativo en ENP, el valor del servicio obtenido mediante la aplicación de la ecuación del Modelo 1 viene expresado en €/ha, es decir, que el valor —DAP por hectárea y visitante— queda automáticamente asignado por superficie del correspondiente ENP.

A continuación se muestra la cobertura oficial de ENP facilitada por el MARM (Figura 18).

Figura 18. Mapa de coberturas de los Espacios Naturales Protegidos en España.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM).

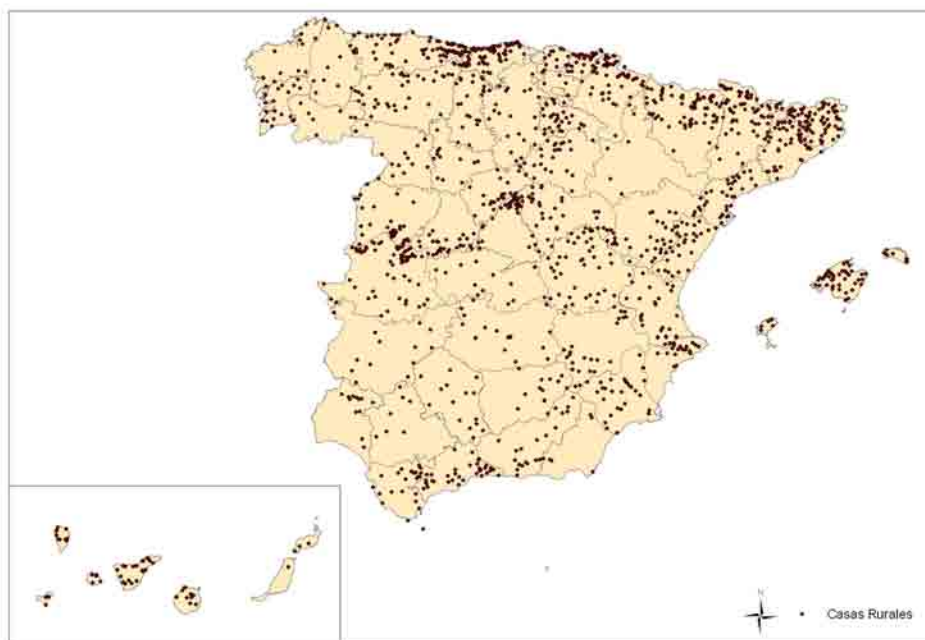
Por otro lado, en el caso del servicio recreativo en el resto del territorio el valor de la DAP por hectárea, obtenido mediante la aplicación de la ecuación del Modelo 2, viene asignada a la superficie de la unidad del paisaje correspondiente.

Como se ha mencionado brevemente al final del anterior apartado, el inconveniente que surge en este caso es que los valores finales obtenidos a partir de la “*Encuesta Familiar*” —*Visitas totales Ocio*, referidos a las visitas realizadas a todo tipo de alojamientos rurales— vienen dados por Comunidad Autónoma, pero no se facilita la localización exacta de los distintos destinos. Sin embargo, en este estudio sí que se dispone de la localización de las distintas casas rurales en España. Por lo tanto, a partir de este último dato se crea un factor de ponderación que permite estimar la ubicación del resto de alojamientos utilizados en turismo rural.

Para ello, el primer paso consiste en determinar el número de visitantes que recibe cada una de las casas rurales, el cual se obtiene a nivel provincial a partir de la “*Encuesta de Ocupación de Alojamiento de Turismo Rural*” del INE. A continuación, mediante un cruce cartográfico se determina el número de casas rurales existentes en cada Unidad de Paisaje, siendo asignados los visitantes de dichas casas al polígono en el que se encuentren las mismas.

A continuación se muestra la cobertura de las casas rurales facilitadas por la Sociedad Estatal de Gestión de la Información Turística (SEGITUR) (Figura 19).

Figura 19. Mapa de coberturas de casas rurales en España.



Fuente: Sociedad Estatal de Gestión de la Información Turística (SEGITUR).

Adicionalmente se han extraído del INE los datos de visitantes a otros alojamientos rurales en cada provincia, cuyos visitantes se han asignado a cada polígono o Unidad de Paisaje proporcionalmente a su superficie a partir de los datos del INE y en la siguiente proporción:

$$V_p^o = V_{provincia}^o \frac{S_p}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Donde:

$V_{provincia}^o$, es el número total de visitantes a otros alojamientos rurales publicados por el INE a nivel provincial.

S_p , es la superficie de la Unidad de Paisaje “p”.

S_i , representa el sumatorio de la superficie de todas las unidades de paisaje de la provincia, siendo igual a la superficie provincial.

De esta manera el número total de visitantes que recibe cada polígono será el resultado de la siguiente expresión:

$$V_p^r = V_p^c + V_p^o$$

Donde:

V_p^r , es el número de visitantes rurales que recibe el polígono “p” en un año.

V_p^c , es el número de visitantes que reciben las casas rurales del polígono “p” en un año.

V_p^o , es el número de visitantes que reciben los restantes alojamientos rurales del polígono “p” en un año.

La operación anterior ofrece como salida un número de visitantes inferior al que realmente acude a la naturaleza, ya que únicamente considera aquellos que se alojan en establecimientos rurales. Con el fin de introducir el número total de visitas por turismo de naturaleza, es decir, incluyendo todo alojamiento utilizado con ese fin, se procede a tomar como referencia el dato de visitas totales con motivo “ocio/recreo/vacaciones” por Comunidad Autónoma recogido en la Tabla 75.

El reparto de dichas visitas a cada unidad de paisaje se realiza proporcionalmente a los visitantes rurales que recibe la misma —factor de ponderación V_p^r —; considerando de esta forma, que aquellos entornos o paisajes relativamente más

atractivos para los huéspedes de alojamientos rurales, lo serán asimismo para los restantes usuarios que recibe la naturaleza.

$$V_p = \frac{V_p^r}{\sum_{i=1}^m V_i^r} V_t$$

Donde:

V_p , es el número de visitantes que recibe la Unidad de Paisaje “p” en un año.

V_p^r , es el número de visitantes rurales que recibe la Unidad de Paisaje “p” en un año.

V_i^r , representa el número total de visitantes rurales que recibe la Comunidad Autónoma.

V_t , es el número total de visitas a la naturaleza publicado en Familitur y recogido en la Tabla 75 como *Visitas totales Ocio*.

De este modo se obtiene la variable V_p —equivalente a la variables *visitot* en la ecuación del Modelo 2—, de manera que aplicándola a dicha ecuación junto al resto de variables implicadas —Fcc, población existente a menos de 5 km, y población existente entre 10 y 25 km—, se obtiene directamente el valor por hectárea del servicio, esto es, la DAP por hectárea y visitante.

La aplicación de este modelo de valoración supone la obtención de un valor por píxel para todos los puntos del territorio nacional. Sobre esta cartografía de valor se procede a suprimir los píxeles correspondientes a la costa —los cuales son valorados según su metodología específica— y los píxeles pertenecientes a ENP —ya que han sido valorados según el Modelo 1 anteriormente explicado—.

5. CAZA Y PESCA DEPORTIVA

5.1. CAZA MENOR

5.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La caza, como actividad de ocio en la naturaleza, señala la vocación recreativa de la misma, existiendo una función secundaria de producción de alimentos.

En este caso, la valoración del servicio se centra en la categoría de caza menor, es decir, se tienen en cuenta las especies cinegéticas de menor talla. En concreto para este estudio, las especies analizadas se dividen en los siguientes grupos distinguidos en el “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*”: liebre, conejo, otros mamíferos, perdiz, codorniz y otras aves.

5.1.2. METODOLOGÍA

La metodología diseñada se basa en el valor de las piezas capturadas, calculado a partir de los datos de capturas facilitados por cada una de las provincias, y del precio de cada pieza. Es decir, que la valoración se realiza una vez más en base a al método de la renta a precios de mercado.

A este respecto, cabe señalar que los datos del número de piezas capturadas han sido proporcionados por los órganos encargados de la gestión cinegética en las Comunidades Autónomas, recopilándose la información pertinente por municipio y coto —planes técnicos de caza, memorias de caza, etc. —.

En los casos en los cuales no se dispone de los datos de capturas a nivel de coto, se ha optado por utilizar los valores provinciales de caza menor publicados en el AEA (€ año⁻¹) promediados para el periodo 1999-2003 (Tabla 76).

En cuanto al precio de cada pieza, en ambos casos, se han empleado los datos provinciales, o en su defecto, regionales o nacionales, del AEA para el período 1999-2003, actualizados mediante el IPC al año 2005 (INE) y referidos a las siguientes especies o grupos de especies: liebre, conejo, otros mamíferos, perdiz, codorniz, y otras aves (Tabla 77).

En definitiva, para realizar el proceso de valoración de este servicio, en primer lugar, se determina el número de piezas capturadas, utilizando generalmente el promedio de los datos de las temporadas 2004-2005 y 2005-2006, proporcionados para cada una de las especies o grupo de especies cinegéticas analizadas. Cabe señalar que se han utilizado datos disponibles para un año distinto al 2005, siempre que para este último no se cuente con dicha información. Posteriormente, se ha multiplicado el número de capturas por el correspondiente precio (€ pieza⁻¹), facilitado por el AEA (Tabla 77). Para determinar el valor de la caza menor correspondiente a cada coto, se suman los valores obtenidos para la totalidad de piezas capturadas en el mismo.

Tabla 76. Valores promedio de caza menor a nivel provincial, regional y nacional.

Provincias y Comunidades Autónomas	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio
	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)
A Coruña	430.509	393.148	368.022	381.200	228.221	360.220
Lugo	211.258	200.316	197.557	175.714	0	156.969
Ourense	9.901	9.572	102	2.466	6.527	5.714
Pontevedra	71.989	135.239	129.404	119.226	317.781	154.728
GALICIA	723.657	738.275	695.085	678.607	552.530	677.631
P. DE ASTURIAS	143.318	117.056	25.727	81.892	86.512	90.901
CANTABRIA	0	0	0	976	165	228
Alava	205.616	157.491	173.490	168.488	210.265	183.070
Guipúzcoa	1.580	2.167	4.743	383	329	1.840
Vizcaya	75.465	71.506	28.834	47.063	26.278	49.829
PAÍS VASCO	282.661	231.164	207.067	215.934	236.871	234.739
NAVARRA	1.545.887	1.358.956	1.385.173	1.325.960	1.268.732	1.376.941
LA RIOJA	0	0	0	0	351.967	70.393
Huesca	391.763	286.515	296.684	474.637	448.702	379.660
Teruel	833.731	783.715	1.004.461	942.456	698.434	852.559
Zaragoza	1.376.464	1.282.711	1.210.527	1.159.112	996.456	1.205.054
ARAGÓN	2.601.958	2.352.941	2.511.672	2.576.205	2.143.593	2.437.274
Barcelona	703.092	1.007.077	594.315	437.614	632.312	674.882
Girona	274.021	263.426	335.663	332.339	400.923	321.274
Lleida	1.083.067	1.043.875	845.503	557.593	779.186	861.845
Tarragona	783.935	752.265	861.853	385.162	822.003	721.043
CATALUÑA	2.844.115	3.066.643	2.637.333	1.712.707	2.634.424	2.579.044
BALEARES	2.234.930	1.920.717	320.197	315.761	349.526	1.028.226
Ávila	100.660	95.241	92.809	89.355	186.556	112.924
Burgos	812.619	566.528	3.047.522	2.968.081	688.640	1.616.678
León	490.723	484.076	623.001	611.554	521.726	546.216
Palencia	392.129	380.016	1.774.914	1.731.398	453.176	946.327
Salamanca	745.134	1.754.401	1.958.117	1.911.168	874.059	1.448.576
Segovia	158.975	269.028	297.616	279.818	264.932	254.074
Soria	0	0	202.651	199.319	398.710	160.136
Valladolid	612.815	580.558	619.750	600.208	801.633	642.993
Zamora	202.053	248.349	269.381	271.009	587.099	315.578
CASTILLA Y LEÓN	3.515.108	4.378.196	8.885.761	8.661.911	4.776.532	6.043.502
MADRID	1.898.528	4.219.106	4.064.776	4.507.445	2.031.663	3.344.303
Albacete	3.662.958	3.797.831	3.578.808	3.954.570	4.385.844	3.876.002
Ciudad Real	7.268.727	6.258.785	6.257.850	7.916.396	5.828.293	6.706.010
Cuenca	2.493.330	2.010.729	1.877.268	1.725.105	1.612.921	1.943.871
Guadalajara	1.157.946	1.000.158	1.158.083	908.925	674.203	979.863
Toledo	5.034.491	5.015.059	5.106.507	4.911.535	4.555.998	4.924.718
CASTILLA-LA MANCHA	19.617.451	18.082.562	17.978.516	19.416.531	17.057.260	18.430.464
Alicante	4.845.039	4.764.871	5.409.202	5.271.941	5.131.033	5.084.417
Castellón	713.062	689.423	0	0	0	280.497
Valencia	1.057.030	1.047.708	958.370	946.056	920.769	985.987
C. VALENCIANA	6.615.132	6.502.002	6.367.572	6.217.996	6.051.802	6.350.901
R. DE MURCIA	1.209.755	885.488	1.049.300	1.038.553	925.242	1.021.667
Badajoz	2.869.113	3.350.894	2.697.143	1.479.942	3.103.128	2.700.044
Cáceres	1.196.340	1.506.398	1.454.326	926.468	1.188.964	1.254.499
EXTREMADURA	4.065.453	4.857.292	4.151.469	2.406.410	4.292.093	3.954.543
Almería	1.041.981	1.128.257	983.258	952.702	517.459	924.732
Cádiz	794.778	1.526.138	2.542.337	1.886.698	1.836.271	1.717.245
Córdoba	2.116.416	2.563.997	2.807.744	2.610.341	2.302.353	2.480.170
Granada	1.320.228	1.321.972	2.312.079	2.140.722	2.112.401	1.841.480
Huelva	2.494.072	1.700.428	1.668.593	1.655.619	1.073.807	1.718.504
Jaén	2.592.996	1.921.361	1.443.743	3.379.251	2.136.550	2.294.780
Málaga	1.489.066	201.765	594.519	1.471.271	725.962	896.517
Sevilla	6.369.342	6.584.320	1.005.189	4.015.893	1.121.389	3.819.227
ANDALUCÍA	18.218.880	16.948.239	13.357.461	18.112.499	11.826.193	15.692.654
Las Palmas	431.922	426.870	381.117	382.097	670.142	458.430
S.C. de Tenerife	1.844.748	1.748.521	1.604.312	1.512.205	0	1.341.957
CANARIAS	2.276.671	2.175.391	1.985.429	1.894.303	670.142	1.800.387
ESPAÑA	67.793.503	67.834.027	65.622.538	69.163.690	55.255.245	65.133.800

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA.

Tabla 77. Precios promedio de las piezas capturadas para el período 1999-2003.

Provincias y Comunidades Autónomas	LIEBRE Precio (€ pieza ⁻¹)	CONEJO Precio (€ pieza ⁻¹)	OTROS (mamíferos) Precio (€ pieza ⁻¹)	PERDIZ Precio (€ pieza ⁻¹)	CODORNIZ Precio (€ pieza ⁻¹)	OTROS (aves) Precio (€ pieza ⁻¹)
A Coruña	21,47	7,69	6,72	9,49	-	1,53
Lugo	10,79	4,97	-	6,35	-	-
Ourense	-	-	1,78	-	1,89	-
Pontevedra	-	2,82	7,30	7,74	2,20	1,28
GALICIA	16,45	4,99	6,30	7,41	1,89	1,29
P. DE ASTURIAS	24,39	4,67	29,53	2,92	1,03	1,63
CANTABRIA	16,78	-	-	-	-	-
Alava	8,14	3,87	22,02	6,48	1,50	1,08
Guipúzcoa	15,38	4,76	103,58	-	-	0,29
Vizcaya	23,19	4,61	34,56	6,02	1,00	0,52
PAÍS VASCO	8,53	3,90	27,25	6,63	1,49	0,75
NAVARRA	13,77	4,80	-	13,75	2,06	2,06
LA RIOJA	9,17	4,61	-	6,04	1,04	0,88
Huesca	6,49	3,27	1,77	2,85	0,94	1,39
Teruel	9,25	4,54	5,57	8,33	1,62	1,79
Zaragoza	17,45	5,53	16,07	4,96	0,54	0,45
ARAGÓN	13,62	4,65	8,18	5,49	0,94	1,03
Barcelona	10,81	4,06	11,76	5,77	1,66	0,82
Girona	10,83	3,97	8,14	5,54	1,78	0,38
Lleida	7,19	3,25	8,92	6,08	2,27	1,12
Tarragona	7,55	4,41	7,04	7,34	2,74	0,41
CATALUÑA	9,15	3,95	9,21	6,25	2,19	0,65
BALEARES	3,02	1,82	-	3,14	0,39	0,48
Avila	7,36	6,30	3,46	6,70	0,77	0,83
Burgos	18,71	87,22	31,03	4,02	0,71	0,23
León	9,98	9,50	27,77	3,27	0,98	5,89
Palencia	16,56	58,68	27,34	4,58	0,97	0,34
Salamanca	15,16	5,41	26,48	5,25	0,97	2,42
Segovia	7,16	4,99	57,27	6,91	0,83	1,42
Soñía	7,77	4,90	13,66	6,50	0,88	1,21
Valladolid	7,59	6,62	49,01	4,45	0,99	1,07
Zamora	10,91	7,26	8,19	7,70	1,46	3,09
CASTILLA Y LEÓN	12,23	17,61	29,05	4,40	0,88	1,77
MADRID	13,39	4,33	39,68	6,00	1,95	0,96
Albacete	5,57	4,42	-	6,85	0,71	1,28
Ciudad Real	4,12	6,89	12,99	6,76	2,22	1,05
Cuenca	16,89	7,56	16,91	6,17	1,55	2,86
Guadalajara	6,62	6,57	11,71	7,86	0,69	1,21
Toledo	6,89	3,36	-	6,76	3,07	1,84
CASTILLA-LA MANCHA	6,51	4,73	9,91	6,79	1,34	1,78
Alicante	34,24	13,70	10,27	43,73	-	5,47
Castellón	6,54	3,88	0,81	2,82	1,02	0,91
Valencia	6,51	3,63	0,71	2,71	-	0,87
C. VALENCIANA	15,22	7,84	3,79	20,95	1,02	2,43
R. DE MURCIA	8,29	6,41	0,70	6,22	2,44	3,04
Badajoz	13,82	6,62	14,54	7,96	0,47	0,57
Cáceres	15,37	6,27	-	7,88	0,31	0,19
EXTREMADURA	14,37	6,58	14,54	7,91	0,40	0,34
Almería	5,56	4,22	5,14	6,27	0,46	2,71
Cádiz	12,67	3,61	4,04	6,96	0,71	0,18
Córdoba	11,61	4,39	5,81	6,04	0,68	0,92
Granada	10,80	3,97	7,30	3,98	0,86	0,51
Huelva	14,65	5,48	7,81	7,22	1,29	0,34
Jaén	8,93	3,54	4,64	4,83	0,80	0,60
Málaga	10,24	2,95	4,58	3,18	0,80	0,70
Sevilla	12,25	3,02	7,14	7,20	1,60	0,63
ANDALUCÍA	10,93	3,81	5,22	6,22	1,07	0,73
Las Palmas	-	6,60	-	8,01	1,51	1,53
S.C. de Tenerife	-	6,73	-	8,07	1,54	1,61
CANARIAS	-	6,32	-	7,97	1,50	1,51
ESPAÑA	9,38	4,82	14,22	6,91	1,10	1,08

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA.

A partir de los valores obtenidos de la caza menor en los cotos, se estima el valor del servicio en cada municipio agregando los valores de los cotos incluidos en dicho municipio (*Vpiezas*). En aquellos casos en los que la superficie del coto se extienda a varios municipios, se considera —en función de la superficie del coto en cada municipio— el valor aportado por el coto al servicio de caza menor en cada uno de los municipios ocupados.

En la valoración del servicio para aquellas provincias en las que no se dispone de los datos de piezas capturadas a nivel de coto —Álava, Alicante, Baleares, Castellón, Córdoba, Guipúzcoa, León, Las Palmas, Lugo, Málaga, Murcia, Ourense, Valencia y Vizcaya—, se aplica directamente el valor promedio de caza menor extraído del AEA para dichas provincias (Tabla 76).

5.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La superficie territorial valorada en este caso se restringe a las teselas del MFEV aptas como hábitat para las especies de caza menor. Para repartir el valor de caza menor, en primer lugar, se calcula la superficie apta (SC_{men}) en cada municipio, mediante la intersección de las clases MFEV seleccionadas con la cobertura de municipios. Posteriormente, se identifican tanto los cotos en los que se extraen las piezas de caza menor —a partir del listado de capturas—, como los municipios en los que se encuentran ubicados dichos cotos. En caso de que no exista cobertura de cotos, se procede a la identificación de los municipios con cotos de caza menor a partir del listado de cotos.

De este modo, para asignar el valor de caza menor a cada municipio, se emplea la siguiente fórmula:

$$VC_{men} = \frac{V_{piezas}}{SC_{men}}$$

Donde:

V_{piezas} , es el valor de las piezas de caza menor en el municipio.

SC_{men} , es la superficie del municipio apta como hábitat para la caza menor. En el caso de que el coto se encuentre entre varios municipios, SC_{men} será la suma de la superficie apta como hábitat de todos los municipios en los que esté el coto.

En aquellas provincias en las que no se han facilitado datos de capturas, el valor obtenido se reparte homogéneamente por la superficie apta para la caza menor que exista en la provincia.

A continuación, se presenta una lista con las categorías del MFEV seleccionadas para asignar el valor de caza menor al territorio (Tabla 78).

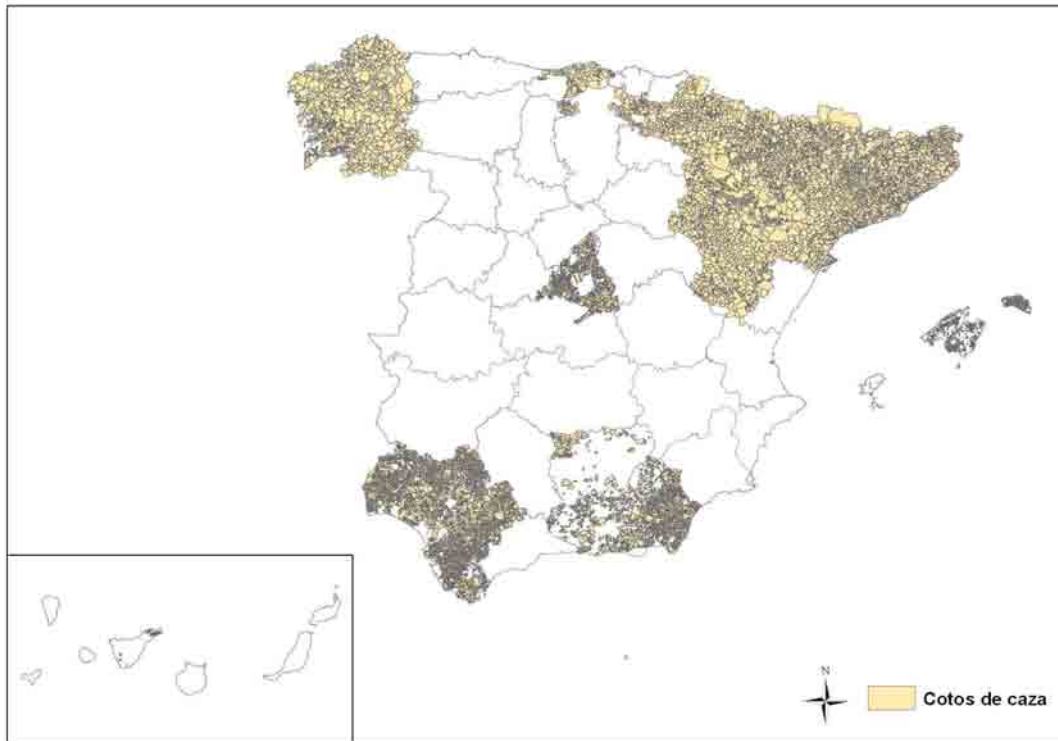
Tabla 78. Categorías del MFEV para la caza menor.

Clase MFEV	Descripción
7	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado
8	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado
9	Tierras de labor en secano
10	Cultivos herbáceos en regadío
11	Otras zonas de irrigación
12	Arrozales
13	Viñedos en secano
14	Viñedos en regadío
15	Frutales en secano
16	Cítricos
17	Frutales tropicales
18	Otras frutales en regadío
19	Olivares en secano
20	Olivares en regadío
21	Prados y praderas
22	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano
23	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío
24	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano
25	Mosaico de cultivos permanentes en secano
26	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano
27	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío
28	Mosaico de cultivos permanentes en regadío
29	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío
30	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío
31	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios de vegetación natural y semi-natural
32	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios de vegetación natural y semi-natural
33	Mosaico de prados o praderas con especies significativas de vegetación natural y seminatural
34	Prados con setos
37	Matorral
38	Herbazal
39	M. sin V. Superior
40	A.F.M. (Riberas)
41	A.F.M. (Bosquetes)
42	A.F.M. (Alineaciones)
43	A.F.M. (A.Sueltos)
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado
46	Pastizal-matorral
47	Humedal
48	Laguna de alta montaña
49	Lagos
50	Embalses
51	Balsas de agua
52	Ríos

Fuente: Equipo Científico de VANE.

Por último, se muestra la cobertura de los cotos de caza de aquellas provincias que la han facilitado (Figura 20).

Figura 20. Mapa de coberturas de los cotos de caza en España.



Fuente: Datos facilitados por las Comunidades Autónomas.

5.2. CAZA MAYOR

5.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El papel de la caza, tanto dentro de los servicios recreativos como de los servicios de producción de alimentos, permite tratarla como una categoría de servicio independiente. La razón fundamental de esta consideración hace referencia al hecho de que la utilidad percibida por un individuo determinado no sólo proviene del consumo del producto, sino también del mismo proceso de su captura.

En la valoración de la caza mayor se tienen en cuenta las especies cinegéticas de mayor talla. En particular, se centra en las siguientes especies: cabra montés, ciervo, gamo, corzo, muflón, rebeco, arruí, jabalí y lobo. Para una mayor claridad y simplificación de las bases de datos, en este estudio de valoración se ha realizado una codificación de las especies cinegéticas (Tabla 79).

Tabla 79. Codificación de las especies cinegéticas de estudio.

Especie	Género	Código
Cabra Montés		10
	Macho	11
	Hembra	12
Ciervo		20
	Macho	21
	Hembra	22
Gamo		30
	Macho	31
	Hembra	32
Muflón		40
	Macho	41
	Hembra	42
Rebeco		50
	Macho	51
	Hembra	52
Corzo		60
	Macho	61
	Hembra	62
Arruí		70
	Macho	71
	Hembra	72
Jabalí		80
Lobo		90

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. METODOLOGÍA

La valoración de este servicio se realiza mediante el método de la renta a precios de mercado, en base a las cuotas fijadas por el derecho a cazar —cuota de

entrada— y por las piezas cazadas —cuota complementaria— en los sorteos de las Reservas Regionales/Nacionales de Caza, y en función de la Comunidad Autónoma, especie y categoría. En definitiva, el valor de la caza mayor se calcula a partir de los datos de piezas capturadas, facilitados por las Comunidades Autónomas (CC.AA.), multiplicados posteriormente por el precio correspondiente.

Los datos de capturas utilizados se obtienen generalmente realizando el promedio de los datos facilitados por las CC.AA. para las temporadas 2004-2005 y 2005-2006. En el caso de no disponer de los datos correspondientes a dichos periodos, se utilizan los datos del año más próximo a 2005 para el que estén disponibles. El número de capturas se multiplica por su correspondiente precio —equivalente a la suma entre la cuota de entrada y la cuota complementaria— proporcionado por el Equipo Científico de VANE a nivel regional.

En caso de que no se disponga de los datos de capturas a nivel de coto, se utiliza la información del “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*” (AEA), que recoge el valor de la caza mayor (€ año⁻¹) por provincia, tomando como referencia el periodo 1999-2003 y actualizado mediante el IPC al año 2005 (INE).

La metodología anteriormente descrita se aplica al presente procedimiento de valoración, distinguiendo dos casos de estudio que se exponen a continuación: la valoración del ciervo en Andalucía, por un lado, y la valoración del resto de especies y resto de Comunidades Autónomas, por el otro.

En el primer caso —valoración del ciervo en Andalucía— se seleccionan los cotos de caza mayor de la Comunidad Autónoma y se localiza el ciervo en el listado de capturas. Posteriormente, se obtiene el número de piezas en función de su categoría, para las cuales la metodología define un tanto por ciento con respecto al total de capturas:

- Trofeos: 14,51 %.
- Macho Selectivo Especial (MSE): 7,76 %.
- Macho Selectivo Normal (MSN): 77,73 %.

Finalmente, se multiplica el número obtenido por su precio correspondiente, de acuerdo con los datos proporcionados por el Equipo Científico de VANE. Los valores de cada pieza (€ pieza⁻¹) en función de la categoría están recopilados para distintas Comunidades Autónomas a partir de las informaciones publicadas en diversos Boletines Oficiales Autonómicos y Provinciales (Tabla 80).

Tabla 80. Precio (€ pieza⁻¹) por tipo de cuota y código de especie para Andalucía.

	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ENTRADA									
Trofeo	679,9	404,4	283,1	283,1	232,1	191,1	344	45,5	467,3
Selectiva machos	280,4	202,2	141,5	141,5	80,5	51,3	99,8	-	-
Selectiva variada	56,1	56,1	56,1	56,1	80,5	51,3	99,8	-	-
Hembras	28	28	28	28	79,8	30,5	99,8	-	-
COMPLEMENTARIA									
Trofeo	421,3	407,2	280,9	280,9	322,2	244,2	622,1	-	-
Selectiva machos	196,6	112,3	112,3	112,3	152,7	172,8	435,5	84,3	2336,4
Selectiva variada	174,1	39,3	112,3	112,3	144,8	140,1	350,1	-	-
Hembras	0	0	0	0	24	39,8	0	-	-
TOTAL									
Trofeo	-	811,6	-	-	-	-	-	-	-
Selectiva machos	-	314,5	-	-	-	-	-	-	-
Selectiva variada	230,2	95,4	168,4	168,4	225,3	191,4	449,9	129,8	2803,7
Hembras	28	28	28	28	103,8	70,3	99,8	-	-

Fuente: Equipo Científico de VANE.

Para la valoración de las restantes especies y Comunidades Autónomas, en primer lugar, se obtiene el número de piezas capturadas mediante los datos facilitados por las distintas Delegaciones Provinciales, promediados al 2005. Posteriormente, se estima el número de hembras y de machos capturados en cada coto —en los casos en los que no existan datos se supone un ratio 1:1—. Finalmente, se multiplica el número de capturas por su correspondiente precio, facilitado por el Equipo Científico de VANE (Tabla 81).

Tabla 81. Precio (€ pieza⁻¹) por código de especie para el resto de especies y CC.AA.

PRECIO (€ pieza ⁻¹)	Código especie cinegética															
	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52	61	62	71	72	80	90
Andalucía	230,20	28,00	95,40	28,00	168,40	28,00	168,40	28,00	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	129,80	2.803,70
País Vasco	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Cataluña	479,70	27,90	223,20	69,30	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	95,70	46,60	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Galicia	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Asturias	459,30	27,90	673,20	179,60	448,80	179,60	174,90	35,50	495,70	179,50	359,00	179,60	449,90	99,80	179,50	2.803,70
Cantabria	459,30	27,90	143,40	54,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	61,80	591,00
La Rioja	459,30	27,90	594,00	515,50	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	281,80	2.803,70
R. Murcia	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
C. Valenciana	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Aragón	459,30	27,90	170,00	64,20	140,00	30,00	174,90	35,50	180,20	132,00	191,40	70,30	449,90	99,80	36,10	2.803,70
Castilla-La Mancha	307,80	71,50	181,40	98,90	93,50	71,50	181,40	42,90	225,30	103,80	77,00	55,00	449,90	99,80	109,90	2.803,70
Canarias	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Navarra	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Extremadura	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Baleares	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Madrid	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70
Castilla y León	594,40	14,20	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	284,90	30,50	449,90	99,80	133,10	2.803,70
España	459,30	27,90	244,80	117,80	235,50	88,50	174,90	35,50	225,30	103,80	191,40	70,30	449,90	99,80	133,10	2.803,70

Fuente: Elaboración propia a partir del Equipo Científico de VANE.

Respecto al precio de la piezas, cabe señalar que los machos se valoran con las cuotas de la clase “selectiva variada” y las hembras con las cuotas de la clase “hembras”, a nivel de comunidad autónoma. En los casos en los cuales no se disponía de precio a nivel regional se han tomado el valor promedio nacional completando así la tabla.

Una vez realizados los dos casos de estudio y obtenidos los resultados correspondientes, para determinar el valor de caza mayor de cada coto, se suman los valores obtenidos para la totalidad de piezas capturadas en el mismo.

A partir de estos valores, se estima el valor de la caza mayor en el municipio agregando los valores calculados para los cotos incluidos en dicho municipio (*Vpiezas*). Del mismo modo que en la caza menor, en aquellos casos en los que la superficie del coto se extienda a varios municipios, se considera —en función de la superficie del coto en cada municipio— el valor aportado por el coto al servicio de caza mayor en cada uno de los municipios ocupados.

Por último, en la valoración del servicio para aquellas provincias en las que no se disponga de datos de piezas capturadas a nivel de coto —Álava, Alicante, Baleares, Castellón, Córdoba, Coruña, Guipúzcoa, León, Málaga, Murcia, Salamanca, Valencia y Vizcaya—, se utiliza la información del “*Anuario de Estadística Agroalimentaria*” (AEA), que recoge el valor de la caza mayor (€ año⁻¹) en dichas provincias, para el periodo 1999-2003, actualizado mediante el IPC (INE) al 2005 (Tabla 82).

Tabla 82. Valor de la caza mayor por provincia y Comunidad Autónoma.

Provincias y Comunidades Autónomas	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio
	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)	Valor (€ año ⁻¹)
A Coruña	115.584	118.321	104.296	101.628	20.922	92.150
Lugo	297.348	287.751	286.972	282.772	377.479	306.465
Ourense	191.842	186.192	237.290	338.463	178.284	226.414
Pontevedra	46.134	50.465	44.929	42.357	13.877	39.553
GALICIA	650.909	642.730	673.487	765.220	590.562	664.582
PRINCIPADO DE ASTURIAS	1.792.134	1.907.653	1.595	1.490.507	421.580	1.122.694
CANTABRIA	33.262	478.393	416.982	329.662	120.472	275.754
Alava	190.686	195.148	183.512	184.073	248.071	200.298
Guipúzcoa	72.739	68.374	90.148	79.083	87.544	79.578
Vizcaya	149.019	130.681	126.013	125.533	136.892	133.628
PAÍS VASCO	412.445	394.204	399.673	388.690	472.507	413.504
NAVARRA	562.662	716.702	751.548	717.489	669.906	683.661
LA RIOJA	378.672	516.695	531.896	507.118	160.081	418.892
Huesca	844.968	850.196	879.764	853.126	927.971	871.205
Teruel	191.208	190.126	234.887	220.974	198.184	207.076
Zaragoza	505.595	602.153	624.138	731.261	531.120	598.853
ARAGÓN	1.541.770	1.642.475	1.738.788	1.805.361	1.657.276	1.677.134
Barcelona	320.573	679.890	806.281	591.453	613.891	602.418
Girona	2.991.041	3.172.476	1.016.351	998.746	674.513	1.770.625
Lleida	238.466	221.947	968.204	505.733	603.374	507.545
Tarragona	78.470	77.879	88.591	124.216	257.644	125.360
CATALUÑA	3.628.550	4.152.192	2.879.427	2.220.149	2.149.423	3.005.948
BALEARES	32.226	62.314	11.529	11.369	14.411	26.370
Ávila	228.503	209.040	181.923	166.494	194.338	196.060
Burgos	452.782	323.102	2.527.148	2.349.182	613.837	1.253.210
León	465.133	474.334	579.109	555.873	332.084	481.306
Palencia	144.155	134.718	1.747.982	1.665.978	264.112	791.389
Salamanca	278.737	434.451	644.871	586.723	394.237	467.804
Segovia	183.861	147.731	193.572	203.723	473.998	240.577
Soria	435.354	267.638	665.154	727.592	1.189.591	657.066
Valladolid	8.185	1.954	58.025	56.763	50.703	35.126
Zamora	148.637	135.270	335.757	309.519	421.110	270.059
CASTILLA Y LEÓN	2.345.347	2.128.238	6.933.540	6.621.849	3.934.011	4.392.597
MADRID	1.018.135	260.094	352.793	351.613	353.502	467.228
Albacete	154.295	193.934	990.933	246.334	442.993	405.698
Ciudad Real	2.486.078	2.322.494	2.156.840	1.252.508	1.399.431	1.923.470
Cuenca	99.189	157.704	145.614	72.606	75.789	110.181
Guadalajara	4.969.026	585.232	630.544	237.297	249.677	1.334.355
Toledo	1.742.848	1.771.260	1.784.272	1.031.778	1.075.851	1.481.202
CASTILLA-LA MANCHA	9.451.436	5.030.624	5.708.202	2.840.523	3.243.741	5.254.905
Alicante	669.345	610.926	653.159	602.125	586.032	624.318
Castellón	76.780	74.235	103.862	632.264	615.365	300.501
Valencia	215.785	201.628	198.158	184.448	179.518	195.908
COM. VALENCIANA	961.911	886.789	955.179	1.418.838	1.380.915	1.120.726
REGION DE MURCIA	220.068	119.592	123.185	122.524	90.982	135.270
Badajoz	5.323.111	1.094.574	985.937	1.208.384	1.705.945	2.063.590
Cáceres	1.379.616	1.540.636	1.792.696	756.468	1.694.048	1.432.693
EXTREMADURA	6.702.726	2.635.210	2.778.633	1.964.852	3.399.993	3.496.283
Almería	143.108	139.317	200.309	186.460	174.986	168.836
Cádiz	-	-	1.924.950	2.046.957	2.131.756	2.034.554
Córdoba	-	50.296	5.325.189	3.318.461	3.242.816	2.984.190
Granada	189.783	140.502	264.418	288.258	260.212	228.634
Huelva	876.419	1.119.685	2.948	3.413	5.718	401.637
Jaén	1.448.561	1.339.591	1.272.771	3.978.905	1.170.224	1.842.010
Málaga	73.498	87.403	54.433	210.986	46.653	94.595
Sevilla	859.763	816.302	664.903	2.159.332	375.243	975.109
ANDALUCÍA	3.591.130	3.693.095	9.709.920	12.192.771	7.407.607	7.318.905
Las Palmas	-	-	-	-	8.593	8.593
S.C. de Tenerife	2.755	2.081	1.382	1.069	-	1.822
CANARIAS	2.755	2.081	1.382	1.069	8.593	3.176
ESPAÑA	33.326.137	25.269.081	33.967.760	33.749.602	26.075.559	30.477.628

Fuente: Anuario de Estadística Agroalimentaria (1999-2003).

5.2.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El valor de caza mayor, obtenido mediante la aplicación de la metodología anteriormente descrita, se reparte entre toda la superficie apta como hábitat para las especies de caza mayor.

Para ello, en primer lugar, se procede a delimitar el territorio en el que se valora este servicio, restringiéndolo a las teselas del MFEV aptas como hábitat para este tipo de caza (Tabla 83). Posteriormente, se calcula la superficie apta (SC_{may}) en cada municipio, mediante la intersección de las clases MFEV seleccionadas con la cobertura de municipios. Finalmente, se identifican tanto los cotos en los que se extraen las piezas de caza mayor a partir del listado de capturas, como los municipios en los que se encuentran ubicados dichos cotos. Donde no exista cobertura de cotos, se procederá a la identificación de los municipios con cotos de caza mayor a partir del listado de cotos.

Tabla 83. Categorías del MFEV para la caza mayor.

Clase MFEV	Descripción
7	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado
8	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado
21	Prados y praderas
31	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios de vegetación natural y semi-natural
32	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios de vegetación natural y semi-natural
33	Mosaico de prados o praderas con especies significativas de vegetación natural y seminatural
34	Prados con setos
35	Bosque
36	Bosque Plantación
37	Matorral
38	Herbazal
39	M. sin V. Superior
40	A.F.M. (Riberas)
41	A.F.M. (Bosquetes)
42	A.F.M. (Alineaciones)
43	A.F.M. (A.Sueltos)
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado
46	Pastizal-matorral

Fuente: Equipo Científico de VANE.

En definitiva, para asignar el valor de caza mayor a cada municipio, se emplea la siguiente fórmula:

$$VC_{may} = \frac{V_{piezas}}{SC_{may}}$$

Donde:

V_{piezas} , es el valor de las piezas de caza mayor en el municipio.

*SC**mayor*, es la superficie del municipio apta como hábitat para la caza mayor. En el caso de que el coto se encuentre entre varios municipios, “*SC**mayor*” será la suma de la superficie apta como hábitat de todos los municipios en los que esté ubicado el coto.

Por último, señalar que para aquellas provincias en las que no se dispone de los datos de capturas, el valor de caza mayor que ofrece el AEA (Tabla 82) se reparte homogéneamente por la superficie apta existente en toda la provincia.

5.3. PESCA EN AGUAS CONTINENTALES

5.3.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El valor de la pesca continental representado en VANE recoge el valor real de las piezas capturadas según las estadísticas oficiales, no considerándose el valor recreativo de esta actividad con el fin de evitar posibles duplicidades, ya que este componente recreativo es objeto de estudio en un apartado específico del presente proyecto.

5.3.2. METODOLOGÍA

La pesca proporcionada por los recursos hídricos continentales se ha valorado aplicando los precios de mercado a los datos de capturas pesqueras publicados en el AEA.

En coherencia con los restantes servicios valorados en VANE, la serie de anuarios tomados como referencia corresponde a la serie 1999-2003.

En el caso de la producción pesquera, el AEA ofrece información sobre las capturas y el valor del salmón, la trucha, el cangrejo y un grupo genérico de otras especies. Los datos aparecen desglosados a nivel provincial, aunque no todas las provincias presentan datos. En concreto, las provincias que figuran con datos publicados para la serie de años de referencia se recogen en la Tabla 84.

Tabla 84. Provincias con datos de capturas pesqueras en la serie de AEA 1999-2003.

Provincias con datos pesqueros AEA 1999- 2003			
A Coruña	Cádiz	León	Salamanca
Álava	Cantabria	Lleida	Segovia
Albacete	Castellón	Lugo	Sevilla
Alicante	Ciudad Real	Madrid	Tarragona
Asturias	Cuenca	Málaga	Teruel
Ávila	Girona	Murcia	Toledo
Badajoz	Guadalajara	Navarra	Valencia
Barcelona	Guipúzcoa	Ourense	Valladolid
Burgos	Jaén	Palencia	Vizcaya
Cáceres	La Rioja	Pontevedra	Zamora
Total provincias con datos			40

Fuente: Elaboración propia a partir del AEA 1999-2003.

Para cada una de las provincias anteriores se ha procedido a calcular el valor por especies pesqueras distinguiendo dos grupos: los salmónidos —grupo en el que se engloba a los salmones y las truchas— y los ciprínidos —englobando la categoría cangrejos y la categoría otras especies del AEA—. El cálculo se ha realizado

mediante un promedio de la serie de años de referencia, actualizándose en todo caso los precios a 2005, obteniendo el valor de los salmónidos y los ciprínidos capturados anualmente en cada provincia. Dichos resultados se adoptan como valores de anclaje, los cuales se repartirán por el territorio conforme a lo especificado en los siguientes párrafos.

5.3.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La imputación del valor de la pesca al lugar en que se produce presenta algunas dificultades derivadas del formato y escala a la cual se proporcionan actualmente los datos necesarios.

Se asume que los cotos de pesca son el lugar geográfico en el que se genera este activo natural, dado que sus condiciones —caudal, profundidad, calidad, etc.— son las adecuadas para la vida y el desarrollo de las especies pescadas; por lo que el proceso de asignación de valor al territorio debería tener como objeto cada uno de los cotos de pesca. Sin embargo, la información disponible en la actualidad ha desaconsejado esta vía de valoración. La competencia sobre pesca continental recae en las Comunidades Autónomas, cada una de las cuales determina anualmente a través de sus Órdenes de Veda, las especies pescables y las zonas donde se permite la actividad. La revisión de dichas órdenes, ha determinado que en la mayoría de los casos las Consejerías competentes no publican a través de algún medio de difusión fácilmente accesible, una cartografía temática sobre la localización de cada uno de los cotos³⁵. Si bien en algunos casos se han recopilado coberturas digitales georreferenciadas ubicando cada coto, éstas se han mostrado insuficientes para cubrir el conjunto del territorio nacional. La alternativa de digitalizar la totalidad de los cotos para el presente proyecto se desestimó dado el volumen de datos implicados, y la indeterminación en la localización exacta de los cotos publicada en las Órdenes de Veda, en las cuales se emplean toponimias locales.

Con el fin de resolver la problemática anterior se acudió al Mapa de Calidad de Aguas elaborado para VANE (MCAV), cuya escala de detalle a nivel de subcuenca hidrográfica, es considerada suficiente teniendo en cuenta el ámbito nacional de VANE (consúltese el Anejo II). La premisa de partida consiste en asumir que la calidad actual de una masa de agua se encuentra directamente relacionada con la pesca proporcionada por la misma.

³⁵ Como ejemplos de Órdenes de Veda pueden consultarse la Orden de 19 de enero de 2009, de Vedas de Pesca de 2009 de Castilla-La Mancha, la Orden MAM/2112/2008, de 20 de noviembre, por la que se establece la Normativa Anual de Pesca de la Comunidad de Castilla y León para el año 2008, o la Orden de 26 de marzo 2008, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se aprueba el Plan General de Pesca de Aragón para el año 2008.

Las clases de usos del suelo consideradas como suministradoras de pesca continental se han identificado a partir de la leyenda de usos del MFEV, estando recogidas en la Tabla 85.

Tabla 85. Clases del MFEV objeto de valoración de la pesca continental.

Clase MFEV	Descripción
49	Lagos
50	Embalses
52	Ríos

Fuente: Elaboración propia.

El cruce cartográfico de las clases de usos del suelo con la cobertura del MCAV, la cobertura temática de ríos facilitada por el MARM —la cual recoge un número de corrientes superior a las recogidas en el MFEV— y la cobertura administrativa de provincias, ofrece como resultado una base de datos que proporciona información precisa sobre la calidad de las masas de agua interiores en cada provincia. Así, se dispone del dato de superficie de agua continental según su calidad existente en cada provincia.

Concluida esta fase, únicamente quedará asignar el valor que corresponda a cada subcuenca en cada provincia según su calidad.

El Mapa de Calidad de Aguas elaborado para VANE (MCAV), ofrece los datos de calidad a través de la Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días (DBO_5). Tomando como referencia el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio de 1988 (BOE num.209) —el cual establece como requisito determinados niveles de DBO_5 para realizar actuaciones de protección y mejora en las aguas para ser aptas para la vida de los peces— se han considerado los intervalos de DBO_5 señalados en la Tabla 86, con el fin de clasificar las aguas en salmonícolas o ciprinícolas.

Tabla 86. Clasificación de las aguas continentales según niveles de DBO_5 ($mg\ l^{-1}$).

Calidad	Nivel de DBO_5 (mg/l)
Salmonícola	≤ 3
Ciprinícola	≤ 6

Fuente: Elaboración propia a partir del RD 927/1988.

Por lo tanto los intervalos anteriores determinan las masas de agua en las cuales pueden existir salmónidos — $DBO_5 \leq 3$ — y ciprínidos — $DBO_5 \leq 6$ —, considerando la inexistencia de especies aprovechables para la pesca para los valores de DBO_5 superiores a $6\ mg\ l^{-1}$. Matizar que las aguas salmonícolas, al presentar una DBO_5 inferior a $3\ mg\ l^{-1}$, también son aptas para la vida de los ciprínidos, por lo que en las mismas se podrán encontrar ambos grupos de especies.

Una vez determinados los valores extremos de DBO_5 , se procede a calcular la superficie de agua en función de su calidad, en cada provincia.

La superficie de agua a clasificar estará constituida por las clases del MFEV 49, 50 y 52, y la superficie correspondiente a las celdas que tienen río según la cobertura del MARM, evitando en todo caso la duplicidad de superficies contabilizadas en ambas coberturas.

Los cálculos anteriores permiten conocer el valor de pesca de salmónidos y ciprínidos que corresponde a cada píxel del territorio en función de la provincia en que se encuentre y de la calidad de sus aguas.

El valor de salmónidos en cada píxel es el resultado de la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{V_{prov_s}}{S_{prov_s}}$$

Donde:

V_s , es el valor de los salmónidos en el píxel "p" en $\text{€ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

V_{prov_s} , es el valor provincial total de los salmónidos en € año^{-1} .

S_{prov_s} , es la superficie de aguas con calidad salmonícola de la provincia en ha.

Análogamente el valor de los ciprínidos corresponderá a la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{V_{prov_c}}{S_{prov_c}}$$

Donde:

V_c , es el valor de los ciprínidos en el píxel "p" en $\text{€ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

V_{prov_c} , es el valor provincial total de los ciprínidos en € año^{-1} .

S_{prov_c} , es la superficie de aguas con calidad ciprinícola de la provincia en ha, recordar que las aguas de calidad ciprinícola incluyen a las salmonícolas, ya que éstas cumplen el criterio de calidad establecido.

El valor final de la pesca en cada píxel viene determinado por la suma del valor de los salmónidos y los ciprínidos que en el mismo se producen viniendo representado por la siguiente expresión matemática:

$$V_p = V_s + V_c$$

Donde:

V_p , es el valor de la pesca en el píxel “p” en $\text{€ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

V_s , es el valor de los salmónidos en el píxel “p”.

V_c , es el valor de los ciprínidos en el píxel “p”.

La cobertura de valor representa el valor de la pesca deportiva en las aguas continentales calculado en base a los datos oficiales publicados por el AEA. De esta manera, el valor provincial de la pesca calculado como el promedio de la serie de años 1999-2003, coincide con la representada en la presente cobertura de valor.

6. CONTROL DE LA EROSIÓN

6.1. CONTROL DE LA EROSIÓN

6.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

Los procesos erosivos y la consecuente pérdida de suelo conllevan una serie de costes económicos en los cuales se evita incurrir en cierta medida gracias a la acción de determinados agentes naturales. En concreto, el presente apartado valora los efectos positivos que supone la presencia de vegetación en el territorio, a través de los costes evitados en la limpieza y rehabilitación de los embalses a los cuales llegarían los sedimentos producidos.

6.1.2. METODOLOGÍA

La metodología diseñada considera los efectos que provoca la pérdida de suelo fuera del lugar donde se produce la erosión, motivo por el cual reciben el nombre de efectos *ex situ*, denominándose por extensión el presente servicio control de la erosión *ex situ*.

Como se ha señalado, los indicadores que se emplean con el fin de evaluar los costes de la pérdida de suelo son los embalses, ya que éstos sufren los efectos del depósito de sedimentos dando lugar a su aterramiento y a la consecuente merma o pérdida de la función para la cual fueron construidos, obligando a realizar trabajos de limpieza y dragado o incluso a la construcción de una nueva presa que supla el bien perdido.

El Mapa Forestal de España adaptado a VANE (MFEV) proporciona la localización de los embalses para el conjunto del territorio español, representados en la clase 50 de dicha cartografía. Teniendo en cuenta que todo embalse conlleva la existencia de una presa se considera que éstas son las receptoras últimas del suelo perdido aguas arriba.

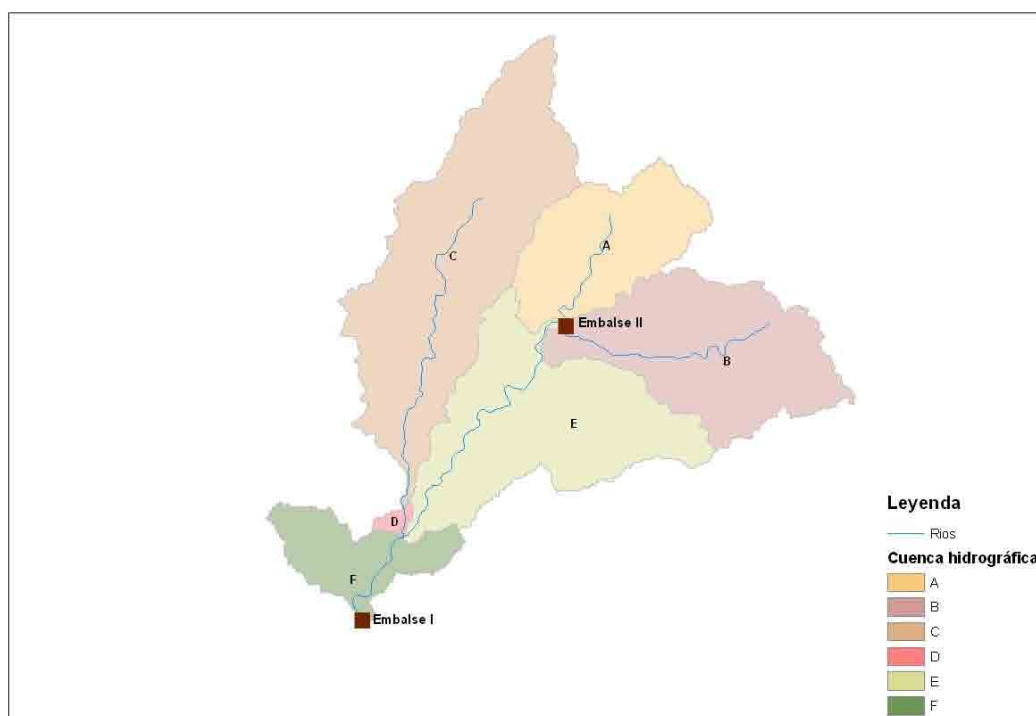
La primera fase metodológica lleva a determinar la superficie del territorio que vierte a cada embalse —o a cada presa según se ha visto—. Para ello, localizados los embalses, se procede a calcular la cuenca vertiente a cada uno de los mismos mediante la aplicación de herramientas SIG y el apoyo del Mapa de Dirección de Flujo facilitado por el MARM, el cual representa la dirección que siguen las corrientes de agua por el territorio español.

Se considera que la totalidad de los sedimentos que alcanzan un embalse son retenidos por su presa, evitando de esta forma que continúen su camino natural aguas abajo. En el presente servicio se entiende por cuenca vertiente “el conjunto de puntos del plano que arrojan sus sedimentos a un embalse”, diferenciándose de esta forma de la definición generalizada de cuenca vertiente, según la cual ésta se corresponde con la porción de terreno que vierte sus aguas hacia un punto determinado. Se acepta como premisa inicial que los sedimentos son retenidos en su totalidad en los embalses, quedando éstos depositados en su lecho y no alcanzando por lo tanto el embalse siguiente situado aguas abajo —a diferencia del

agua que sí seguirá su curso hacia puntos de menor cota—. Expresado de otra manera: la cuenca que vierte sedimentos a un determinado embalse es igual a su cuenca hidrográfica suprimiendo de la misma la subcuenca hidrográfica del embalse inmediatamente superior.

El ejemplo representado en la Figura 21 muestra gráficamente la anterior definición. En éste se supone la existencia de 2 embalses —los embalses I y II— los cuales se alimentan del agua de 6 subcuencas hidrográficas —subcuencas A, B, C, D, E y F—. Según lo explicado, el embalse II recibe sedimentos únicamente de las subcuencas A y B. En cuanto al embalse I, recibirá sedimentos de toda la red de drenaje salvo de las subcuencas A y B, ya que los residuos producidos en estas dos subcuencas quedarán retenidos en la presa del embalse II.

Figura 21. Cuencas vertientes de sedimentos a embalses. Ejemplo de elaboración.

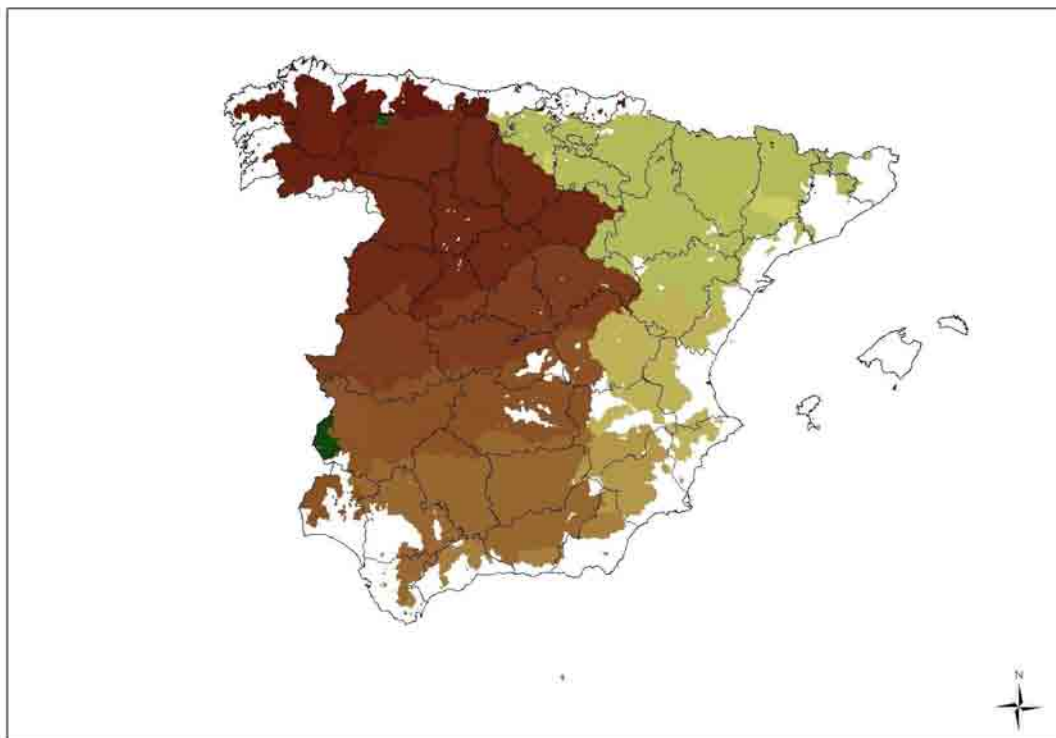


Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de los procesos GIS para el cálculo de cuencas vertientes aplicados sobre la cobertura de embalses y empleando como referencia el modelo de flujo facilitado por el MARM, se obtuvo una cobertura en formato *raster* —con píxeles de 1 ha— en la cual se determina el embalse al que vierte cada una de las celdas. El resultado gráfico de esta operación se recoge en la Figura 22, en la cual se observa coloreada la superficie que vierte a algún embalse y en blanco las cuencas que no lo hacen. Esto puede deberse a diversos motivos: inexistencia de

embalses aguas abajo, cuencas endorreicas según el modelo de flujo, limitaciones del modelo aplicado, etc.

Figura 22. Cuencas vertientes de sedimentos a embalses.



Fuente: Elaboración propia.

Un procesamiento secundario de la cobertura llevó a eliminar la superficie de cuenca vertiente ubicada en el extranjero ya que la vegetación presente en estos puntos —y por lo tanto el servicio de control que proporciona— corresponde a activos extranjeros, no considerados en VANE. De esta forma únicamente se tendrá en cuenta la superficie que retiene suelo localizada en territorio español.

No toda la erosión que se genera en una cuenca vertiente acaba depositándose en los embalses y generando por lo tanto efectos negativos para los mismos, motivo por el que debe determinarse la cuantía de sedimentos que alcanza el vaso. Para ello, se dispone de un estudio publicado por Avendaño Salas *et al.* en 1997, en el cual se determinaron tanto la erosión producida en la cuenca vertiente, como la sedimentación que finalmente llega a 60 embalses españoles a lo largo del año. Estableciendo en el mismo artículo que, como promedio, puede considerarse que el 25 por ciento de la erosión producida en la cuenca alcanza finalmente el vaso; esta relación entre erosión y sedimentación producida recibe el nombre de proporción de sedimentos depositados —cuyas siglas en inglés son SDR—. Los 60 embalses recogidos en el estudio de Avendaño Salas se muestran en la Tabla 87.

Tabla 87. Embalses considerados en Avendaño Salas *et al.* 1997.

Embalses considerados en Avendaño Salas 1997			
Alfonso XIII	Cubillas	Guajaraz	Puente Nuevo
Argos	Cueva Foradada	La Bolera	Puentes
Arquillo de San Blas	Doña Aldonza	La Breña	Ruidecañas
Barasona- Joaquín Costa	El Vado	La Cierva	San Juan
Bembezar	Embarcaderos	La Minilla	Santa Maria de Belsue
Beniarres	Forata	La Sotonera	Santa Teresa
Bornos	Fuensanta	La Tranquera	Santolea
Burgomillodo	Gabriel y Galan	La Viñuela	Taibilla
Buseo	Generalísimo	Linares del Arroyo	Talave
Camarillas	Gergal	Los Bermejales	Torre de Abraham
Cazalegas	Guadalen	Maria Cristina	Torre del Águila
Cenajo	Guadalest	Oliana	Tranco de Beas
Cijara	Guadalhorce	Palmaces	Valdeinferno
Conde de Guadalhorce	Guadalmellato	Pedro Marin	Valuengo
Contreras	Guadalmena	Pena	Yesa

Fuente: Avendaño Salas *et al.* (1997).

Con el fin de aplicar este criterio en VANE, se procedió a calcular la erosión actual que se genera en la cuenca vertiente a cada uno de los 60 embalses citados en el artículo de Avendaño, localizándolos en la cobertura de embalses facilitada para VANE por el MARM. La erosión actual de las cuencas se calculó en base al Mapa de Erosión elaborado específicamente para VANE (MEV) —para mayor información sobre el MEV consultar el Anejo II—. Conocida la erosión producida cada año en cada cuenca, se comparó con la sedimentación que llega a los vasos publicada en el artículo de Avendaño, determinándose el porcentaje de sedimentos que se recibe proveniente de cada cuenca vertiente. En los casos en los que la tasa de sedimentación facilitada en el artículo resulta superior que la erosión actual de la cuenca declarada por el Mapa de Erosión actual empleado en VANE (MEV), se considera el valor promedio de sedimentación facilitado en dicho artículo para el conjunto de los embalses españoles, siendo igual al 25 por ciento —esta discrepancia puede deberse a diferencias entre la información de base empleada en el artículo y la empleada para VANE—. A su vez, se toma este valor promedio (25 por ciento) para todos aquellos embalses no recogidos en el citado estudio de Avendaño Salas, y que sin embargo, aparecen en la cobertura de embalses empleada en VANE. Con este procedimiento se obtiene el porcentaje de erosión que finalmente llega al vaso desde su cuenca vertiente.

Con el fin de conocer la sedimentación que llegaría al embalse en ausencia de vegetación, se aplica el porcentaje (SDR) a la erosión evitada en la cuenca vertiente a cada embalse. Recordar que la erosión evitada se calcula como la diferencia entre la erosión potencial y la erosión actual, siendo la erosión potencial la que ocurriría en ausencia de cubierta vegetal. Por lo tanto, la erosión evitada hace referencia a la capacidad de retención de suelo por parte de la vegetación.

Consecuentemente, la aplicación de la SDR a la erosión evitada supone conocer para cada cuenca vertiente la sedimentación que gracias a la presencia de

vegetación no llega al embalse, evitando de esta forma los costes que el aterramiento supone.

La monetización de la sedimentación evitada —erosión evitada multiplicada por el SDR en tanto por uno—, se realiza en base al valor publicado en el artículo "*The Value of Reservoir Services Gained with Soil Conservation*". En el mismo se establece un coste evitado por tonelada de 0,22 € t⁻¹, siendo por lo tanto el cálculo de valor directo para cada embalse sin más que multiplicar su sedimentación evitada por el coste de la tonelada (22 céntimos de euro).

La asignación de valor al territorio es directa ya que gracias al MEV se conocen las toneladas de erosión evitada —y, por lo tanto las toneladas de sedimentación evitada— por la vegetación en cada píxel del territorio. De esta forma, el valor de cada píxel depende de dos factores; estos son el embalse al que vierte el píxel, y la erosión evitada gracias a la vegetación existente en el píxel:

$$V_p = 0,22 \times Se$$

Donde:

V_p , es el valor del servicio de control de la erosión *ex situ* del píxel "p" en € ha⁻¹ año⁻¹.

0,22, es el coeficiente de monetización de la sedimentación evitada en € t⁻¹.

Se , es la sedimentación que se evita que llegue al vaso del embalse al cual vierte el píxel, siendo igual a la erosión evitada por el píxel multiplicada por la proporción de sedimentos depositados (SDR) característica de la cuenca vertiente al embalse; expresado matemáticamente:

$$Se = SDR \times Ee$$

Donde:

Se , es la sedimentación evitada por el píxel en t ha⁻¹año⁻¹.

SDR , es la proporción de sedimentos depositados calculada a partir del artículo de Avendaño Salas para la cuenca de sedimentos vertiente a cada embalse, en tanto por uno.

Ee , es la erosión evitada calculada a partir del MEV como diferencia entre la erosión potencial —la que ocurriría en ausencia de vegetación en el píxel— y la erosión actual —la que ocurre en la actualidad, con presencia de vegetación—. Expresada en t ha⁻¹año⁻¹, su ecuación matemática es la siguiente:

$$Ee = Ep - Ea$$

Donde:

E_e , es la erosión evitada en $t\ ha^{-1}año^{-1}$.

E_p , es la erosión potencial del píxel según el MEV en $t\ ha^{-1}año^{-1}$.

E_a , es la erosión actual del píxel según el MEV en $t\ ha^{-1}año^{-1}$.

6.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La actual disposición de información precisa y completa sobre la erosión evitada en cada píxel del territorio permite una asignación de valor directa en función de las toneladas de suelo retenidas por la vegetación, no siendo por lo tanto necesario el diseño de una metodología específica para la imputación de valor.

7. TRATAMIENTO DE VERTIDOS

7.1. TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN AGUAS CONTINENTALES

7.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

En el presente apartado se calcula el coste económico en el que se evita incurrir gracias a la depuración de vertidos que realizan las aguas continentales de forma natural.

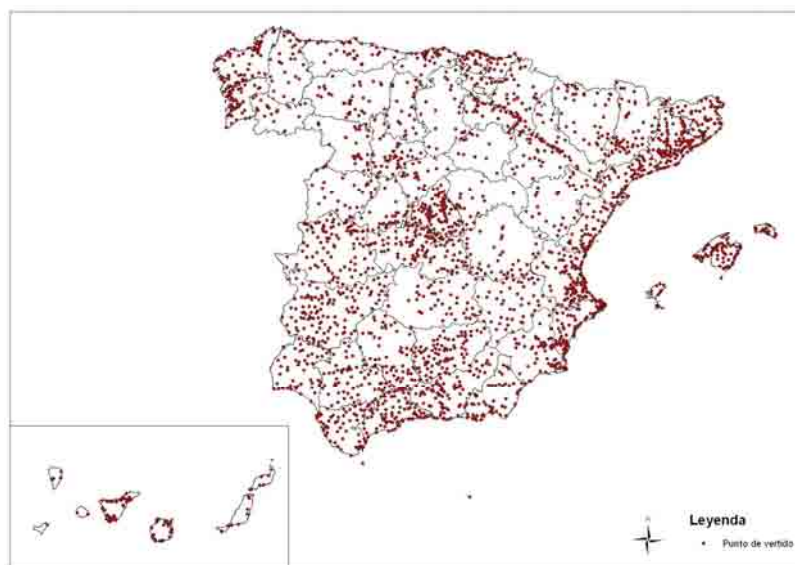
7.1.2. METODOLOGÍA

El método de valoración seleccionado es el de los costes evitados por la acción autodepuradora de las aguas continentales. Esto es, gracias a la capacidad de asimilación natural de contaminantes de los ecosistemas acuáticos se evitan realizar algunos procesos de depuración artificiales, hecho que supone no incurrir en los costes que esta depuración lleva asociados.

La esencia de la metodología consiste en comparar los vertidos realizados con la calidad del medio receptor, evaluando en cada caso la acción depuradora natural y cuantificando los beneficios económicos que supone.

El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), ha facilitado para su empleo en VANE una cobertura cartográfica que recoge los puntos desde los cuales se emiten vertidos al medio natural. Dicha cobertura se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Cobertura de puntos de vertido.



Fuente: MARM.

La tabla de atributos asociada a la cobertura de puntos de vertido recoge la siguiente información de interés para la presente metodología:

- Código único identificador de cada punto.
- Nombre de la EDAR³⁶ que trata el efluente previamente a su vertido.
- Cauce al cual se realiza el vertido.
- Carga actual de la aglomeración urbana en habitantes equivalentes³⁷.
- Carga bruta de DBO₅ del vertido en kg año⁻¹.

Dado que en la presente metodología se aplica únicamente el servicio prestado por las aguas continentales, se procede como paso previo, a seleccionar los puntos de vertido cuyo destino son cursos de aguas continentales. Los criterios seguidos han sido los siguientes:

i) Cauce de vertido.

Empleando como fuente de datos el cauce al que vierte cada punto, se han separado de la base original todos aquellos que vierten a entidades oceánicas: mares, golfos, océanos, bahías, etc. ya que estos efluentes serán recibidos por el medio marino.

A su vez, se han suprimido de la base de datos todos aquellos puntos que vierten a zonas terrestres y artificiales como son: vaguadas, zanjas filtrantes, pozos negros, etc. al no poder imputarse el valor del tratamiento de dichos vertidos a la acción directa de las aguas, ya que en este proceso intervendrán otros factores como la infiltración en el suelo y otros agentes como la acción del sol o la misma acción del hombre para evitar la contaminación.

ii) Comunidades Autónomas insulares.

En las Comunidades Autónomas insulares —Islas Baleares e Islas Canarias— se han asignado al mar todos aquellos puntos para los cuales el campo “cauce de vertido” figuraba en blanco en la base de datos original ante la relativamente elevada probabilidad de que ese sea el destino final de los vertidos.

³⁶ Estación Depuradora de Aguas Residuales.

³⁷ 1 Habitante equivalente (H-E): la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO₅), de 60 gramos de oxígeno por día. Según el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas.

En las Comunidades Autónomas peninsulares se han conservado en la base de datos todos aquellos puntos cuyo campo “cauce de vertido” figura en blanco ante la carencia de información sobre el destino final de estos efluentes.

Una vez seleccionados los puntos de vertido a los cuales se aplicará la presente metodología, se inicia el proceso de valoración de la acción depuradora proporcionada por la naturaleza. Para ello, primeramente, se procede a determinar la carga contaminante vertida al medio como la diferencia entre la emitida y la reducida por la EDAR en caso de que ésta exista.

La cobertura de EDAR existentes a nivel nacional ha sido facilitada por el MARM, representada en la Figura 24.

Figura 24. Cobertura de estaciones depuradoras de aguas residuales.



Fuente: MARM.

La cobertura de EDAR recoge la siguiente información de interés para su empleo en la presente metodología:

- Nombre de la EDAR
- Porcentaje de reducción del contaminante en DBO₅.

Teniendo en cuenta la información recogida en las tablas de atributos de las coberturas anteriormente citadas, se realiza el cálculo de la calidad de los vertidos realizados a las aguas continentales estimada mediante la DBO₅ de cada punto de vertido.

$$DBO_5^{\text{vertido}} (\text{kg/año}) = DBO_5^{\text{efluente}} (\text{kg/año}) \times \text{Reducción}(\%)$$

Donde:

DBO_5^{vertido} , es la DBO_5 con la que se vierte el efluente al medio receptor tras ser tratada por la EDAR, en kg año^{-1} .

DBO_5^{efluente} , es la DBO_5 original del efluente, previamente a ser tratada por la EDAR, en kg año^{-1} .

Reducción, es el tanto por uno en que se reduce la carga de DBO_5 gracias a la acción de la EDAR que lo trata. En caso de que el vertido no reciba tratamiento, el coeficiente de reducción es 1, esto es, el efluente se vierte al medio con la misma carga contaminante que poseía inicialmente.

Con el fin de emplear unidades de medida homogéneas se procede a convertir los datos de DBO_5 recogidos en la cobertura de puntos de vertido de kg año^{-1} a mg l^{-1} mediante la siguiente ecuación matemática:

$$DBO_5^{\text{vertido}} (\text{mg/l}) = \frac{DBO_5^{\text{vertido}} (\text{kg/año}) \cdot 10^6}{\text{Caudal anual} (\text{m}^3/\text{año}) \cdot 10^3}$$

Donde:

DBO_5^{vertido} , es la DBO_5 con la que se vierte el efluente, variable que se convertirá de kg año^{-1} a mg l^{-1} .

Caudal anual, es el caudal anual que se vierte al medio o caudal de salida. A falta de un dato de caudal anual preciso, se ha estimado uno teórico a partir de los habitantes equivalentes servidos. Esto se hace empleando la siguiente relación, obtenida por el Equipo Científico de VANE a través de una regresión de mínimos cuadrados a partir de una muestra suficientemente amplia tomada en la Comunidad Valenciana. Este caudal será el que entre en la EDAR para ser tratado en caso de que el punto cuente con ella:

$$1H - E = 63,97 \text{m}^3 / \text{año}$$

El caudal anual teórico calculado para cada punto de vertido se corresponde con el que finalmente llega al cauce de vertido —salvo en los casos en los que el efluente es tratado previamente por una EDAR— ya que en estas estaciones existen unas pérdidas y, a su vez, hay una parte del volumen que se destina a reutilización. Con el fin de estimar los caudales de salida de las depuradoras, se emplean los coeficientes reductores del caudal para cada Comunidad Autónoma recogidos en la Tabla 88.

Tabla 88. Coeficientes de reducción del caudal tratado por las EDAR.

Comunidad Autónoma	Coefficiente reductor
Andalucía	0,9179
Aragón	0,9916
Asturias (Principado de)	0,9681
Baleares (Illes)	0,6692
Canarias	0,6806
Cantabria	0,9880
Castilla y León	0,9952
Castilla-La Mancha	0,9616
Cataluña	0,9247
Ceuta y Melilla	0,9737
Comunidad Valenciana	0,7712
Extremadura	0,9806
Galicia	0,9962
Madrid (Comunidad de)	0,9257
Murcia (Región de)	0,6987
Navarra (Comunidad Foral de)	1,0000
País Vasco	0,9984
Rioja (La)	0,9989

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir de datos del INE (2005).

De esta forma el caudal de salida de las depuradoras vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_e \times \text{Coeficiente}$$

Donde:

Q_s , es el caudal de salida de la EDAR.

Q_e , es el caudal de entrada en la EDAR, determinado según se ha visto, por los habitantes equivalentes correspondientes a cada punto de vertido.

Coeficiente, es el coeficiente reductor del caudal recogido en la Tabla 88.

Una vez se ha calculado la calidad del efluente que es emitido por cada punto de vertido —como se ha indicado la calidad es evaluada mediante el parámetro DBO_5 —, se procede a compararla con la calidad del medio receptor. Para ello, se dispone de una cobertura digital que recoge la calidad de las aguas continentales específicamente elaborada para el presente proyecto, denominada Mapa de

Calidad de Aguas de VANE con siglas MCAV³⁸. Dicho mapa, proporciona la calidad de las aguas —por medio del parámetro DBO_5 — a nivel de subcuenca hidrográfica, por lo que la comparación entre la calidad del vertido y la calidad del receptor se realiza a nivel de subcuenca. Así, conociendo la subcuenca en la que se ubica cada punto de vertido, se compara la calidad del punto con la de la subcuenca, dando lugar de esta forma a conocer cuál es el coste evitado en la depuración del mismo.

El valor económico se calcula para cada punto de vertido aplicando la curva logística diseñada por el Equipo Científico de VANE, la cual sigue un modelo *Box-Cox*, con costes marginales crecientes en función de la calidad del vertido final y con rendimientos crecientes de escala. Este ha sido desarrollado a partir de una muestra suficiente de EDAR de la Comunidad Valenciana:

$$\frac{CD^\lambda - 1}{\lambda} = \alpha_1 \cdot Q + \alpha_2 \cdot DBO_5$$

Donde:

CD , es el coste medio de depuración, en unidades de coste anual equivalente, medido en € m^{-3} .

Q , es el caudal anual de entrada en la EDAR medido en $\text{m}^3\text{año}^{-1}$. En caso de que el punto de vertido no disponga de EDAR dicho caudal coincide con el de salida.

DBO_5 , es la concentración del vertido medida en mg l^{-1} .

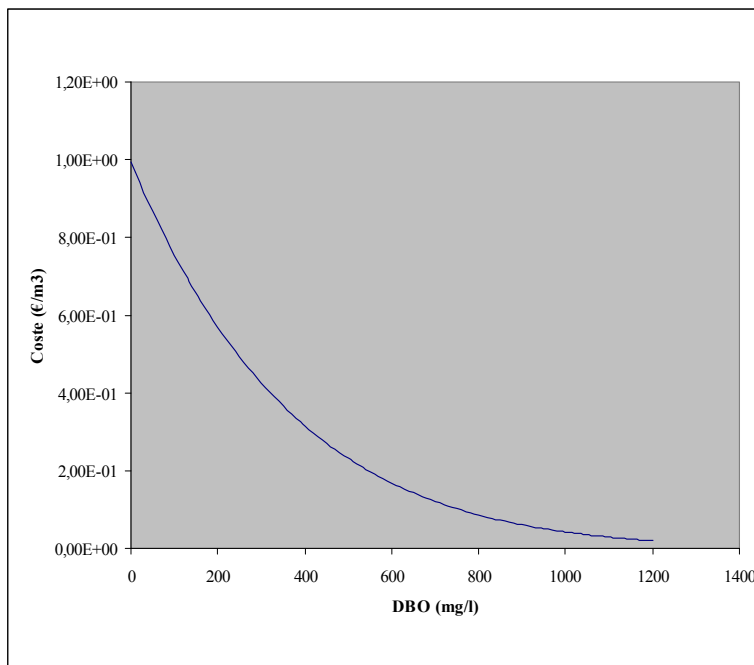
λ , es un coeficiente *Box-Cox* de transformación de la variable dependiente, con un valor estimado de 0,100264.

α_1 , es el coeficiente lineal del volumen de agua tratado, con un valor estimado de -0,00000009.

α_2 , es un coeficiente lineal de la concentración de salida, con un valor estimado de -0,00271306.

³⁸ La información detallada sobre la elaboración del MCAV puede consultarse en el Anejo II.

Gráfico 2. Curva de costes unitarios de depuración, en función de la DBO₅ resultante, para un caudal tratado de 65.017 m³ año⁻¹.



Fuente: Equipo Científico de VANE.

Con esta función se calcula el coste unitario de depuración de cada uno de los puntos de vertido —a partir de su DBO₅ y su caudal anual—, y por consiguiente, se calcula el coste adicional por metro cúbico que se requeriría para depurar la DBO₅ de cada efluente para llevarlo hasta el nivel de calidad del medio receptor. Esta premisa, lleva a considerar que el medio natural presta el servicio de depuración siempre que su calidad sea superior a la del vertido, esto es, cuando la DBO₅ del vertido sea superior a la del medio receptor. En caso contrario, las aguas continentales no proporcionan el servicio de tratamiento, por lo que estos puntos de vertido aportarán un valor nulo en el sistema de valoración diseñado.

El valor anual del servicio vendrá dado por la diferencia entre los costes anuales asociados a la depuración de las dos cargas contaminantes comparadas: la del vertido y la del medio receptor.

Así pues, en caso de que la DBO₅ del punto de vertido sea mayor que la DBO₅ de la subcuenca hidrográfica, el medio receptor presta servicio de depuración, siendo valorado económicamente mediante la siguiente ecuación:

$$V_v (\text{€} / \text{m}^3) = CD_{\text{cauce}} - CD_{\text{vertido}}$$

Donde:

V_v , es el valor que supone el tratamiento del vertido “v” realizado por el medio receptor en € m^{-3} .

CD_{cauce} , es el coste medio de depuración de las aguas del medio receptor en € m^{-3} , calculado a partir del modelo *Box-Cox*, introduciendo en el mismo el dato de la DBO_5 de la subcuenca receptora.

$CD_{vertido}$, es el coste medio de depuración del vertido en € m^{-3} , calculado a partir del modelo *Box-Cox* anteriormente explicado, introduciendo en el mismo el dato de la DBO_5 del vertido.

El valor anual del servicio viene dado por la multiplicación del valor anterior (V_v) por el caudal de entrada (Q en $\text{m}^3\text{año}^{-1}$):

$$V_v(\text{€ / año}) = V_v(\text{€ / m}^3) \times Q(\text{m}^3 / \text{año})$$

Donde:

$V_v(\text{€ año}^{-1})$, es el valor anual del tratamiento del vertido debido al punto “v”.

$V_v(\text{€ m}^{-3})$, es el valor del servicio por volumen de efluente.

$Q(\text{m}^3 \text{año}^{-1})$, es el caudal de entrada en la EDAR. En caso de que el punto de vertido no disponga de EDAR dicho caudal coincide con el de salida.

7.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El valor económico es imputado al territorio en dos niveles: subcuenca hidrográfica y píxel.

En un primer nivel se procede a calcular el valor total del servicio en cada subcuenca hidrográfica, mediante la agregación del valor de la totalidad de puntos que vierten a cada subcuenca. Es importante recalcar que únicamente aportan valor al sistema aquellos puntos cuya DBO_5 sea superior a la del medio receptor.

$$V_s(\text{€ / año}) = \sum_{i=1}^n V_i(\text{€ / año})$$

Donde:

V_s , es el valor del servicio de tratamiento de vertidos en la subcuenca “s”.

V_i , representa el sumatorio del valor de todos los puntos que vierten contaminantes a la subcuenca “s”.

Una vez se ha obtenido el valor del servicio para cada una de las subcuencas hidrográficas, en un segundo nivel de asignación, de detalle superior al anterior, se procede a imputar el valor que corresponde a cada píxel del mapa.

Esta segunda distribución se fundamenta en la premisa del mayor valor relativo que deben poseer las celdas del mapa que aportan una mayor cantidad de agua a la red de drenaje, ya que estas aportaciones contribuyen directamente a diluir los contaminantes que son vertidos a la red. Con este fin, se emplea el modelo SIMPA, el cual ofrece la esorrentía total para cada celda del mapa. A su vez, se toman en consideración la totalidad de píxeles que aportan agua a la subcuenca que recibe el vertido, ya que es en el conjunto de los mismos donde reside el origen del presente servicio. De esta forma, el valor que recibe cada píxel por el vertido realizado en la subcuenca “s”, situada aguas abajo al mismo, es el resultado de la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{E_p}{\sum_{i=1}^m E_i} \times V_s$$

Donde:

V_p , es el valor del píxel “p” en € ha⁻¹ año⁻¹.

E_p , es la esorrentía total del píxel “p” según el modelo SIMPA.

E_i , representa el sumatorio de la esorrentía total producida en la cuenca vertiente a la subcuenca “s”, la cual recibe el vertido. Dicho de otra forma, es la esorrentía total generada en la red de drenaje situada aguas arriba a la subcuenca “s” y que por lo tanto contribuye a la dilución del vertido.

V_s , es el valor del servicio en la subcuenca “s”, el cual es repartido mediante la presente fórmula a todos los píxeles que le aportan agua superficial.

La agregación de los valores correspondientes a cada píxel en virtud de las subcuencas receptoras de vertidos situadas aguas abajo, será el valor total del servicio en dicho píxel, siendo el representado en la cobertura *raster*.

7.2. TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN EL OCÉANO

7.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La metodología seguida para la valoración del tratamiento de vertidos realizado por las aguas oceánicas, guarda similitudes significativas con la metodología diseñada para el servicio análogo realizado por las aguas continentales. De esta forma, se valora el coste en el que se evita incurrir gracias a la acción autodepuradora del mar, en lugar de aplicarse tratamientos de depuración artificiales.

7.2.2. METODOLOGÍA

El método aplicado es el de los costes evitados en la depuración de los vertidos por la acción depuradora natural de mares y océanos. La base del proceso consiste en comparar la calidad del vertido realizado con la calidad del medio que lo recibe, determinando de esta forma si el mar presta el servicio —al igual que en el caso de las aguas continentales, las aguas marinas prestarán servicio cuando su calidad sea superior a la del vertido— y calcular la cuantía económica del servicio prestado.

Las variables de interés para la presente valoración, recogidas dentro de la cobertura de puntos de vertido facilitada por el MARM, son las siguientes:

- Código único identificador de cada punto.
- Nombre de la EDAR que trata el efluente previamente a su vertido.
- Cauce al cual se realiza el vertido.
- Carga actual de la aglomeración urbana en habitantes equivalentes.
- Carga bruta de DBO₅ del vertido en kg año⁻¹.

Son relevantes las siguientes variables recogidas en la cobertura de EDAR, facilitada por el MARM, de cara a la valoración del servicio:

- Nombre de la EDAR.
- Porcentaje de reducción del contaminante en DBO₅.

Los puntos de vertido que se valoran mediante esta vía metodológica son todos aquellos vertidos de la cobertura del MARM que no fueron valorados por la vía diseñada para el tratamiento de las aguas continentales, excepto los puntos que fueron descartados previamente por verter a superficies no acuáticas: vaguadas, zanjas filtrantes, pozos negros, etc. éstas recibirán valor nulo. Por lo tanto, se consideran los puntos que realizan su vertido a entidades oceánicas según el campo “cauce de vertido” y los puntos ubicados en los archipiélagos canario y balear.

Dado que algunos puntos de vertido disponen de una EDAR asociada en la que se trata el efluente de manera previa a su emisión al medio receptor, se calcula la carga de contaminantes emitida al medio aplicando la reducción de DBO₅ que realice cada EDAR:

$$DBO_5^{vertido} \text{ (kg/año)} = DBO_5^{efluente} \text{ (kg/año)} \times Reducción(\%)$$

Donde:

$DBO_5^{vertido}$, es la DBO₅ con la que se vierte el efluente al medio receptor tras ser tratada por la EDAR, en kg año⁻¹.

$DBO_5^{efluente}$, es la DBO₅ original del efluente, previamente a ser tratada por la EDAR, en kg año⁻¹.

Reducción, es el porcentaje en que se reduce la carga de DBO₅ gracias a la acción de la EDAR que lo trata. Aquellos vertidos que no se traten en una EDAR antes de ser arrojados al mar no verán reducida su carga contaminante por lo que su DBO₅ permanece invariable.

La conversión de unidades de la DBO₅ de kg año⁻¹ a mg l⁻¹, se realiza de manera análoga a la expuesta para el tratamiento de aguas continentales:

$$DBO_5^{vertido} \text{ (mg/l)} = \frac{DBO_5^{vertido} \text{ (kg/año)} \cdot 10^6}{Q_a \text{ (m}^3\text{/año)} \cdot 10^3}$$

Donde:

$DBO_5^{vertido}$, es la DBO₅ con la que se vierte el efluente, variable que se convertirá de kg año⁻¹ a mg l⁻¹.

Q_a , es el caudal anual que se vierte al medio o caudal de salida. Se calcula a partir de la carga de habitantes equivalentes (*H-E*) de cada punto de vertido, según la relación obtenida por el Equipo Científico de VANE; este caudal será el que entre en la EDAR para ser tratado en caso de que el punto de vertido cuente con ella:

$$1H - E = 63,97m^3 / año$$

Los vertidos que son tratados en una estación depuradora antes de su emisión al medio, sufren una reducción de su caudal de salida ya que parte del agua es reutilizada por la EDAR. Los coeficientes de reducción del caudal de salida se ofrecen para cada Comunidad Autónoma en la Tabla 88 —incluida en el apartado dedicado al tratamiento de vertidos por las aguas continentales—. El caudal de salida de las depuradoras vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_e \times \text{Coeficiente}$$

Donde:

Q_s , es el caudal de salida de la EDAR.

Q_e , es el caudal de entrada en la EDAR, determinado según se ha visto anteriormente, por los habitantes equivalentes correspondientes a cada punto de vertido.

Coeficiente, es el coeficiente reductor del caudal recogido en la Tabla 88.

La cuantificación del coste evitado se realiza para cada punto de vertido aplicando la ecuación matemática citada en el apartado correspondiente al tratamiento de vertidos por las aguas continentales y obtenida mediante un modelo *Box-Cox*:

$$\frac{CD^{\lambda} - 1}{\lambda} = \alpha_1 \cdot Q + \alpha_2 \cdot DBO_5$$

Donde:

CD , es el coste medio de depuración, en unidades de coste anual equivalente, medido en € m⁻³.

Q , es el caudal anual de entrada en la EDAR medido en m³año⁻¹. En caso de que el punto de vertido no disponga de EDAR dicho caudal coincide con el de salida.

DBO_5 , es la concentración del vertido medida en mg l⁻¹.

λ , es un coeficiente *Box-Cox* de transformación de la variable dependiente, con un valor estimado de 0,100264.

α_1 , es el coeficiente lineal del volumen de agua tratado, con un valor estimado de -0,00000009.

α_2 , es un coeficiente lineal de la concentración de salida, con un valor estimado de -0,00271306.

Ante la ausencia de información específica completa para el conjunto del litoral español sobre la calidad de las aguas marinas en términos de DBO_5 , se ha recurrido a estimar dicha calidad a partir de la aptitud para el baño de las playas españolas. Esta clasificación, se ha obtenido para las playas recogidas en el documento publicado por el Ministerio de Sanidad y Consumo “*Calidad de las*

*aguas de baño en España*³⁹. En el mismo se facilita el nombre de la playa, su municipio y la aptitud de sus aguas para el baño según las categorías recogidas en la Tabla 89.

Tabla 89. Clasificación de las playas según su aptitud para el baño.

Calidad	Descripción
2	Aguas aptas para el baño, de muy buena calidad
1	Aguas aptas para el baño de buena calidad
0	Aguas no aptas para el baño
P	Prohibición del baño durante toda la temporada
SC	Sin calificar por no cumplir el número mínimo de muestreos

Fuente: Ministerio de Sanidad y Consumo.

Analizada la tabla anterior se procedió a reclasificar dichas categorías según el siguiente criterio:

- Si las playas son aptas para el baño: clases 1 y 2; el mar depura satisfactoriamente el vertido producido, por lo que se considera que sus aguas prestan dicho servicio, siendo consecuentemente valorado.
- Si las playas no son aptas para el baño: clases 0 y P; el mar no logra depurar el vertido; por lo tanto sus aguas no prestan este servicio y consecuentemente no será valorado.
- Las playas sin clasificar: clase SC; no se tienen en cuenta en la evaluación de si el mar presta o no servicio ante la ausencia de datos.

Una vez finalizada la reclasificación, se incluyeron estos datos de calidad en la tabla de atributos de la cobertura de playas (MPV) —puede encontrarse información detallada sobre el Mapa de Playas de VANE, o MPV, en el Anejo II— con el fin de conocer la localización de las playas no aptas para el baño, apareciendo únicamente 5 casos en España —de las cuales 1 es de tipo “P” y 4 de tipo “0”—.

Analizando manualmente sobre el SIG cada una de las playas no aptas para el baño, se calculó la distancia al punto de vertido más cercano, determinando de esta manera si el mar logra depurar satisfactoriamente cada uno de esos vertidos cercanos a playas contaminadas.

³⁹ Calidad de las aguas de baño en España. Informe técnico temporada 2007. Resumen. Ministerio de Sanidad y Consumo, 2007.

Resultando que de los cinco puntos de vertido más próximos a cada una de las 5 playas contaminadas, en tres casos se determina que el mar no logra depurar el vertido dada la cercanía del punto a la playa —en la Figura 25 se muestra un ejemplo de estos casos—, mientras en los restantes dos casos se ha considerado que el mar sí logra depurar el vertido más próximo, ya que existen criterios válidos para esta decisión: el vertido está alejado de la playa, contiguamente a la playa contaminada existe otra más cercana al vertido y que sin embargo es apta para el baño, etc.

Figura 25. Ejemplo de punto de vertido no depurado por el mar.



Fuente: Elaboración propia.

Como se ha indicado, los tres puntos cuyos vertidos no son tratados por el mar se valoran con valor nulo, por lo que son suprimidos de la base de datos de cara a los siguientes pasos encaminados a calcular el valor económico del servicio mediante la diferencia del coste medio de depuración del vertido y el coste medio de depuración del medio receptor.

La curva obtenida para explicar los costes medios de depuración en función de la DBO_5 y el caudal de entrada en la EDAR permite conocer el coste adicional por m^3 que se requeriría para depurar la DBO_5 de cada efluente para llevarlo hasta el nivel de calidad del medio receptor. Por lo tanto, el valor del servicio prestado por el medio marino para cada punto de vertido se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$V_v (\text{€} / m^3) = CD_{\text{mar}} - CD_{\text{vertido}}$$

Donde:

V_v , es el valor que supone el tratamiento del vertido “v” realizado por el medio marino en € m⁻³.

CD_{mar} , es el coste medio de depuración de las aguas del medio marino en € m⁻³, calculado a partir del modelo *Box-Cox*, introduciendo en el mismo el dato de la DBO₅ del mar, tomando un valor determinado por el Equipo Científico de VANE igual a cero.

$CD_{vertido}$, es el coste medio de depuración del vertido en € m⁻³, calculado a partir del modelo *Box-Cox* anteriormente explicado, introduciendo en el mismo el dato de la DBO₅ del vertido.

El valor anual del servicio se calcula mediante la multiplicación del valor anterior (V_v) por el caudal de entrada a la EDAR (Q en m³año⁻¹) —el cual se recuerda que tiene valor igual al de salida en los puntos que carecen de EDAR—:

$$V_v(\text{€} / \text{año}) = V_v(\text{€} / \text{m}^3) \times Q(\text{m}^3 / \text{año})$$

Donde:

V_v (€ año⁻¹), es el valor anual del tratamiento del vertido debido al punto “v”.

V_v (€ m⁻³), es el valor del servicio por m³ de efluente.

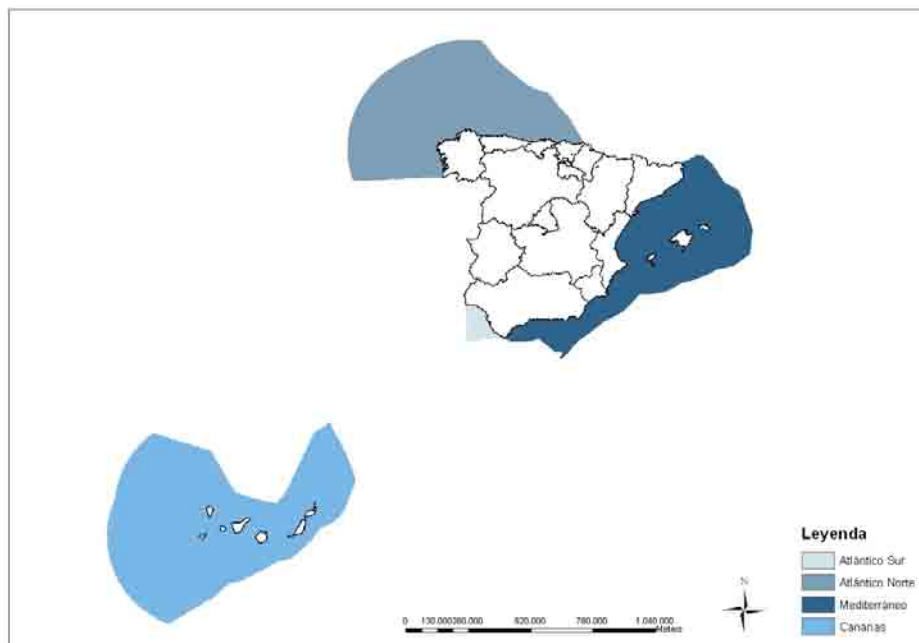
Q (m³ año⁻¹), es el caudal de entrada en la EDAR. En caso de que el punto de vertido no disponga de EDAR dicho caudal coincide con el de salida.

7.2.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

La asignación de valor se realiza por grandes zonas marinas (Figura 26), habiéndose distinguido las siguientes en coherencia con los restantes servicios oceánicos considerados en VANE:

- Atlántico Norte
- Atlántico Sur
- Mediterráneo
- Islas Canarias

Figura 26. Regiones oceánicas de valoración del tratamiento de vertidos.



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de valorar cada una de las regiones anteriores se procede a sumar el valor económico de todos los puntos que vierten a una misma región:

$$V_r (\text{€ / año}) = \sum_{i=1}^n V_i (\text{€ / año})$$

Donde:

V_r , es el valor del servicio de tratamiento de vertidos en la región oceánica "r".

V_i , representa el sumatorio del valor de todos los puntos que vierten contaminantes a la región "r".

Por lo tanto, el valor de cada hectárea será el resultado de dividir el valor total de la región entre su superficie:

$$V_p = \frac{V_r}{S_r}$$

Donde:

V_p , es el valor del píxel “p” en € ha⁻¹año⁻¹.

V_r , es el valor total de la región “r” en € año⁻¹.

S_r , es la superficie de la región “r” en ha.

Conocido el valor de cada píxel, se procede a representarlo en formato *raster* obteniendo de esta forma la cobertura de valor del presente servicio.

8. CAPTURA DE CARBONO

8.1. CAPTURA DE CARBONO POR EL ARBOLADO

8.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El servicio de captura de carbono realizado por el arbolado forestal evalúa el carbono fijado como consecuencia del incremento anual de biomasa de los pies, no considerándose en este apartado las especies agrícolas al ser éstas objeto de un proceso de valoración específico.

8.1.2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para la valoración de este servicio es la estimación de los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa de vegetación en ecosistemas forestales, empleando como dato de base el incremento anual de volumen con corteza (IAVC) suministrado por el “*Inventario Forestal Nacional*” (IFN). Conocidos estos incrementos se procederá a cuantificar y valorar el carbono fijado anualmente.

El IFN ofrece datos de IAVC para la totalidad de masas forestales arboladas españolas desglosado por especies. Sin embargo, no todo el crecimiento anual fija dióxido de carbono (CO₂) de manera estable, esto es debido a las cortas y aprovechamientos madereros que se llevan a cabo en los montes. De esta forma, únicamente se considera como biomasa fijadora de carbono a largo plazo aquella que permanece en el bosque sin ser cortada, expresado matemáticamente: se considera que el único crecimiento de biomasa que fija carbono es el IAVC declarado por el IFN, una vez se le ha restado el volumen anual cortado para madera y el volumen anual cortado para leña.

$$IAVCN_s^p = IAVC_s^p - Pm_s^p - Pl_s^p$$

Donde:

$IAVCN_s^p$, es el crecimiento anual de la biomasa arbórea de la especie “s” en el píxel “p” que fija carbono de manera estable, o incremento anual neto de volumen con corteza. Variable expresada en m³ ha⁻¹ año⁻¹.

$IAVC_s^p$, es el incremento anual de volumen con corteza⁴⁰ de la especie “s” en el píxel “p”, con datos en m³ ha⁻¹ año⁻¹.

⁴⁰ La metodología seguida para la imputación del incremento de volumen a cada píxel del territorio puede ser consultada en el capítulo dedicado a la valoración de la producción maderera.

Pm_s^p , es la producción maderera de la especie “s” en el píxel “p” en $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, calculada mediante la metodología explicada en el capítulo dedicado a la producción de madera.

Pl_s^p , es la producción de leña de la especie “s” en el píxel “p” en $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, calculada mediante la metodología explicada en el capítulo dedicado a la producción de leña.

La ecuación anterior permite obtener el dato de partida para cuantificar el volumen de CO_2 capturado por las masas forestales arboladas, ya que ofrece como dato de salida el crecimiento neto en volumen de los fustes de los árboles presentes en cada píxel (*IAVCN*).

Como paso previo, para continuar con el proceso, se convierte el incremento de biomasa en unidades de volumen a incremento de biomasa en unidades de masa, para lo cual se aplica la densidad de la madera de cada especie proporcionada por el Equipo Científico de VANE a partir de bibliografía forestal especializada. Para aquellas especies de las que se desconoce su densidad se aplica el valor promedio calculado a nivel de división taxonómica —conífera o frondosa—. La Tabla 90 recoge los valores de densidad empleados en la presente valoración.

Tabla 90. Densidad de la madera por especie y división taxonómica. Datos en kg m^{-3} .

Frondosas	Densidad	Coníferas	Densidad
<i>Juglans regia</i>	670	<i>Pinus uncinata</i>	500
<i>Populus sp.</i>	440	<i>Pinus sylvestris</i>	520
<i>Alnus glutinosa</i>	530	<i>Pinus nigra</i>	580
<i>Fagus sylvatica</i>	710	<i>Pinus pinaster</i>	540
<i>Castanea sativa</i>	590	<i>Pinus pinea</i>	590
<i>Quercus petraea</i>	710	<i>Pinus halepensis</i>	450
<i>Quercus robur</i>	710	<i>Pinus radiata</i>	500
Otros <i>Quercus</i>	700	<i>Abies sp.</i>	460
<i>Ulmus sp.</i>	650	Enebros	648
<i>Eucalyptus sp.</i>	740	Sabinas	648
<i>Fraxinus sp.</i>	700		
Promedio	650		543,6

Fuente: Guindeo *et al.*, 1997.

Conocida la densidad, el paso de unidades de volumen a unidades de masa es inmediato:

$$IBN_s^p = IAVCN_s^p \times \delta_s$$

Donde:

IBN_s^p , es el incremento anual neto de biomasa de la especie “s” en el píxel “p” en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

$IAVCN_s^p$, es el incremento anual neto de volumen con corteza de la especie “s” en el píxel “p” en $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

$\bar{\delta}_s$, es la densidad de la especie “s” en kg m^{-3} .

La ecuación anterior proporciona el incremento anual de biomasa atribuible a los fustes existentes en cada píxel —el IAVC publicado por el IFN hace referencia únicamente a los fustes no al conjunto del árbol—. Sin embargo, es todo el cuerpo del árbol y no sólo su fuste el que almacena carbono.

Para obtener la masa de todo el árbol se emplean los factores calculados para cada especie a partir de Montero *et al.* (2005); en los casos para los que dicha publicación no proporciona valores a nivel de especie se asignan los promedios calculados a nivel de división taxonómica. En concreto, Montero *et al.* (2005) proporciona los siguientes datos expresados en toneladas para una serie de especies de coníferas y frondosas:

- Biomasa del fuste (Bf)
- Biomasa de las hojas (Bh)
- Biomasa total del árbol (Bt)

Mediante una sencilla relación puede calcularse el porcentaje de masa que supone el fuste respecto al total del árbol, descontando del cálculo las hojas, ya que se han considerado como un almacén inestable de carbono:

$$\%F = \frac{Bf}{Bt - Bh}$$

Donde:

$\%F$, es el porcentaje que supone la masa del fuste respecto a la de todo el árbol. Este coeficiente se expresará mediante el acrónimo MSF —materia seca del fuste respecto al total del árbol—.

Bf , es la masa de fuste en t.

Bt , es la masa total del árbol en t.

Bh , es la masa de las hojas en t.

Aplicando el coeficiente anterior al crecimiento anual de biomasa, se obtiene el incremento anual de biomasa total de los árboles de cada especie en cada píxel:

$$IBNA_s^p = \frac{IBN_s^p}{MSF_s}$$

Donde:

$IBNA_s^p$, es el incremento anual neto de biomasa de los árboles completos de la especie "s" en el píxel "p", en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

IBN_s^p , es el incremento anual neto de biomasa de los fustes de la especie "s" en el píxel "p" en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

MSF_s , es el porcentaje de masa del fuste de la especie "s" con respecto al total del árbol expresado en tanto por uno.

Una vez se dispone de la biomasa forestal arbolada que anualmente captura CO_2 de manera estable en cada píxel, se debe calcular la masa de carbono almacenada por la misma. Para ello, se emplea la relación existente entre el peso de la madera y el peso del carbono contenido en la misma; esta relación se ha publicado para una serie de especies en Montero *et al.* (2005), en el caso de las especies que no figuran en dicha publicación se ha empleado el valor promedio obtenido a nivel de división taxonómica. La expresión matemática de dicho cálculo es la siguiente:

$$Cf_s^p = IBNA_s^p \times MSC_s$$

Donde:

Cf_s^p , es el carbono fijado por la especie "s" en el píxel "p", en $\text{t ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

$IBNA_s^p$, es el incremento anual neto de biomasa de los árboles de la especie "s" en el píxel "p" en $\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

MSC_s , es el contenido porcentual de carbono en peso de la especie "s" expresado en tanto por uno.

La conversión de volumen de carbono fijado a volumen de CO_2 es inmediata aplicando los correspondientes pesos moleculares:

$$\text{CO}_2 f_s^p = Cf_s^p \times \frac{Pm\text{CO}_2}{PmC} = Cf_s^p \times \frac{44}{12}$$

Donde:

$CO_2f_s^p$, es el dióxido de carbono anualmente fijado por los árboles de la especie "s" en el píxel "p" en $kg\ ha^{-1}año^{-1}$.

Cf_s^p , es el carbono fijado por la especie "s" en el píxel "p" en $kg\ ha^{-1}año^{-1}$.

$PmCO_2$, es el peso molecular del dióxido de carbono en unidades de masa atómica.

PmC , es el peso atómico del carbono en unidades de masa atómica.

La monetización se realiza aplicando el precio medio de la tonelada de CO_2 determinado por el Equipo Científico de VANE a partir de los datos de European Climate Exchange (ECX)⁴¹, siendo igual a $19,8\ €\ t^{-1}$. De esta forma, el valor del carbono capturado por cada especie en cada píxel (V_s^p) es el resultado de la siguiente multiplicación:

$$V_s^p = 19,8 \times CO_2f_s^p$$

Siendo por lo tanto el valor total de cada píxel el resultado de sumar los valores de todas las especies arbóreas presentes en el mismo:

$$V^p = \sum_{i=1}^n V_i^p$$

Donde:

V^p , es el valor total de la captura de carbono realizada por la vegetación arbórea del píxel "p" en $€\ ha^{-1}año^{-1}$.

V_i , representa el sumatorio del valor del servicio prestado por cada una de las especies presentes en el píxel en $€\ ha^{-1}año^{-1}$.

8.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El proceso metodológico expuesto permite calcular el valor del servicio en cada píxel del territorio a partir de sus datos de IAVC, motivo por el cual no ha sido necesario diseñar un sistema específico de asignación al territorio.

⁴¹ <http://www.ecx.eu/>

8.2. CAPTURA DE CARBONO POR EL MATORRAL

8.2.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El presente servicio tiene por objeto la valoración del carbono fijado por los matorrales y arbustos.

8.2.2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para valorar este servicio es una vez más la estimación de los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa de vegetación en ecosistemas forestales. Sin embargo, dado que en este caso no se dispone de información de base similar a la empleada para los árboles —el IFN en su última edición (IFN3) no recoge datos sobre el incremento anual de volumen del matorral— se emplearán fuentes bibliográficas que suministran los datos necesarios para realizar la valoración.

La relativamente escasa información cartográfica sobre las características del matorral a nivel nacional: especies presentes, crecimiento, contenido de carbono en su biomasa, etc. ha llevado al desarrollo de una metodología de valoración que se adapta a las fuentes de información disponibles. El proceso consiste en analizar las variaciones de la biomasa de matorral entre ediciones sucesivas del IFN, determinando de esta manera el crecimiento del mismo. Esta magnitud física se emplea como base para la monetización del servicio.

El IFN ofrece para cada una de sus parcelas de muestreo los siguientes datos del matorral presente en la misma:

- Especie
- Fracción de Cobertura Cubierta (Fcc)
- Altura media

Por lo tanto, no recoge datos volumétricos del mismo a diferencia de lo que ocurre en el estrato arbóreo, para el cuál sí se publican las variables dasométricas de existencias y crecimiento anual.

Esta carencia se ha solventado con la introducción en el modelo del concepto de densidad aparente de matorral; definida como la biomasa de matorral —en unidades de peso— a la que equivale el volumen de un cilindro cuya base es la superficie ocupada por la Fcc del matorral —en unidades de superficie— y cuya altura es la altura media del matorral —en unidades de longitud—, viniendo por lo tanto expresada en masa por metro cúbico. De esta forma, la densidad aparente representa el peso o biomasa de matorral contenida en el interior de un volumen cilíndrico denominado volumen aparente:

$$d_a = \frac{B}{Fcc \times SUP \times h}$$

Donde:

d_a , es la densidad aparente del matorral, en $t\ m^{-3}$.

B , es la biomasa de matorral, en t.

Fcc , es la fracción de cabida cubierta por el matorral, en tanto por uno.

SUP , es la cabida total en la que se encuentra el matorral, en m^2 .

h , es la altura del matorral, en m.

Siendo el volumen aparente ocupado por el matorral (V_a):

$$V_a = Fcc \times SUP \times h$$

La densidad aparente de las especies arbustivas se toma del "*Estudio de los recursos de fitomasa en Galicia*", (Xunta de Galicia, 1997), en el cual se ofrecen datos a nivel de género: *Cytisus*, *Erica*, *Retama*, *Ulex* y *Papilionoideae*. A su vez, el estudio "*Estimación de la producción de biomasa en la provincia de Cuenca*" (Tecnoma, 2007)⁴² ofrece datos para *Quercus coccifera* y *Genista sp.* En el caso de las restantes especies de matorral recogidas en el IFN y de las que no se dispone de datos sobre su densidad aparente, se les ha asignado el valor promedio por semejanza de género o división taxonómica.

Las parcelas del IFN en las cuales se registran datos de matorral tienen $314,16\ m^2$, siendo parcelas circulares con 10 m de radio. Así pues, la superficie de la parcela cubierta por cada especie de matorral será el resultado de la siguiente ecuación:

$$Sm_s^p = 314,1593 \times Fcc_s^p$$

Donde:

Sm_s^p , es la superficie cubierta por el matorral de la especie "s" en la parcela "p" en m^2 .

Fcc_s^p , es la fracción de cabida cubierta por la especie "s" en la parcela "p" en tanto por uno.

⁴² "Estimación de la producción de biomasa en la provincia de Cuenca". Estudio presentado en "La biomasa forestal como fuente de energía y desarrollo rural", Universidad Internacional Menéndez Pelayo, 2007.

De esta forma, tal como se ha visto, el volumen aparente de cada especie existente en cada parcela será la multiplicación de la superficie ocupada por la altura del matorral:

$$Vm_s^p (m^3) = Sm_s^p \times h_s^p$$

Donde,

Vm_s^p , es el volumen de matorral de la especie “s” existente en la parcela “p”, en m^3 .

Sm_s^p , es la superficie cubierta por el matorral de la especie “s” en la parcela “p”, en m^2 .

h_s^p , es la altura media del matorral “s” en la parcela “p”, en m.

La biomasa de matorral que corresponde al volumen calculado vendrá determinada por la densidad aparente del mismo:

$$B_s^p = Vm_s^p \times d_a^s$$

Donde:

B_s^p , es la biomasa de la especie “s” en la parcela “p”, en t.

Vm_s^p , es el volumen de matorral de la especie “s” existente en la parcela “p”, en m^3 .

d_a^s , es la densidad aparente de la especie de matorral “s”, en $t m^{-3}$.

Siendo por lo tanto la biomasa total de matorral existente en la parcela el agregado de todas las especies presentes en la misma:

$$B_0^p = \sum_{i=1}^n B_i^p$$

Donde:

B_0^p , es la biomasa arbustiva total presente en la parcela “p”.

B_i^p , representa el sumatorio de la biomasa de todas las especies arbustivas.

El proceso anterior ofrece como resultado la magnitud física del *stock* de biomasa que existe en la parcela en un determinado momento. Dado que VANE considera flujos de recursos —magnitudes por unidad de tiempo— y no *stocks*, es necesario proceder a calcular la biomasa existente en la misma parcela en otro instante de tiempo. En este sentido, el IFN presenta unas características óptimas para su

empleo en la metodología diseñada, ya que como es sabido, se trata de un inventario periódico por parcelas de muestreo; esto es, se recorre cada un determinado periodo de tiempo —establecido generalmente en 10 años— las mismas parcelas de muestreo, por lo que es posible determinar los incrementos de biomasa mediante comparación de existencias entre ciclos del inventario.

En VANE, se ha empleado como momento inicial de la medición el IFN2 —completo actualmente para toda España—, del cual se ha obtenido el dato de biomasa total de matorral en cada una de sus parcelas (B_0^p). A su vez, siguiendo un procedimiento de cálculo similar, se ha obtenido la biomasa de matorral existente en cada parcela en el momento final de medición, determinado por el IFN3 (B_1^p) —inventario que se encuentra actualmente en elaboración—. El incremento de biomasa en cada parcela vendrá dado por la diferencia entre la biomasa final —IFN3— y la biomasa inicial —IFN2—, siendo inmediato el paso a magnitud de flujo mediante la simple división por el tiempo entre inventarios propio de cada provincia:

$$\Delta B^p = \frac{B_1^p - B_0^p}{T}$$

Donde:

ΔB^p , es el incremento de biomasa de matorral en la parcela “p”, en t año⁻¹.

B_1^p , es la biomasa arbustiva presente en la parcela “p” según el IFN3, en t.

B_0^p , es la biomasa arbustiva presente en la parcela “p” según el IFN2, en t.

T, es el tiempo o paso entre los inventarios IFN2 e IFN3 para cada provincia, expresado en años.

Cuando el valor de la expresión señalada sea negativo se asignará un valor de incremento igual a cero, dado que por premisas de construcción, VANE no arroja valores negativos de flujo. Asimismo, cuando la parcela de muestreo no sea común a ambos inventarios —IFN2 e IFN3— y se encuentre sólo disponible en uno de ellos, el incremento de biomasa tomará el valor “sin datos”, no siendo considerada para la presente valoración.

Obtenido el incremento total de biomasa en la parcela, la referencia a unidades de superficie se realiza dividiendo el crecimiento entre la superficie de la parcela, recordándose que según el diseño del IFN se trata de parcelas de muestreo circulares con un radio de 10 m lo que supone una parcela de superficie 0,0314 ha, siendo el incremento anual de biomasa por hectárea el resultado de la siguiente ecuación:

$$\Delta B^p (t / ha \times año) = \frac{\Delta B^p (t / año)}{\pi \times 100 (ha)}$$

El IFN levanta sus parcelas sobre los estratos vegetales forestales arbolados, ya que uno de sus objetivos es la determinación de las existencias madereras, no así las existencias de matorral. Esta característica, desaconseja realizar una extrapolación de los datos de crecimiento obtenidos de manera similar a como se expanden los datos de existencias madereras.

En el caso de las existencias arbóreas, los datos obtenidos a nivel de parcela —volumen con corteza e incremento anual de volumen con corteza entre otras variables— son extrapolados al territorio mediante la asignación a estratos de muestreo, representando éstos superficies de vegetación homogénea. Dichos estratos, recogen de forma detallada las formaciones arbóreas existentes en cada territorio, sin embargo, no ocurre así con el matorral del cual no se recogen las características necesarias para extrapolar a los estratos los datos obtenidos previamente a nivel de parcela.

Como se ha indicado, las parcelas de muestreo se levantan sobre los estratos arbolados, por lo que no se dispone de parcelas sobre los estratos de matorral, siendo estos últimos los que mayor cantidad de vegetación arbustiva presentan. Una expansión directa de los datos de parcela a estrato, daría como resultado dejar sin valorar grandes extensiones de vegetación arbustiva, hecho sin duda que minaría la imagen de la realidad representada en VANE. Con el fin de evitar esta circunstancia, se ha asumido la premisa de que el crecimiento promedio del matorral en una provincia es al menos igual al crecimiento del matorral bajo arbolado; dicho de otra forma, se asume que el incremento de volumen del matorral bajo arbolado es menor que el incremento del mismo fuera de arbolado debido a la competencia natural entre especies por el suelo y la luz.

Calcular el promedio del incremento anual de biomasa por hectárea para cada provincia a partir de los datos de las parcelas de muestreo, supone aceptar la premisa anterior y tomar como crecimiento de matorral en la provincia al menos el crecimiento bajo cubierta arbolada. Esta medida supone seguir un criterio conservador de valoración, ya que probablemente se esté incurriendo en una subestimación del crecimiento del matorral y por lo tanto en una subestimación del valor económico del servicio, sin embargo se ha considerado la mejor opción, considerando la información cartográfica y alfanumérica disponible actualmente sobre la vegetación arbustiva y de matorral a nivel nacional.

El crecimiento del matorral en cada provincia vendrá determinado por la siguiente ecuación:

$$\Delta B_{pr} = \frac{\Delta B^p}{n}$$

Donde:

ΔB_{pr} , es el promedio del incremento anual de biomasa de matorral por unidad de superficie en la provincia “pr”, expresado en $t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

ΔB^p , es el incremento de biomasa de matorral en la parcela “p”, en $t\ ha^{-1}año^{-1}$.

n , es el número de parcelas de muestreo de la provincia “pr”.

En las provincias de Almería, Cádiz, Granada, Huelva, Málaga y Sevilla, al no encontrarse actualmente publicado el IFN3, se ha procedido a estimar el crecimiento de sus matorrales como el promedio de los crecimientos de las provincias limítrofes.

8.2.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Las clases de usos del suelo del MFEV en las cuales se valorará la captura de CO_2 por parte del matorral, y por lo tanto, a las cuales se asignará crecimiento de matorral son las recogidas en la Tabla 91.

Tabla 91. Clases del MFEV valoradas para la captura de CO_2 por parte del matorral.

Clase	Descripción
34	Prado con setos
35	Bosque
36	Bosque de plantación
37	Matorral
40	Árboles fuera de monte (riberas)
41	Árboles fuera de monte (bosquetes)
42	Árboles fuera de monte (alineaciones)
43	Árboles fuera de monte (árboles sueltos)
44	Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado
46	Pastizal matorral

Fuente: Elaboración propia.

La biomasa total que anualmente se produce en cada provincia se calcula multiplicando el incremento anual por hectárea, por la superficie de las clases anteriores con que cuenta cada provincia:

$$\Delta B_{total}(t/año) = \Delta B^p (t/ha \times año) \times SUP$$

Donde:

ΔB_{total} , es el incremento anual de la biomasa de matorral en cada provincia en $t\ año^{-1}$.

ΔB^p , es el incremento anual de la biomasa de matorral por hectárea en la provincia, calculada como el promedio de los valores de sus parcelas de muestreo del IFN, expresado en $t\ ha^{-1}\ año^{-1}$.

SUP , es la superficie agregada de las clases MFEV 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44 y 46 de la provincia.

Se ha considerado válido en la presente metodología el valor de crecimiento promedio de cada provincia, sin embargo, el matorral se desarrolla a distinta velocidad dependiendo de las condiciones ambientales en las que se encuentra, siendo lógico asignar un mayor crecimiento a aquellos matorrales que se ubican en unas condiciones edafoclimáticas comparativamente más favorables. Para ello se ha introducido en el modelo, la productividad potencial forestal (PPF) como factor de reparto del incremento anual de biomasa total de la provincia:

$$\Delta B^{pixel} = \frac{PPF^{pixel}}{\sum_{i=1}^n PPF^i} \times \Delta B^{provincia}$$

Donde:

ΔB^{pixel} , es el incremento anual de la biomasa de matorral que corresponde al píxel, en t ha⁻¹año⁻¹.

PPF^{pixel} , es la PPF del píxel.

PPF_i , representa el sumatorio de la PPF de todos los píxeles de la provincia.

$\Delta B^{provincia}$, es el incremento anual de biomasa de matorral de la provincia en t año⁻¹.

El dióxido de carbono fijado por el matorral en cada píxel viene dado por la multiplicación del incremento anual de biomasa del píxel (ΔB^{pixel}), por el porcentaje de carbono que constituye la madera del matorral —factor denominado MSC—, y por la relación entre el peso molecular del CO₂ y del carbono:

$$CO_2 f^p = \Delta B^{pixel} \times MSC \times C$$

Donde:

$CO_2 f^p$, es el dióxido de carbono fijado por el matorral en el píxel “p”, en t ha⁻¹año⁻¹.

ΔB^{pixel} , es el incremento anual de la biomasa de matorral que corresponde al píxel, en t ha⁻¹año⁻¹.

MSC, es el porcentaje que supone el carbono en la masa total de la madera. Se ha tomado el valor de 38, 2% correspondiente a *Erica arborea* tomado de Montero *et al.*, 2005.

C, representa la relación entre el peso molecular del carbono y el del CO₂, siendo igual a 3,6667.

La monetización se realiza aplicando al resultado anterior el precio de la tonelada de carbono adoptado en VANE, siendo igual a $19,8\text{€ t}^{-1}$, por lo que el valor correspondiente a cada píxel (V^p) vendrá definido por la siguiente expresión:

$$V^p = 19,8 \times CO_2 f^p$$

8.3. CAPTURA DE CARBONO EN SUELO AGRÍCOLA

8.3.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

Para la valoración del servicio de captura de carbono en cultivos perennes se utiliza la metodología propuesta por el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2006) mediante el cálculo de los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa en zonas de cultivo (olivar en secano y regadío). Esto es, se estiman las pérdidas y ganancias a través de las cuales se obtiene el carbono fijado en la masa arbórea cultivada en base al balance de carbono en cada especie. Así, determinando la tasa de fijación de carbono de la superficie cultivada de cada especie, y aplicando el precio del carbono facilitado por el Equipo Científico de VANE a partir de los datos del *European Climate Exchange* (ECX), se obtiene el valor del servicio de fijación de carbono en la superficie ocupada por estos cultivos.

Este servicio sólo se ha valorado en la superficie ocupada por olivar, lo cual se debe fundamentalmente a dos causas:

- En suelo agrícola, sólo se valora el servicio para las formas estables de almacenamiento de carbono, es decir, las superficies ocupadas por cultivos perennes.
- No se han hallado datos consistentes sobre los que establecer la valoración de otras especies.

8.3.2. METODOLOGÍA

A diferencia de la valoración del servicio de fijación de carbono en las superficies forestales, no se dispone de datos del incremento de volumen maderable (IAVC) en las clases de uso del suelo agrícola del MFEV —salvo las dehesas ya valoradas en el apartado anterior—. Por esta razón, para valorar el servicio en las superficies de olivar, la metodología propone utilizar el incremento neto anual de la biomasa. Los datos relativos a esta variable para el acebuche —*Olea europaea* var. *Sylvestris* Brot.— están recogidos en el trabajo de Montero *et al.*, 2005 (Tabla 92).

Tabla 92. Incremento total de la biomasa de acebuche en 2005.

Nº de pies estudiados	Incremento total biomasa (toneladas de materia seca)				
	Fuste	Ramas	Hojas	Biomasa radical	Biomasa Total
65.832.709	72.438	125.472	4.920	86.969	289.799

Fuente: Elaboración propia a partir de la información mostrada por Montero *et al.* (2005).

A partir de los datos de incremento de biomasa total (kg año^{-1}) —descontando el valor de las hojas—, y del número de pies o individuos del estudio (i), se estima el valor del incremento neto anual de la biomasa por individuo: $4,33 \text{ kg } i^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Con el fin de trabajar a nivel de superficie, se transforma el incremento neto anual de la biomasa por individuo ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) a partir del marco de plantación aproximado para el olivar: $10 \times 10 \text{ m}$, es decir, 100 olivos por hectárea — ofrecido por el Equipo Científico de VANE—. Esto permite obtener el incremento neto anual de la biomasa por unidad de superficie cultivada: $433 \text{ kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$.

En base a esta cifra, y a la superficie cultivada de olivar, puede estimarse la cantidad de biomasa maderable del olivo que se produce anualmente en España. El MFEV, sin embargo, no distingue las superficies de olivar que se encuentran en fase de tala, arranque, o replantación, por lo que es necesario aplicar un factor de corrección para no tener en cuenta esta superficie.

La “Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos” (ESYRCE), publicada por el MARM, ofrece los datos de la superficie de los cultivos leñosos en función de su estado de producción: plantación de primer año, plantación joven, plantación en producción, o plantación abandonada. En el olivar, en función de los datos de superficie que ofrecen las encuestas del periodo 2002–2006, se estima una tasa de replantación de aproximadamente 0,98 por ciento (Tabla 93).

Tabla 93. Estimación de la tasa de replantación del olivar en España

Superficie de olivar en España (ha)						Promedio
Estado de la producción	2002	2003	2004	2005	2006	2002-2006
Plantación de primer año	46.166	11.478	16.946	19.918	25.594	24.020
Superficie total	2.411.151	2.439.527	2.453.048	2.456.719	2.476.540	2.447.397
TASA REPLANTACION (%)	1,91%	0,47%	0,69%	0,81%	1,03%	0,98%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ESYRCE, MARM

Descontando la tasa de replantación, resulta el incremento anual de biomasa maderable considerando únicamente el porcentaje de la superficie de olivar que se encuentra en producción en España: $428,76 \text{ kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$.

Con el fin de transformar el incremento de biomasa maderable anual en la cantidad de CO_2 fijado o tasa de captura de carbono de los olivares es necesario aplicar dos factores:

- Porcentaje en peso de carbono contenido en la biomasa seca (MSC), este factor suele estar entorno al 50% de carbono aunque para este estudio se ha utilizado el porcentaje en el acebuche —Montero *et al.* (2005), basado en los datos del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (Ibáñez *et. al.*, 2001) y de Kollmann F., 1959—: 47,3 %.
- Factor de conversión de las unidades de carbono a CO_2 , este factor está calculado en base a la relación entre el peso de la molécula de CO_2 (44) y el peso del átomo de C (12), siendo de 3,66.

Aplicando estos factores al incremento anual de biomasa maderable, se obtiene una tasa de captura de carbono en olivares de 742,25 kg (C) ha⁻¹ año⁻¹.

Para obtener el valor de la tonelada de CO₂ fijado por el olivar en España, se han utilizado los datos ofrecidos por la plataforma *European Climate Exchange* (ECX). Mediante los precios de liquidación y los volúmenes de CO₂ intercambiados en el periodo de junio de 2005 a diciembre de 2008 se obtiene un precio de 19,8 € t⁻¹ (CO₂).

A partir de ambos datos —tasa de captura de carbono en olivares y precio de la tonelada de carbono— se obtiene un valor del servicio de 14,7 € ha⁻¹ año⁻¹.

8.3.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El valor del servicio de captura de carbono en la superficie ocupada por olivar, en base a la metodología utilizada, es un valor homogéneo para toda la superficie ocupada por olivar: 14,7 € ha⁻¹ año⁻¹. Este valor se asigna a todas las superficies del MFEV ocupadas por olivar —clases 19 y 20—.

8.4. CAPTURA DE CARBONO EN TURBERAS

8.4.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

A pesar de la pequeña superficie que ocupan las turberas dentro del contexto nacional —menos del 0,9 por ciento de la superficie total—, y de la clara reducción que han sufrido en relación con el espacio que ocupaban en el pasado, estos ambientes representan tanto pequeñas reservas de hábitat para la diversidad acuática como pequeños depósitos permanentes de carbono altamente susceptibles a los cambios de uso del suelo.

La formación de un suelo orgánico o histosol bajo el humedal constituye un stock de carbono milenario, en el que se registran mayores tasas de humificación —o secuestro de carbono en suelo— que de mineralización o emisión de carbono a la atmósfera.

Por último, señalar que además de los valores de uso directo (como la extracción de turbas en países nórdicos) y de uso indirecto (como el secuestro de carbono o la recarga de acuíferos), los humedales tienen un valor *per se* de uso futuro, debido a la valiosa información científica que contienen, que no se analiza en este ejercicio de valoración.

8.4.2. METODOLOGÍA

El proceso de valoración de este servicio se basa en la metodología del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) propuesta para los humedales, que consiste en un balance de emisiones de carbono mediante el cual se calculan los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa de vegetación en estos ecosistemas.

Para llevarla a cabo se han considerado dos estudios de interés. Rodríguez-Murillo (2001) obtiene un valor de 888 tC ha⁻¹ para los histosoles de la Península Ibérica (Tabla 94). Mientras que Valdeolmillos (2005) data estos ambientes en miles de años. De manera que en esta valoración se asume el valor promedio de contenido en carbono en suelo proporcionado por el primero y una escala temporal o edad de los humedales de 100.000 años de acuerdo con el segundo. A este respecto, dado que la formación de un suelo orgánico conlleva miles de años, la valoración del recurso en un único año de estudio subestima el valor del mismo a escala global.

Tabla 94. Contenido de carbono en los principales ordenes de suelo.

Grupo de suelos	Sup. (km ²)	Media SOCC (mgC ha ⁻¹)	Stock de C (tg)
Alisoles	–	57,8±20,2	–
Acrisoles	9,872	101±76,5	99,5
Cambisoles	157,500	71,4±57,8	1,120
Chernozem	–	233±81	–
Podzoluvisoles	–	120±40	–
Rendzinas	14,01	68,8±47,1	96,3
Gleysoles	–	174±130	–
Phaeozems	1,654	132±65	21,9
Litosoles	32,610	112±93	367
Fluvisoles	22,380	75,8±58,9	170
Kastanozems	11,8	111±41	0,131
Luvisoles	42,970	66,0±42,2	283
Leptosoles	–	98,8±56,4	–
Histosoles	803,2	888±325	71,3
Podzoles	1,388	188±164	26,1
Arenosoles	1,629	22,2±12,6	3,61
Regosoles	37,060	48,7±35,6	181
Solenetz	–	22,0±6,7	–
Andosoles	99,1	244±74	2,42
Rankers	14,970	131±105	196
Vertisoles	5,522	68,9±37,8	38,0
Planosoles	5,166	33,6±10,7	17,4
Xerosoles	17,010	59,0±35,9	100
Calcisoles	–	49,1±27,0	–
Solonchaks	6,832	76,3±49,0	52,1
Rock outeroops	15,9	0	0
SMU=0	116,750	91,6±87,0	1,070
SMU=-3	2,275		

Las siglas SOCC que aparecen en la tabla corresponden a "Soil Organic Carbon Concentration" (es la masa de carbono orgánico en suelo por unidad de área).

Fuente: Rodríguez-Murillo (2001).

A continuación, se aplica el factor de conversión CO₂/C (44/12), para obtener la tasa anual de captura de dióxido de carbono expresada en tCO₂ ha⁻¹ año⁻¹. Y por último, para obtener el valor de la captura de carbono en turberas, se aplica un valor unitario de la tonelada de CO₂, estimado por el Equipo Científico de VANE en 19,8 € tCO₂⁻¹.

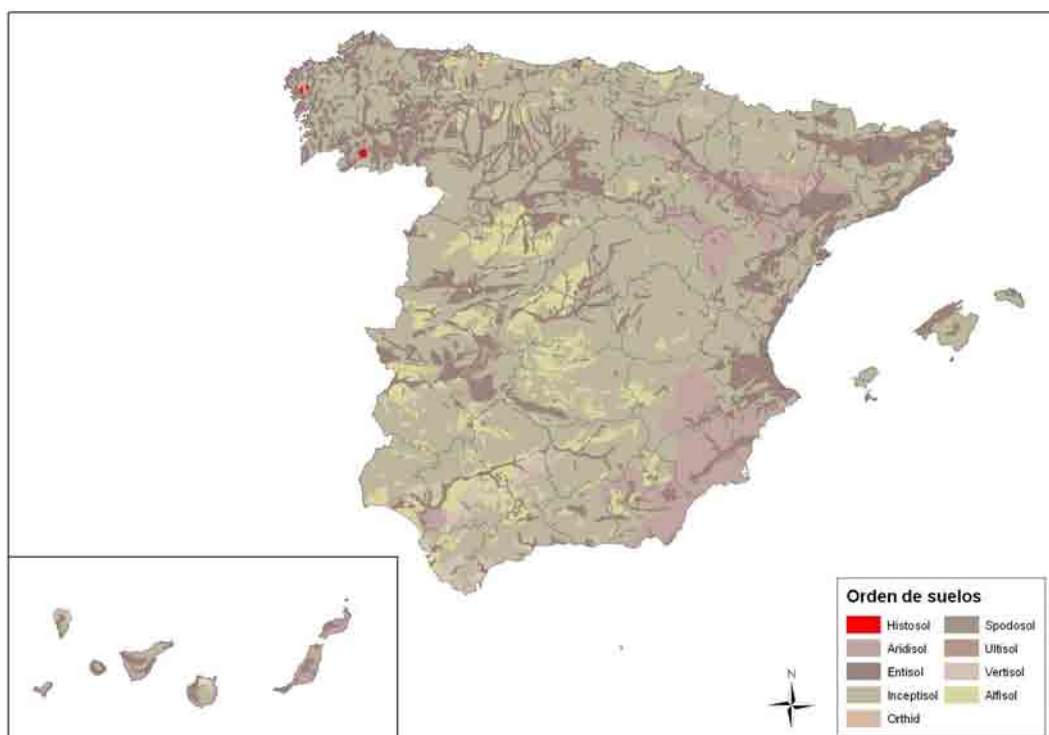
8.4.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

El siguiente paso en el ejercicio de valoración es la asignación del valor obtenido, mediante la metodología anteriormente descrita, al territorio. Para ello, se selecciona la capa o uso del suelo del MFEV en la que se localizan los humedales, la categoría 47.

Dado que el interés de este estudio reside en el secuestro de carbono que se produce en los suelos orgánicos, después de seleccionar la capa del suelo del MFEV donde se va a realizar el ejercicio de valoración, es necesario calcular la superficie de los humedales que está sobre histosoles.

Para ello, se utiliza la cobertura de los principales órdenes de suelo presentes en la geografía española, obtenida del mapa de suelos del United States Department of Agriculture (USDA) publicado por el Sistema Español de Información de Suelos sobre Internet (SEISnet) (Figura 27).

Figura 27. Mapa con la cobertura de los principales órdenes de suelos.



Fuente: Elaboración del CSIC / IRNAS (2000), a partir de la clasificación “Soil Taxonomy” (USDA, 1987).

Considerando los resultados obtenidos en la valoración de este servicio —un valor total para toda España de 70 € año⁻¹— y la escasa superficie que ocupa este ecosistema en el contexto nacional (Figura 27) —menos del 0,9 por ciento de la superficie total— se ha procedido a agregar el presente *raster* al de captura de carbono por el matorral, constituyendo ambos una única cobertura.

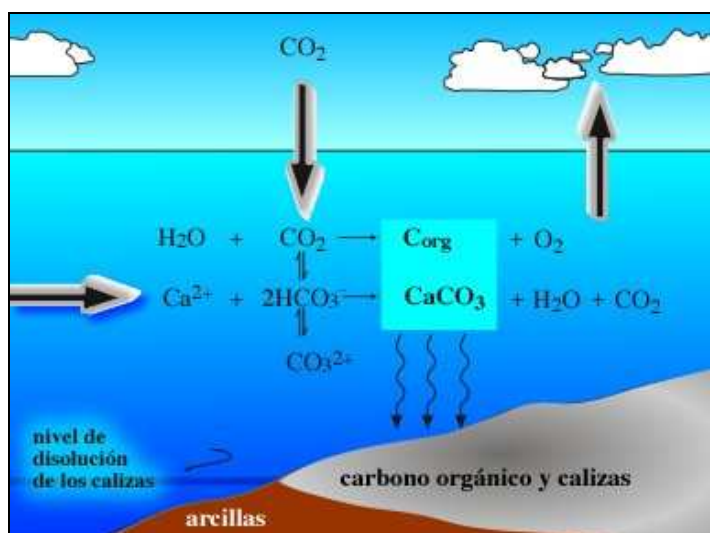
8.5. CAPTURA DE CARBONO EN EL OCÉANO

8.5.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

El océano juega un papel muy importante en el control climático a través de los flujos de carbono y, en particular, de la capacidad del ambiente marino para secuestrar y almacenar CO₂. La captura de carbono como servicio ecosistémico permite mantener en equilibrio la composición química de la atmósfera y los océanos a partir de la función ejercida por los organismos vivos marinos.

A continuación, se presenta de forma esquematizada, el ciclo del carbono en el océano (Figura 28).

Figura 28. El ciclo del carbono en el mar.

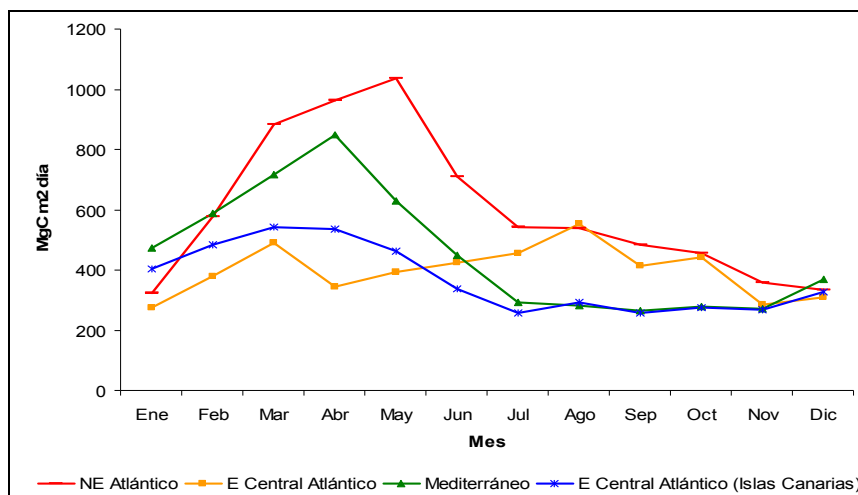


Fuente: <http://homepage.mac.com/uriarte/cicloCO2.html>.

8.5.2. METODOLOGÍA

Para la valoración de este servicio se sigue la metodología propuesta por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para mares y océanos, la cual plantea la estimación de los costes evitados por la fijación efímera de carbono a partir de los datos sobre la producción primaria neta del fitoplancton marino como base del proceso. Por lo tanto, el primer paso en la realización del mismo, es la obtención de los datos promedio mensuales de producción primaria neta (PPN), para el período 1997-2002, a partir de la información facilitada por el proyecto "Sea Around Us" (Figura 29 y Tabla 95).

Figura 29. Producción Primaria Neta del período 1997-2002.



Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir del proyecto “Sea Around Us”.

Tabla 95. Datos promedio de PPN por mes ($\text{mgC m}^{-2} \text{mes}^{-1}$) y flujo anual ($\text{gC m}^{-2} \text{año}^{-1}$) en la ZEE (período 1997-2002).

Estratos-mar	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Flujo anual
NE Atlántico	9.982	17.370	27.373	28.920	32.147	21.270	16.833	16.678	14.490	14.074	10.710	10.354	220.201	219
E Central Atlántico	8.556	11.370	15.190	10.350	12.214	12.780	14.136	17.174	12.450	13.671	8.520	9.579	145.990	145
Islas Canarias	12.493	14.460	16.864	16.050	14.353	10.110	8.029	9.052	7.680	8.494	8.040	10.106	135.731	135
Mediterráneo	14.663	17.670	22.196	25.410	19.530	13.500	9.021	8.742	7.980	8.587	8.100	11.439	166.838	166
TOTAL	45.694	60.870	81.623	80.730	78.244	57.660	48.019	51.646	42.600	44.826	35.370	41.478	668.760	667

Fuente: Elaborado por el Equipo Científico de VANE a partir del proyecto “Sea Around Us”.

En el contexto de este proyecto, la producción primaria neta se interpreta como un flujo anual y efímero de carbono entre la atmósfera y la superficie marina, siendo verdaderamente efectivo el depósito de sólo una tercera parte del carbono orgánico en las profundidades oceánicas (Field *et al.*, 1998). Por tanto, para obtener el valor de captura de carbono a partir de los datos de PPN, es necesario aplicar un factor de corrección de 1/3 a los valores de flujo anual ($\text{tC ha}^{-1} \text{año}^{-1}$).

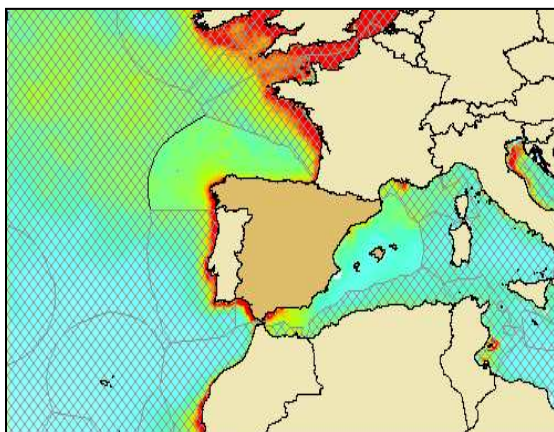
Además, el servicio ecosistémico aquí analizado se refiere a la captura de carbono en forma de dióxido de carbono, mientras que el flujo de carbono aportado por la PPN viene expresado en unidades de carbono, siendo necesario aplicar el factor de conversión CO_2/C (44/12).

Finalmente, el valor unitario de la tonelada de CO_2 a 2008 empleado en este ejercicio de valoración es el propuesto por el Equipo Científico de VANE, a partir del European Climate Exchange (ECX), $19,8 \text{ € t}^{-1} \text{CO}_2$.

8.5.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

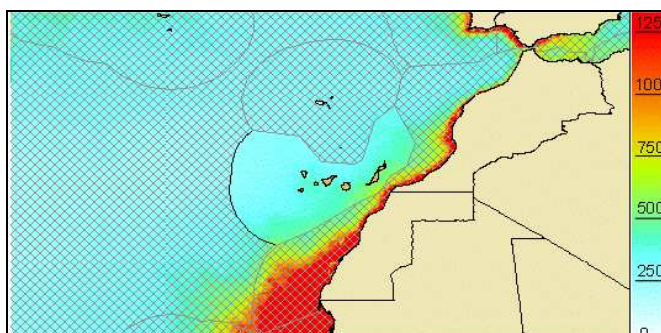
Los valores de producción primaria neta, facilitados por el proyecto “Sea Around Us”, están asignados a las zonas FAO de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), definida por la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS) como: “área de mar en la que un Estado tiene derechos especiales en exploración y explotación de sus recursos”. Además, indica que la ZEE se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de doscientas millas náuticas, contadas a partir de las líneas de base desde las que se mide la anchura de éste (Figura 30 y Figura 31).

Figura 30. Producción Primaria Neta en la ZEE (excluida Canarias).



Fuente: <http://www.seaaroundus.org/>.

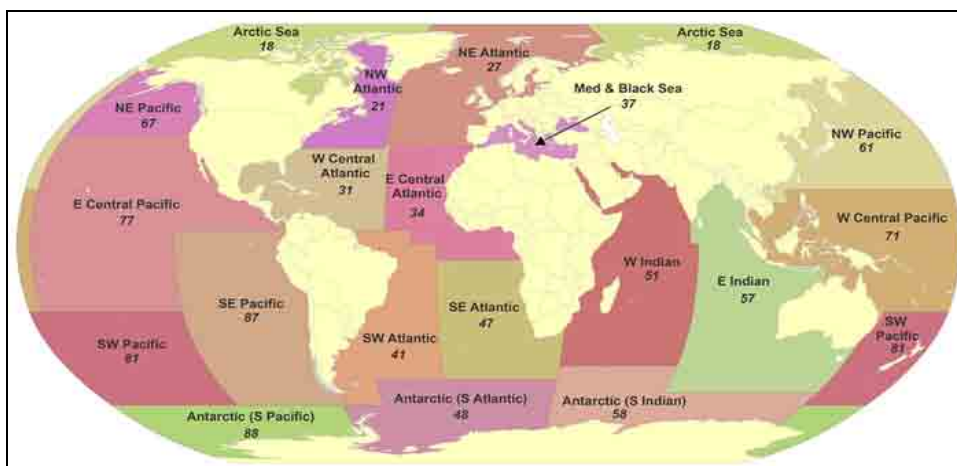
Figura 31. Producción Primaria Neta de las aguas oceánicas de la ZEE de Canarias.



Fuente: <http://www.seaaroundus.org/>.

Por lo tanto, una vez obtenidos los valores de captura de carbono, mediante la aplicación de la metodología anteriormente descrita, éstos se asignan a la superficie marina de cada uno de los estratos-mar. Estas áreas de mar se corresponden con las zonas FAO de pesca incluidas dentro de la ZEE (Figura 32).

Figura 32. Mapa de las zonas FAO de pesca a escala mundial.



Fuente: <http://www.seaaroundus.org/eez/eez.aspx>.

Las zonas FAO de pesca presentadas en la figura anterior se definen a continuación (Tabla 96).

Tabla 96. Denominación de las zonas FAO e identificación de las zonas geográficas correspondientes.

DEFINICION DE LA ZONA	ZONA CORRESPONDIENTE
Zona FAO n. 21	Atlántico Noroeste/Noroccidental
Zona FAO n. 27	Atlántico Noreste/Nororiental
Zona FAO n. 27. III d	Mar Báltico
Zona FAO n. 31	Atlántico Centro-Oeste/Centro-Occidental
Zona FAO n. 34	Atlántico Centro-Este/Centro-Oriental
Zona FAO n. 41	Atlántico Suroeste/Sudoccidental
Zona FAO n. 47	Atlántico Sureste/Sudoriental
Zona FAO n. 37.1, 37.2 e 37.3	Mar Mediterráneo
Zona FAO n. 37.4	Mar Negro
Zona FAO n. 51 e 57	Océano Índico
Zona FAO n. 61, 67 71, 77, 81 y 87	Océano Pacífico
Zona FAO n. 48, 58 y 88	Antártico

Fuente: <http://www.pesca2.com>.

En concreto, las zonas FAO seleccionadas para el reparto son aquellas presentes en las aguas nacionales españolas (Tabla 97).

Tabla 97. Zonas marinas FAO de captura de carbono en España.

Zonas FAO	Aguas Nacionales
Zona 27	Cantábrico Noroeste + Golfo de Cádiz
Zona 34	Islas Canarias
Zona 37	Mediterráneo

Fuente: <http://www.seaaroundus.org/>.

9. CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

9.1. CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

9.1.1. DEFINICIÓN DEL SERVICIO

La valoración del presente servicio se fundamenta en los costes que soporta la sociedad con el fin de mantener en un determinado estado de conservación la diversidad biológica.

La Administración costea la conservación a través de diversos mecanismos financieros, entre los cuales se han seleccionado los costes directos de gestión de la Red Natura 2000 y las ayudas concedidas a los agricultores a través de los programas agroambientales de la Unión Europea. Que esta cifra tenga el significado económico que se le pretende dar hace necesario asumir el supuesto de que la forma en que se gasta el dinero recaudado por la Hacienda Pública es representativa de las preferencias de los contribuyentes.

9.1.2. METODOLOGÍA

En el caso concreto de la metodología para la valoración de la conservación de la diversidad biológica, ésta se subdivide en dos apartados diferenciados.

El primero son los costes directos de gestión de la Red Natura 2000, los cuales comprenden las cuantías en que incurre la Administración Pública para la gestión y mantenimiento de la Red.

El segundo apartado se basa en aquellas ayudas por medidas agroambientales directa o indirectamente relacionadas con la conservación de la biodiversidad, concedidas por los organismos competentes en cada caso, y que reflejan la cuantía destinada a este servicio de conservación en el medio rural.

De cada uno de los apartados se obtiene un importe económico que, agregado, se corresponde con el valor atribuido a la conservación de la diversidad biológica. Esta atribución sigue un criterio conservador, ya que se asume que dicho valor supone el menor coste que está dispuesta a asumir la sociedad española con el fin de conservar su diversidad.

9.1.2.1. Costes de gestión de la Red Natura 2000

El proyecto “*Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España*” (MARM, 2008) ofrece los costes directos totales y unitarios, a nivel de Comunidad Autónoma, en los que las Administraciones Públicas incurren con el fin de cumplir con los objetivos de conservación de la Red Natura 2000. Los costes contemplados en el proyecto se detallan en la Tabla 98.

Tabla 98. Costes de gestión de la Red Natura 2000.

BLOQUE DE ACTIVIDAD	CONCEPTO
I. Costes estructurales	Personal de conservación
	Personal de gestión administrativa
	Bienes corrientes y servicios de conservación
	Bienes corrientes y servicios de gestión administrativa
	Inversiones en conservación
II. Costes de actividad (I): Planificación de la conservación	Inversiones en gestión administrativa
	Elaboración y revisión de planes, estrategias y directrices
	Reuniones y consultas públicas
	Elaboración normativa conservación e interpretación
	Cooperación, intercambio de experiencias y coordinación
III. Costes de actividad (II): Acciones de conservación habituales	Medidas de gestión para mantenimiento de hábitats y especies
	Pagos a propietarios o usuarios
	Erradicación/control de especies exóticas
	Prevención y control de riesgos ambientales
	Monitorización y seguimiento
	Divulgación y promoción
	Formación y educación
Gestión de visitantes	
IV. Costes de actividad (III): Acciones de conservación ocasionales	Restauración o mejora de hábitats y especies
	Compra de tierras y derechos
	Investigación
	Medidas de adaptación de infraestructuras y equipamientos
	Infraestructuras para el uso público

Fuente: “Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España” (MARM, 2008).

Entre las partidas recogidas en dicho proyecto se han seleccionado únicamente aquellas cuyo destino inequívoco es la conservación de la diversidad, manteniendo un criterio conservador en la valoración de este servicio. Tras el análisis y estudio de los diferentes costes, el Equipo Científico de VANE ha determinado que aquéllos imputables estrictamente a la conservación son los recogidos en la Tabla 99.

Tabla 99. Costes de gestión de la Red Natura 2000 considerados en VANE.

BLOQUE DE ACTIVIDAD	CONCEPTO	COSTE (€)
I. Costes estructurales	Personal de conservación	124.811.682
	Personal de gestión administrativa	
	Bienes corrientes y servicios de conservación	71.845.338
	Bienes corrientes y servicios de gestión administrativa	
	Inversiones en conservación	
II. Costes de actividad (I): Planificación de la conservación	Inversiones en gestión administrativa	22.589.907
	Elaboración y revisión de planes, estrategias y directrices	14.506.384
	Elaboración normativa conservación e interpretación	2.056.982
III. Costes de actividad (II): Acciones de conservación habituales	Medidas de gestión para mantenimiento de hábitats y especies	149.198.430
	Erradicación/control de especies exóticas	2.780.561
	Prevención y control de riesgos ambientales	195.621.262
	Gestión de visitantes	29.039.145
IV. Costes de actividad (III): Acciones de conservación ocasionales	Restauración o mejora de hábitats y especies	46.534.882
	Investigación	10.998.202
TOTAL RN 2000		669.982.775

Fuente: Proyecto “Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España” (MARM, 2008).

Por tanto el valor final asignado al territorio referente a los costes de Red Natura 2000 asciende a 669.982.775 € año⁻¹.

9.1.2.2. Ayudas por medidas agroambientales

El conjunto de ayudas agroambientales que favorecen la consecución de este servicio, conservar la biodiversidad, se asume como un coste que soporta la sociedad para favorecer y mantener tal objetivo en el medio rural. Estas medidas son concedidas por los órganos competentes —nacional, comunidad autónoma o provincia—, y dirigidas a aquellas explotaciones agropecuarias que cumplan con las condiciones que en cada caso marca la norma.

Las medidas agroambientales vigentes durante el periodo 2000-2006, incluyen las medidas inspiradas en el Reglamento (CE) 1257/1999, y aquellas del periodo anterior procedentes del Reglamento (CE) 2078/1992, que se han mantenido vigentes durante el periodo de estudio. Todas las medidas tienen unos objetivos dirigidos a 5 líneas de actuación diferentes: agua, suelo, riesgos naturales, biodiversidad y paisaje.

Las medidas tomadas en consideración son aquellas que, ya sea de forma directa o indirecta, favorecen la conservación de la diversidad biológica. Atendiendo al criterio expuesto por el Equipo Científico de VANE —en base al Real Decreto 172/2004, de 30 de enero—, se seleccionan aquellas medidas cuyo objetivo principal es la conservación de la biodiversidad —con carácter general u orientado a especies concretas—, o las referidas a la agricultura y ganadería ecológicas, cuya actividad favorece el servicio (el listado de medidas puede consultarse en el Anejo IV).

Los datos de los importes que reciben las explotaciones se han recopilado en diferentes administraciones: el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino aporta los datos referidos al conjunto del territorio español excepto País Vasco y Navarra, ya que estas comunidades poseen un régimen fiscal especial y gestionan sus propias ayudas; el Gobierno Vasco —junto a las Diputaciones Forales— y el Gobierno de Navarra, aportan los importes concedidos a explotaciones pertenecientes a sus territorios.

Los datos recibidos corresponden al monto total de las ayudas agroambientales durante el periodo de aplicación de las mismas, por lo que para obtener un valor anual medio se dividen los importes concedidos por el periodo de concesión de las ayudas.

Como resultado final de la agregación de las distintas medidas agroambientales consideradas se obtiene un valor medio anual de 61.836.445 € año⁻¹.

9.1.3. ASIGNACIÓN AL TERRITORIO

Una vez calculado el valor del servicio de conservación de la diversidad biológica por medio de los costes recogidos en el proyecto “*Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España*” y las ayudas por medidas agroambientales (Tabla 100), se hace necesario un modelo para su asignación al territorio.

Tabla 100. Valor de la conservación de la diversidad biológica.

BLOQUE DE ACTIVIDAD	Valor (€/año)
Costes Red Natura 2000	669.982.775
Ayudas por medidas agroambientales	61.836.445
Valor de la conservación de la diversidad biológica	731.819.220

Fuente: Proyecto “*Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España*” (MARM, 2008) y bases de datos de ayudas agroambientales (MARM, Gobierno de Navarra y Gobierno del País Vasco).

Se parte de la premisa de que el esfuerzo que realiza la sociedad española en conservar su biodiversidad, plasmado a través de los desembolsos realizados por la Hacienda Pública con este fin, es proporcional a la diversidad biológica presente en un determinado área. Es decir, a mayor diversidad biológica o mayor riqueza específica presente en un espacio —ya sea por un mayor número de especies o por la importancia de éstas: endemismos, rareza, etc.—, mayor será el esfuerzo necesario para su conservación.

La principal fuente de información sobre especies en el territorio nacional es el Inventario Nacional de Biodiversidad (INB). Éste divide el territorio nacional en cuadrículas de 10 km de lado para cada una de las cuales indica las especies —animales y vegetales— presentes en su interior (Figura 33). Adicionalmente informa sobre la categoría de protección de las mismas según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Figura 34). Se excluyen de la valoración aquellas especies exóticas introducidas, ya que se considera que no forman parte de la diversidad biológica del país.

El sistema de reparto diseñado imputa el valor únicamente a la superficie terrestre nacional, no siendo considerados los mares y océanos, dado que en el INB no se incluyen datos sobre las especies presentes en el territorio marino (Figura 33). Se asume de esta forma que actualmente los costes de conservación de la diversidad —costes de la Red Natura 2000 y medidas agroambientales— se destinan fundamentalmente al territorio terrestre.

Dado que el INB es un catálogo de especies elaborado a partir de citas bibliográficas, se hace necesario ubicar cada especie en el hábitat concreto al cual pertenece, dentro de su celda, para la imputación del valor al territorio. Para ello se han seleccionado previamente aquellos hábitats de interés comunitario

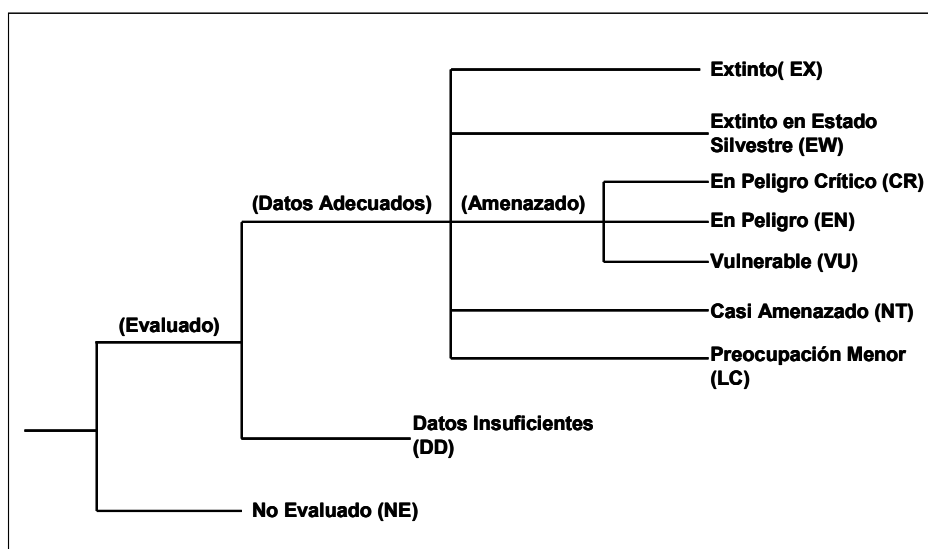
—designados por la Directiva Hábitats 92/43/CEE e identificados mediante un código numérico— en los que la especie podría aparecer con mayor probabilidad.

Figura 33. Cuadrícula del INB.



Fuente: Inventario Nacional de Biodiversidad (MARM, 2007).

Figura 34. Categorías de la Lista Roja de la UICN



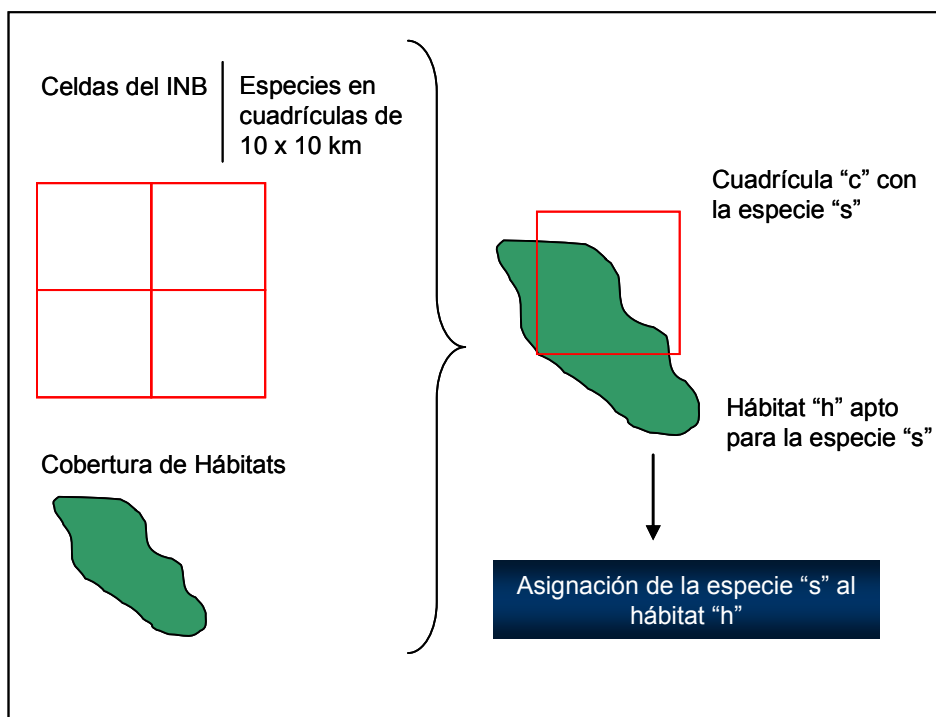
Fuente: Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, 2001.

Este proceso de asignación de especies se realiza en tres fases.

Para el desarrollo de la primera fase se emplea la cobertura del “*Atlas y Manual de los Hábitats de España*” facilitada por el MARM. De la citada cobertura se seleccionan únicamente aquellos polígonos que contienen hábitats de interés comunitario —ya sea uno o varios—, designados por su código numérico.

Mediante el cruce de la cobertura de hábitats y la cuadrícula del INB se asignan las especies del inventario clasificadas como protegidas a los hábitats donde pueden aparecer con mayor probabilidad según se explica en la Figura 35. La catalogación de los hábitats idóneos se realiza a partir de bibliografía especializada en distribución y hábitat de especies, obteniéndose una asociación especie – hábitats.

Figura 35. Primera fase de asignación.



Fuente: Elaboración propia.

Tras realizar este proceso para la totalidad de las celdas del territorio nacional restan algunas especies protegidas que no han sido asignadas a un hábitat. Esto es debido a que en la cuadrícula del INB no aparece ninguna zona que contenga los hábitats de interés comunitario designados como idóneos para dicha especie.

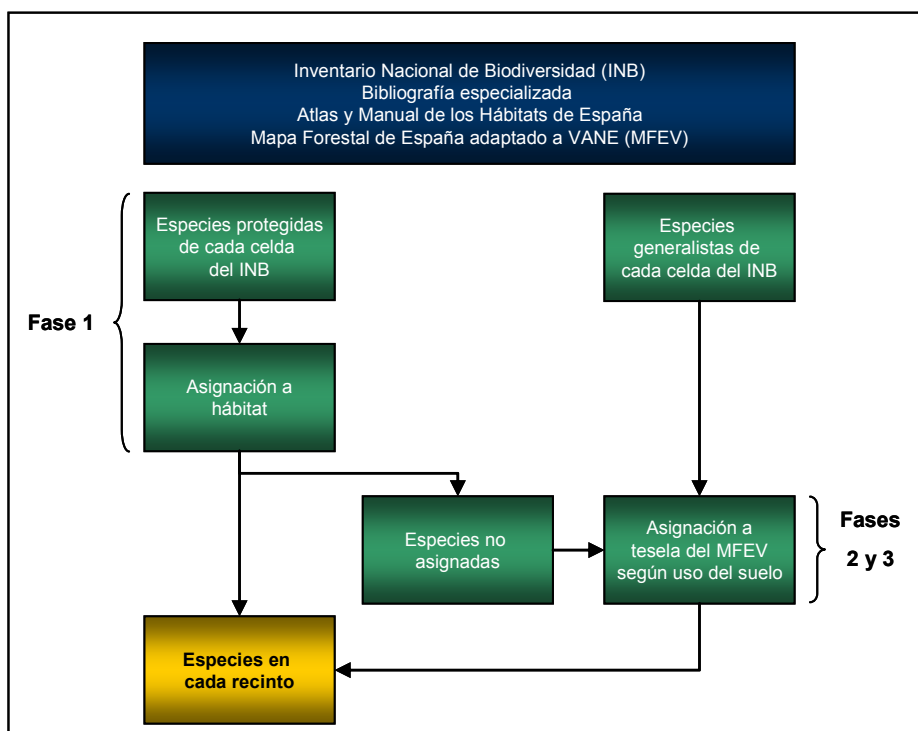
Para continuar con el reparto de especies se desarrolla la segunda fase de asignación, que se realiza tanto para las especies protegidas que no han sido emplazadas mediante la primera fase como para el resto de especies denominadas generalistas.

Un paso previo a realizar consiste en generar una asociación entre los hábitats de interés comunitario y las clases del MFEV. Así cada clase del mapa de base de VANE corresponderá con una serie de hábitats, lo cual proporcionará como resultado una asociación especie – clase del MFEV.

Posteriormente se efectúa un cruce cartográfico entre la cuadrícula del INB y el MFEV y se procede de la misma forma que en la fase previa. Esto es, se atribuye cada especie a la tesela MFEV que contenga alguno de los hábitats idóneos de la misma; este proceso es de nuevo realizado celda a celda.

Tras el desarrollo de ambas fases persisten especies —protegidas o generalistas— sin ubicar en ciertas cuadrículas. Esta cuestión se solventa procediendo a realizar una tercera fase de asignación más flexible. En la misma, partiendo del cruce cartográfico efectuado en la segunda fase, se procede a asignar cada especie a las teselas del MFEV que contengan algún posible hábitat para la misma. Es decir, el criterio se hace relativamente menos estricto: en lugar de requerir el hábitat más probable de la especie, se considera apto aquel hábitat en el que exista alguna probabilidad de encontrar la especie, procediendo de manera análoga que en las fases previas. En la Figura 36 se muestra esquemáticamente el diagrama del procedimiento de asignación de especies, recogándose en la Tabla 101 las categorías de la UICN protegidas y las generalistas.

Figura 36. Esquema del proceso de asignación de especies al territorio.



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado final del proceso se obtiene una base de datos en la que figura la ubicación geográfica en la cual se encuentra cada especie del INB a nivel de recinto: hábitat o tesela MFEV. El chequeo del resultado arroja que el sistema de asignación ha localizado sobre el mapa el 98,8% de las especies totales dejando sin asignar tan sólo el 1,1% —pudiendo tratarse bien de especies exóticas las cuales no han sido consideradas, o bien de los casos en que bajo la cuadrícula del INB no existe ningún hábitat identificado como apto para la especie—. La Tabla 102 recoge el porcentaje de especies que han sido asignadas en cada una de las tres fases ejecutadas; considerándose un modelo aceptable dado el alto índice de especies asignadas tanto en la primera y segunda fase, como en total.

El siguiente paso consiste en otorgar un peso de ponderación diferenciado a cada especie según sus características de endemidad y categoría de amenaza. Para ello se ha empleado como base el “*Atlas y Libro rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*” (MARM, 2004), en concreto el apartado dedicado a la designación de áreas importantes para la flora amenazada española. En el citado documento reciben un peso mayor aquellas especies que se encuentran en una categoría de protección superior de la UICN, siendo a su vez determinante la endemidad. Los pesos de ponderación aplicados a cada grupo de especies se recoge en la Tabla 101. La endemidad de cada especie recogida en el INB ha sido completada a partir de bibliografía especializada —la totalidad de fuentes bibliográficas empleadas puede consultarse en el apartado de bibliografía del presente documento y en el Anejo I—.

Tabla 101. Peso de ponderación asignado por categoría UICN y endemidad.

Categoría UICN	Grupo	Endémica	No endémica
Extinto	Protegida	486	243
Extinto en estado silvestre	Protegida	486	243
En peligro crítico	Protegida	162	81
En peligro	Protegida	54	27
Vulnerable	Protegida	18	9
Casi amenazada	Protegida	6	3
Preocupación menor	Generalista	2	1
Datos insuficientes	Generalista	2	1
No evaluado	Generalista	2	1

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 102, anteriormente citada, además del porcentaje de especies asignadas en cada fase, recoge el porcentaje del peso asignado, habiéndose contrastado de esta forma la bondad del procedimiento realizado.

Tabla 102. Especies y pesos asignados al territorio en cada fase del proceso.

Fase	Especies asignadas		Peso asignado	
	N	%N	P	%P
1	97.211	16,9%	1.364.796	64,7%
2	471.242	81,9%	728.317	34,5%
3	272	0,0%	1.493	0,1%
Sin asignar	6.379	1,1%	14.094	0,7%
Total	575.104	100,0%	2.108.700	100,0%

La columna "especies asignadas" hace referencia a las combinaciones especie-hábitat resueltas por el sistema de asignación, esto es, los casos en que se ha encontrado un hábitat apto para cada especie de la cuadrícula.

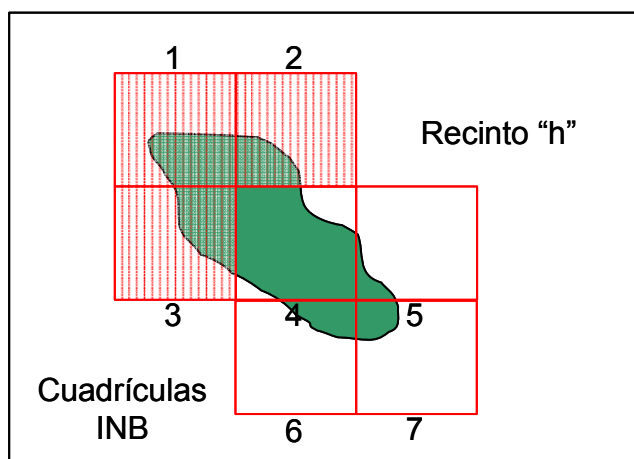
Fuente: Elaboración propia.

En este punto del proceso se dispone del peso de ponderación que corresponde a cada recinto en función de las especies presentes en el mismo, siendo éste un dato de referencia para el reparto del valor total del servicio al territorio.

Con el fin de incorporar en la fórmula de reparto la probabilidad de encontrar las especies objeto de valoración, se procede al empleo de nuevo del INB, calculando un índice de frecuentación de cada especie en cada recinto. Para ello se considera que un hábitat en el cual se ha citado una especie un mayor número de veces posee una mayor probabilidad de encontrar dicha especie.

De esta forma, la probabilidad de encontrar una especie en un hábitat será proporcional al número de cuadrículas que intersecten el hábitat y citen a la especie. A modo de ejemplo, en la Figura 37 se calcula el índice de frecuentación de la especie "s" en el hábitat "h". En este caso 3 celdas del INB citan la especie "s" —celdas 1, 2 y 3—, la cual había sido asignada previamente al recinto "h"; por lo tanto el índice de frecuentación de la especie "s" en el hábitat "h" será igual a 3.

Figura 37. Frecuentación de los hábitats por la especies.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez considerada la frecuentación de las especies, el peso o factor de ponderación de cada recinto —hábitat o tesela del MFEV— vendrá dado por la siguiente expresión: Con el fin de obtener valores relativos, se procede a dividir el factor de ponderación (FP_h) entre la superficie del recinto obteniéndose datos por hectárea.

$$FP_h = \sum_{s=1}^n P_s \times F_s$$

Donde:

FP_h , es el factor de ponderación del recinto “h”.

P_s , es el peso de ponderación de cada especie “s”, asignado según los datos recogidos en la Tabla 101.

F_s , es el factor de frecuentación o probabilidad de aparición de la especie “s” en el hábitat “h”, calculado según representa la Figura 37.

El valor por hectárea del servicio se calcula para cada píxel del territorio de manera directamente proporcional a su factor de ponderación, obteniéndose la representación del *raster*.

$$V_p = \frac{FP_h}{\sum_{i=1}^m FP_i} \times V$$

Donde:

V_p , es el valor del servicio en el píxel “p”, en € ha⁻¹ año⁻¹.

FP_h , es el factor de ponderación del píxel “p”, siendo función del recinto “h” al cual pertenece.

FP_i , representa el sumatorio del factor de ponderación de la totalidad de píxeles del territorio valorado.

V , es el valor total del servicio a nivel nacional.

10. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

10.1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado del Documento Técnico se dedica a recoger y analizar los resultados alfanuméricos obtenidos en el Proyecto VANE. Las salidas cartográficas pueden consultarse en un documento específico del proyecto, el cual incluye el conjunto de los mapas impresos sobre papel.

10.2. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados de la valoración realizada en VANE se ofrecen a través de una serie de mapas que recogen el valor otorgado a cada píxel del territorio. El valor de estos píxeles se representa gráficamente por medio de una gama de colores como se muestra en la Figura 38.

Figura 38. Gama de colores empleada en los mapas de valor impresos.



Fuente: Elaboración propia.

Conforme con la escala del proyecto, en el presente apartado se ofrecen los valores promedio obtenidos para cada servicio a nivel estatal, los cuales se han recopilado en la Tabla 103. Los resultados se expresan en $\text{€}_{2005} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ —unidad básica en la cual se ha obtenido el valor de cada píxel— habiendo sido calculados tomando como referencia la superficie de total con valor distinto de cero para cada uno de los servicios. En el caso concreto del servicio recreativo en costa se ha tomado como referencia el reparto realizado a nivel de término municipal.

El mayor valor por hectárea lo ha recibido el servicio recreativo proporcionado por las costas a los visitantes no residentes en el municipio, ascendiendo a $1.401 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Por su parte, se ha estimado que los residentes otorgan un valor promedio a su costa de $286 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Indicar que en la interpretación del valor otorgado a la producción agrícola ($178 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), debe tenerse en cuenta que la metodología aplicada para su valoración podría estar sobreestimándolo, ya que los precios de la tierra agraria empleados incluirían otros recursos del territorio no necesariamente agrícolas —caza, opción de uso futuro, proximidad a núcleos urbanos o vías de comunicación—.

Cabe destacar la importancia relativa de la provisión de agua, reflejo del alto valor otorgado por la sociedad a este recurso natural. En concreto, en base al agua consumida para uso doméstico se ha asignado al territorio un valor promedio de $181 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, a su vez el agua de riego se ha valorado en $155 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

El servicio oceánico que recibe un mayor valor por unidad de superficie es la producción de pesca cultivada en las piscifactorías con $118 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, siendo a su vez relevante el carbono capturado anualmente por este ecosistema, valorado en $40 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Los productos forestales tradicionales —leña, piñones, hongos y pastos—, salvo la madera y el corcho (47 y $66 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ respectivamente) son relativamente de menor importancia económica que los servicios recreativos y de captura de carbono, destacando especialmente el carbono capturado por el arbolado forestal con $107 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

La conservación de la diversidad biológica recibe un valor por hectárea cifrado en $15 \text{ € ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, siendo éste el resultado de aplicar sobre el territorio el esfuerzo económico que actualmente realiza la sociedad española en la conservación de sus especies —animales y vegetales—, a través de los costes de mantenimiento y gestión de la Red Natura 2000, y de la concesión de las ayudas agroambientales por los organismos públicos.

Tabla 103. Resultados cuantitativos finales del Proyecto VANE.

Grupo	Servicio	Valor (€/ha año)
Producción de alimentos y materias primas	Producción de madera	46,73
	Producción de leña	1,26
	Producción de piñones	8,60
	Producción de corcho	66,07
	Producción de hongos	8,37
	Producción agrícola	177,82
	Producción ganadera forestal	5,07
	Producción pesquera capturada en el océano	0,67
	Máximo de opción de pesca en océano	1,41
	Mínimo de opción de pesca en océano	0,35
	Producción de pesca cultivada en el océano	118,26
	Producción de materias primas en el océano	9,52
Provisión de agua	Provisión de agua para uso agrícola	154,95
	Provisión de agua para uso industrial	16,31
	Provisión de agua para uso doméstico	180,95
	Provisión de agua para uso energético	8,93
Servicios recreativos	Servicio recreativo en costa residentes	285,72
	Servicio recreativo en costa no residentes	1.401,28
	Servicio recreativo en el interior	11,53
Caza y pesca deportiva	Caza menor	1,75
	Caza mayor	1,32
	Pesca en aguas continentales	27,27
Control erosión	Control de la erosión	11,45
Tratamiento de vertidos	Tratamiento de vertidos en aguas continentales	7,59
	Tratamiento de vertidos en el océano	0,82
Captura de carbono	Captura de carbono por el arbolado	107,02
	Captura de carbono por el matorral	30,26
	Captura de carbono en suelo agrícola	14,70
	Captura de carbono en el océano	40,30
Conservación de la diversidad biológica	Conservación de la diversidad biológica	14,77

Fuente: Elaboración propia.

10.3. CONCLUSIONES

El Proyecto VANE supone una potente herramienta a través de la cual es posible conocer el estado del medio ambiente nacional expresado en términos de unidades monetarias; considerando para ello una amplia gama de servicios ambientales. El proyecto se sustenta sobre conocimientos científicos punteros, proporcionados por prestigiosos grupos de trabajo especializados en la materia, otorgando de esta forma una notable solidez a los procedimientos metodológicos aplicados. Los saberes científicos se han materializado en resultados cualitativos, cuantitativos, y lo que probablemente suponga la más versátil herramienta ofrecida por VANE, una serie de mapas en los cuales se refleja el valor económico de cada hectárea del territorio nacional.

Las fuentes de información empleadas son tan amplias y diversas como los servicios valorados —consultar el Anejo I—, habiéndose acudido a las Administraciones propietarias con el fin de recopilar la mejor información disponible en la actualidad. En este sentido, se han encontrado ciertas dificultades de heterogeneidad entre los datos proporcionados por los distintos organismos; estas cuestiones se han tratado de solventar acudiendo a fuentes de información nacionales en caso de estar disponibles. A su vez, cabe señalar los trabajos realizados con el fin de elaborar o completar la información requerida para la valoración y que sin embargo no se encuentra disponible en la actualidad, ejemplo de la misma son las fuentes generadas, recogidas en el Anejo II.

Por lo tanto, es obvio indicar que VANE puede ser objeto de mejora y actualización conforme se publiquen, completen y mejoren las fuentes de información empleadas. Citar a modo de ejemplo algunas publicaciones periódicas como son: el Mapa Forestal de España, el Inventario Forestal Nacional, el Anuario de Estadística Agroalimentaria y el Anuario de Estadística Forestal. Existiendo otras fuentes que se encuentran actualmente en elaboración, citar de nuevo a modo de ejemplo: el Inventario Nacional de Erosión de Suelos y la calidad actual de las aguas recogida en los nuevos Planes de Cuenca.

La publicación periódica de determinada información de base posibilita que el Proyecto VANE arroje información en esos mismos periodos, obteniéndose de esta forma el valor económico de la naturaleza en cada momento, y por consiguiente la evolución en el tiempo de nuestro capital natural.

Los valores recogidos en VANE pueden interpretarse como un indicador de referencia en la toma de decisiones y en la definición de las prioridades públicas que afecten al medio natural.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, M. & cols. (2007). *Catálogo de Especies Amenazadas en Aragón. Flora*. Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.
- Asociación Española de Importación de Madera, AEIM (2003). *Directorio de la Madera 2003/2004*.
- Avendaño Salas, C., Sanz Montero, E., Rayán, C., Gómez Montaña, J.L. (1997). *Sediment yield at Spanish reservoirs and its relationship with the drainage basin area. Proceedings of the 19th Symposium of Large Dams, Florence*. International Committee on Large Dams (ICOLD), Paris pp. 863– 874.
- Avendaño Salas, C., Rayán Cobo, R. (1997a). Metodología para estimar la erosión de cuencas fluviales a partir de la batimetría de embalses. En: J. Ibáñez Estévez, B. Valero Garcés, C. Machado. *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo: implicaciones en la desertificación*. Geoforma.
- Balgañon Moreno, M. (2003). *Sistemas selvícolas*. Departamento de Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid.
- Bañares, Á. & col., eds. (2004). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. 2ª ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Bañares, Á. & col., eds. (2008). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Adenda 2006. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Bartolomé, C., Álvarez Jiménez, J., Vaquero, J. (2005). *Los tipos de hábitat de interés comunitario de España*. ICONA.
- Beaumont, N., Austen, M., Atkins, J., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T., Derous, S., Holm, P., Horton, T., van Ierland, E., Marboe, A., Starkey, D., Townsend, M. & Zarzycki, T. (2007). *Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach*. Marine Pollution Bulletin 54: 253–265.
- Berman, M.D. y Kim, H.J. (1999). *Endogenous On-Site Time in the Recreation Demand Model*. Land Economics 75(4): 603-619.
- Blanca, G. & cols. (1999-2000). *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 2 vols.
- Blanco, J.C., González, J.L. (1992). *Libro Rojo de los vertebrados de España*. ICONA, Madrid.
- Bockstael, N. E., Hanemann, W. M. y Strand, I. E. (1986). *Measuring the Benefits of Water Quality Improvements in a Recreational Demand Framework*. Water Resources Research 23(5): 951-960.

Bockstael, N. E., Hanemann, W. M. y Kling, C. L. (1987). *Estimating the Value of Water Quality Improvements in a Recreational Demand Framework*. *Water Resources Research* 23(5): 951-960.

Castroviejo, S. (coord.). (1986-2001). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. I-VIII, X, XIV. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

Chinery, M. (1978). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Ediciones Omega.

Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (2001). *Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada*.

CSIC/IRNAS (2000). Mapa de suelos. A partir de: United States Department of Agriculture, USDA (1987). *Keys to Soil Taxonomy*. Sistema Español de Información de Suelos sobre internet (SEISnet).

Doadrio, I. (2001). *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.

Elcano, I., Sánchez, D., Barberena, G., Sanz, F. (2007). *Current status of Spanish Firewood Project*. Quality Wood project report 2.1/2007. Project EIE/06/178/SI2.4444.03. Fundación CENER – CIEMAT, CIS-Madera. Spain.

Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. (1998). *Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components*. *Science*, Vol. 281 nº 5374: 237-240.

Guindeo A., García Esteban L. (1997). *Especies de maderas para la carpintería, construcción y mobiliario*.AITIM, Madrid.

Hanemann, W. M. (1982). *Applied Welfare Analysis with Qualitative Response Models*. Department of Agricultural & Resource Economics, UCB. CUDARE Working Paper 241.

Hansen, L.T., Breneman, V.E., Davison, C.W., Dicken, C.W. (2002). *The cost of soil erosion to downstream navigation*. *Journal of soil and water conservation* 57 (4): 205–212.

Hansen, L., Hellerstein, D. (2007). *The Value of Reservoir Services Gained with Soil Conservation*. *Land Economics* 83(3): 285–301.

Hilton-Taylor, C. (compiler) (2000). *2000 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Hotelling, H. (1947). *Letter to the National Park Service, Reprinted in An Economic Study of the Monetary Evaluation of Recreation in the National Parks (1949)*. U.S.

Department of the Interior, National Park Service and Recreational Planning Division, Washington, D.C.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDAE (2006). Boletín IDAE: *Eficiencia energética y energías renovables nº 8*. IDAE.

Instituto Geográfico Nacional, IGN (1997). *Atlas Nacional de España*.

Instituto Nacional de Estadística, INE (2005). *Anuario Estadístico de España*.

Instituto Nacional de Estadística, INE (1999). *Informa Anual de Censo Agrario*.

Instituto Nacional de Estadística, INE (2001). *Informa Anual de Censos de Población y Viviendas*.

Instituto Nacional de Estadística, INE (2005). *Informe Anual de la Encuesta de Ocupación de Alojamiento de Turismo Rural*.

Instituto para la Conservación de la Naturaleza, ICONA (1987-2001). *Mapa de Estados Erosivos*.

López González, G. (2007). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*, 3ª Edición. Mundi Prensa, S.A.

Madroño, A., González, C., Atienza, J.C. (2004). *Libro Rojo de las Aves de España*. Ministerio de Medio Ambiente SEO/BirdLife, Madrid.

Martí, R., Del Moral, J.C. (2003). *Atlas de las aves reproductoras de España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Martínez Peña, F., Gómez Conejo R., Ortega Martínez P., Cabezón Cascante A., Francés Peñuelas D., Hernández Fernández de Rojas A. y Sevillano Ruiz J.L. (2007). *Micodata: sistema de información geográfica sobre la producción, aprovechamiento y ordenación del recurso micológico en Castilla y León*. Revista Montes nº 89.

McFadden, D. (1974). *The Measurement of Urban Travel Demand*. Journal of Public Economics 3: 303-328.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias (1999-2006). *Anuario de Estadística Agroalimentaria*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2001-2003). *Ortofotografía del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) 1:5.000 a 1:10.000*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2002-2006). *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2005). *Encuesta de Cánones de Arrendamientos Rústicos*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2005). *Encuesta de los Precios percibidos, pagados y salarios agrarios*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2005). *Encuesta de Precios de la Tierra*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2006). *Encuestas Ganaderas*.

Ministerio de Fomento (2000). *Mapa Oficial de Carreteras Interactivo (MOCI) 1:200.000*

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITyC. Instituto de Estudios Turísticos (2005). *Informe Anual de los Movimientos Turísticos de los Españoles*.

Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (2000). *Libro Blanco del Agua*.

Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza (2000). *Mapa de la productividad potencial forestal de España*.

Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza (1986-1996). *Segundo Inventario Forestal Nacional*.

Ministerio de Medio Ambiente (1990-2006). *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*.

Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza (1997-2006) *Tercer Inventario Forestal Nacional*.

Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales (1998-2008). *Mapa Forestal de España 1:50.000*.

Ministerio de Medio Ambiente (2004). *Mapa de Asociaciones de Tipos de Paisaje 1:1.500.000*. En: *Atlas de los Paisajes de España*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Hojas 1T —Cuestionarios sobre las superficies ocupadas por los cultivos agrícolas—*.

Ministerio de Medio Ambiente (2001-2008). *Inventario Nacional de Erosión de Suelos*.

Ministerio de Medio Ambiente (2007). *Inventario Nacional de Biodiversidad*.

Ministerio de Medio Ambiente. *Mapa de coberturas de los espacios naturales protegidos en España.*

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, MARM (2008). *Proyecto de "Valoración de los costes de conservación de la Red Natura 2000 en España"*.

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, MARM. *Guía de playas.* [en línea].

Ministerio de Sanidad y Consumo (2007). *Calidad de las aguas de baño en España. Informe técnico temporada 2007. Resumen.*

Montero, G., Candelas, J.A., Ruiz-Peinado, R., Gutierrez, M., Pavon, J., Bachiller, A., Ortega, C., Cañellas, I. (2000). *Influencia de la densidad en la producción de piña y madera en masas de Pinus pinea en la provincia de Huelva.* I Simposio del Pino Piñonero, Valladolid, 22, 23 y 24 de febrero de 2000.

Montero G., Ruiz-Peinado R., Muñoz M. (2005). *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles.* Monografías Serie Forestal nº 13. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.

Pleguezuelos, J.M., Márquez, R., Lizana, M. (2002). *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España.* Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Palomares, M.L, Pauly, D. "*Sea Around Us*" Project. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada [en línea].

Palomo, L.J., Gisbert, J. (2002). *Atlas de los mamíferos terrestres de España.* Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Rivas Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España: 1:400.000.* ICONA.

Rivas Martínez, S. y Penas, A. (2003). *Atlas y Manual de los Hábitats de España.* Dirección General de Conservación de la Naturaleza. MARM.

Rodríguez Murillo, JC. (2001). *Organic carbon content under different types of land use and soil in peninsular Spain, Biology and Fertility of Soils* 33: 53-61.

Ruiz de la Torre, J. (1984). *Árboles y arbustos de España.* Editorial Salvat.

San Miguel, A. (1996). *La Dehesa Española, un antiguo sistema silvopastoral mediterráneo que combina producción y conservación.*

San Miguel, A. (1997). *Pastizales naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora.* Fundación Conde del Valle de Salazar.

- Serrada Hierro, R. (2005). *Apuntes de Selvicultura. E.U.I.T. Forestal*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- Servicio de Estudios de “La Caixa” (2000). *Anuario Económico de España*.
- Sociedad Estatal de Gestión de la Información Turística, SEGIT. *Mapa de coberturas de casas rurales en España*.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterstrom, D., Grant, P.J. (2001). *Guía de aves de España y de Europa*. Ediciones Omega, S.A.
- Tolosana Esteban, E. (2004). *El Aprovechamiento Maderero*. Editorial Mundiprensa.
- Tucker, G.M., Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe. Their conservation status*. BirdLife International, Cambridge.
- Universitat de les Illes Balears. Àrea de Botànica del Departament de Biologia (2007). *Herbario Virtual del Mediterráneo Occidental*.
- Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Forestal (2008). *Guía de aves del laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes*.
- Uribe-Echebarría, P.M., Campos, J.A. (2006). *Flora vascular amenazada en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Serv. Publ. del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Valdeolmillos Rodríguez, A. (2005). *Registro paleoclimático y paleoambiental de los últimos 350.000 años en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel (Ciudad Real)*. Tesis doctoral. Departamento de Geología. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.
- Verdú, J.R., Galante, E. (2006). *Libro Rojo de Invertebrados de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. MARM
- Verstraeten, G., Poesen, J., de Vente, J., Koninckx, X. (2003). *Sediment yield variability in Spain: a quantitative and semiquantitative analysis using reservoir sedimentation rates*. *Geomorphology* 50: 327–348.
- Xunta de Galicia (1997). *Estudio de los recursos de fitomasa en Galicia*.

Índice de siglas

SIGLA	DESCRIPCIÓN
AEF	Anuario de Estadísticas Forestales
ANE	Atlas Nacional de España
CIEM	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
CLC2000	Corine Land Cover 2000
CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
DBO5	Demanda Biológica de Oxígeno trascurridos 5 días
Dn	Diámetro normal ¹
DPMT	Dominio Público Marítimo Terrestre
ECX	European Climate Exchange
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
ENP	Espacio Natural Protegido
Fcc	Fracción de cabida cubierta
GIS	Geographic Information System
IAVC	Incremento Anual de Volumen con Corteza
IBAE	Institut Balear de Estadística
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IDEE	Infraestructura de Datos Espaciales de España
IEA	Internacional Energy Agency
IET	Instituto de Estudios Turísticos
IFN	Inventario Forestal Nacional ²
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INB	Inventario Nacional de Biodiversidad
INE	Instituto Nacional de Estadística
INES	Inventario Nacional de Erosión de Suelos
IPCA	Índice de Precios de Consumo Armonizado
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LIC	Lugar de Importancia Comunitaria
MAFV	Mapa de Aptitud Fúngica de VANE
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino
MCAV	Mapa de Calidad de Aguas de VANE
MDT	Modelo Digital del Terreno
MEE	Mapa de Estados Erosivos
MEV	Mapa de Erosión de VANE
MFE	Mapa Forestal de España escala 1:50.000
MFEV	Mapa Forestal de España adaptado a VANE
MITyC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

¹ Medido a 1,3 m sobre el nivel del suelo.

² Hasta la fecha se han realizado 3 Inventarios Nacionales, las siglas empleadas para cada uno de ellos son: IFN1, IFN2 e IFN3.

SIGLA	DESCRIPCIÓN
MOCI	Mapa Oficial de Carreteras Interactivo
MPV	Mapa de Playas de VANE
NEA	Nuclear Energy Agency
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PPF	Productividad Potencial Forestal
PPN	Producción Primaria Neta
PT	Precio de la Tierra
RECAN	Red Contable Agraria Nacional
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEISNET	Sistema Español de Información de Suelos sobre Internet
SIGPAC	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas
SIMPA	Sistema Integrado para la Modelización del proceso de Precipitación Aportación
TIO	Tabla Input-Output
USDA	United States Department of Agriculture
VAB	Valor Añadido Bruto
VANE	Proyecto Valoración de los Activos Naturales de España
VCC	Volumen Con Corteza
ZEE	Zona Económica Exclusiva
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves