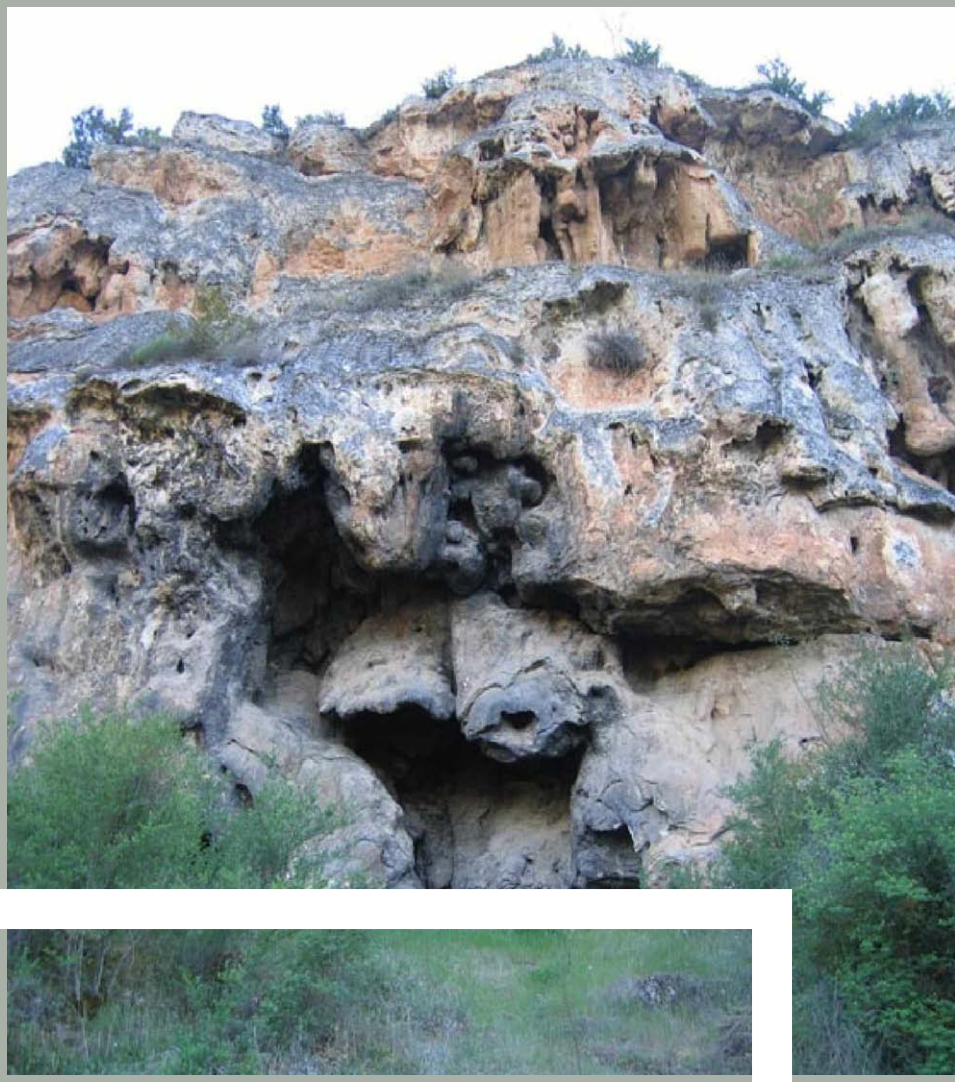


7220

FORMACIONES TOBÁCEAS GENERADAS POR COMUNIDADES BRIOFÍTICAS EN AGUAS CARBONATADAS (*)

COORDINADOR
Juan José Durán Valsero

AUTORES
Luis Carcavilla Urquí, África de la Hera, Concepción Fidalgo y Juan Antonio González Martín

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Esta ficha forma parte de la publicación **Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España,** promovida por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo.

Realización y producción

Grupo Tragsa

Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo.

Coordinación técnica

Juan Carlos Simón Zarzoso.

Colaboradores

Presentación general: Roberto Matellanes Ferreras y Ramón Martínez Torres. Edición: Cristina Hidalgo Romero, Juan Párbole Montes, Sara Mora Vicente, Rut Sánchez de Dios, Juan García Montero, Patricia Vera Bravo, Antonio José Gil Martínez y Patricia Navarro Huercio. Asesores: Íñigo Vázquez-Dodero Estevan y Ricardo García Moral.

Diseño y maquetación

Diseño y confección de la maqueta: Marta Munguía.
Maquetación: Do-It, Soluciones Creativas.

Agradecimientos

A todos los participantes en la elaboración de las fichas por su esfuerzo, y especialmente a Antonio Camacho, Javier Gracia, Antonio Martínez Cortizas, Augusto Pérez Alberti y Fernando Valladares, por su especial dedicación y apoyo a la dirección y a la coordinación general y técnica del proyecto.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

La coordinación general del grupo 7 ha sido encargada a la siguiente institución

Universidade de Santiago de Compostela

Coordinador: Juan José Durán Valsero[1].

Autores: Luis Carcavilla Urquí[1], África de la Hera[1], Concepción Fidalgo[2] y Juan Antonio González Martín[2].

[1]Instituto Geológico y Minero de España (IGME), [2]Univ. Autónoma de Madrid.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Anfibios y reptiles: Asociación Herpetológica Española (AHE). Jaime Bosch Pérez, Miguel Ángel Carretero Fernández, Ana Cristina Andreu Rubio y Enrique Ayllón López.

Aves: Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Juan Carlos del Moral (coordinador-revisor), David Palomino, Blas Molina y Ana Bermejo (colaboradores-autores).

Mamíferos: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM). Francisco José García, Luis Javier Palomo (coordinadores-revisores), Roque Belenguer, Ernesto Díaz, Javier Morales y Carmen Yuste (colaboradores-autores).

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general), Sara Mora Vicente (coordinador regional), Sara Mora Vicente y Borja Jiménez-Alfaro (colaboradores-autores).

Fotografía de portada: Luis Carcavilla Urquí.

A efectos bibliográficos la obra completa debe citarse como sigue:

VV.AA., 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

A efectos bibliográficos esta ficha debe citarse como sigue:

Carcavilla, L., De la Hera, A., Fidalgo, C. & González, J. A., 2009. 7220 Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas (*). En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 62 p.

Primera edición, 2009.

Edita: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

NIPO: 770-09-093-X
ISBN: 978-84-491-0911-9
Depósito legal: M-22417-2009

ÍNDICE

1. **PRESENTACIÓN GENERAL** 7
   - **1.1.** Código y nombre 7
   - **1.2.** Definición 7
   - **1.3.** Descripción 7
   - **1.4.** Problemas de interpretación 8
   - **1.5.** Esquema sintaxonómico 10
   - **1.6.** Distribución geográfica 10

2. **CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA** 29
   - **2.1.** Regiones naturales 29
   - **2.2.** Demarcaciones hidrográficas 30
   - **2.3.** Factores biofísicos de control 30
   - **2.4.** Subtipos 31
   - **2.5.** Exigencias ecológicas 31
   - **2.6.** Especies características y diagnósticas 33
   - **2.7.** Especies de los Anexos II, IV y V 33

3. **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN** 35
   - **3.1.** Determinación y seguimiento de la superficie ocupada 35
   - **3.2.** Identificación y evaluación de las especies típicas 36
   - **3.3.** Evaluación de la estructura y función 36
     - **3.3.1.** Factores, variables y/o índices 36
   - **3.4.** Evaluación de las perspectivas de futuro 36

4. **RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN** 39

5. **INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA** 41
   - **5.1.** Bienes y servicios 41
   - **5.2.** Líneas prioritarias de investigación 41

6. **BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA** 43

7. **FOTOGRAFÍAS** 45

Anexo 1: Información complementaria sobre especies 55

1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

7220 Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas (*)

1.2. DEFINICIÓN

Nombre más adecuado: Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas.

Se propone cambiar el nombre original del tipo de hábitat "Manantiales petrificantes con formación de tuf *(Cratoneurion)"* por los siguientes motivos:

- El término "manantial petrificante" es una denominación poco acertada para referirse a surgencias kársticas en las que tiene lugar precipitación de carbonato cálcico en condiciones subaéreas a partir de aguas continentales, es decir, donde se forman tobas calcáreas.
- Sobre el término "tuf" (totalmente desaconsejado su uso) se discute en el apartado 1.5.
- No todas las tobas calcáreas formadas por la participación vegetal se relacionan con *Cratoneurion,* sino que en la precipitación de carbonato cálcico bioinducida participan otras especies (descritas en el apartado 2.3.1.).
- Las tobas calcáreas se forman en diversos ambientes y posiciones (descritos en el apartado 2.3.4.), por lo que se considera más oportuno hacer más extensivo el ámbito y no restringirlo a surgencias kársticas.

Una definición de este tipo de hábitat adaptada a España es: manantiales con aguas más o menos cargadas de carbonatos y con formación activa de tobas calcáreas. Se localizan en numerosas regiones kársticas peninsulares e insulares en muy variados ecosistemas y emplazamientos geomorfológicos (laderas, cauces fluviales y ámbitos fluviolacustres).

Código y nombre del tipo de hábitat en el anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE

7220 Manantiales petrificantes con formación de tuf *(Cratoneurion)* (*)

Definición del tipo de hábitat según el *Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea* (EUR25, abril 2003)

Manantiales de agua carbonatada con formación activa de travertinos o tobas calcáreas. Localizadas en diversos ambientes como bosques y zonas abiertas. Generalmente son de tamaño reducido (formaciones lineales o puntuales) y están dominados por briofitas *(Cratoneurion commutati)*.

Relaciones con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Habitat Classification 200410
C2.1 Springs, spring brooks and geysers

Palaearctic Habitat Classification 1996
54.12

Estos tipos de hábitat poseen un singular interés por la imbricación entre el componente geológico y florístico. Este tipo de hábitat ofrece, salvo excepciones, un reducido tamaño (formaciones lineales o puntuales) y está dominado por briofitas (especialmente *Cratoneurion commutatum*). Constituyen sistemas naturales muy frágiles de rápida respuesta a cambios ambientales.

1.3. DESCRIPCIÓN

Bajo el término de tobas calcáreas o travertinos se agrupan aquellos depósitos carbonatados continentales generados en condiciones acuáticas. Su presencia y desarrollo se relaciona con acuíferos carbonatados y se presentan en diferentes medios sedimentarios, ya sean lacustres, palustres, kársticos o fluviales. Los depósitos resultantes adoptan diferentes morfologías, generalmente en barreras, cascadas y estromatolitos.

(*) El tipo de hábitat de interés comunitario es prioritario según la Directiva 92/43/CEE.

De manera más específica, este tipo de hábitat se asocia esencialmente a:

- Manantiales con caudales continuos o discontinuos, incluso flujos rezumantes, localizados en el dominio de las vertientes de los acuíferos kársticos. La surgencia de aguas, más o menos saturadas en carbonatos, alimenta un conjunto de formaciones esencialmente compuestas por musgos adaptados a los saltos del agua. Sobre ellos, y por procesos diversos de índole fisico-químico y bioquímico (que suelen actuar de modo complejo y combinado), se forma un precipitado de carbonato cálcico, habitualmente denominado toba o travertino.
- Cursos fluviales y ámbitos lacustres en los que también se desarrollan briofitos y circulan aguas cercanas a la sobresaturación en carbonatos. Algunos ejemplos son los sistemas fluvio-lacustres donde se desarrollan cascadas en las barreras tobáceas que represan las aguas de los vasos lacustres. También se desarrollan en cauces fluviales, colonizando todo tipo de irregularidad natural (microrupturas o rupturas del perfil longitudinal) o artificial (antiguos azudes de molinos, batanes, destinados al riego, etc.) localizada en el lecho.

Las comunidades vegetales ubicadas en estos parajes se desarrollan en microambientes de alta humedad y sobre substratos compuestos por materiales de dominancia calcítica, con pH básicos y donde la evolución edáfica es, casi siempre, muy escasa.

Se trata de tipos de hábitat que revisten un especial interés derivado de:

- Convergencia de procesos geológicos, químicos y biológicos.
- Gran interés e importancia para el conocimiento del pasado a través de la impronta de pólenes, restos vegetales y moldes faunísticos esenciales para la interpretación de los paisajes del pasado y de sus condiciones climáticas y paleoambientales.
- Elevada fragilidad y rápida respuesta a variaciones de condiciones ambientales, por lo que pueden ser utilizados como indicadores.

La presencia de estos sedimentos se considera como una respuesta sedimentaria de la dinámica kárstica e indicadora de paleoclimas caracterizados por ambientes húmedos y cálidos. Cronológicamente, la mayor parte de las tobas calcáreas del mundo mediterráneo han sido ubicadas en los Estadios Isotópicos del Oxígeno[18] (O.I.S.) impares, dominados por condiciones benignas. Se han interpretado como indicadoras de cambios ambientales durante el Cuaternario, ya sean éstos naturales o inducidos, en el Holoceno, por la acción antrópica. La mineralogía del sedimento puede ser representativa de las condiciones ambientales del lugar y del momento de formación de las tobas, siendo empleadas tanto las características geoquímicas de ciertos elementos traza, como los valores de los isótopos estables de C y O a modo de indicadores paleoambientales.

1.4. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Existe una notable multiplicidad de términos para referirse a los precipitados de carbonato cálcico ligados a aguas continentales. Tradicionalmente, desde el siglo XVII, se les denomina "*tobas"* y, más recientemente, *"travertinos"*. Otros términos utilizados son "*tuf*"o "*tufos"*.

El término "toba" proviene de un vocablo onomatopéyico latino *("tuf")* que imitaba el ruido del martillo al golpear materiales porosos, tanto de origen volcánico como carbonático. Su uso científico, como roca caliza, data posiblemente del siglo XVIII y su precursor fue el naturalista francés De Joubert, al hacer referencia a una caliza con multitud de "petrificaciones naturales". Sin embargo, en España, Limón Montero, aplicando una expresión secular muy conocida por los ribereños de ríos karsticos *("las aguas/los ríos crían toba")*, describió en 1697, cómo en la falda de un risco de Cívica (Guadalajara), *"los golpeaderos (*de agua*) engendran alguna tobilla*". Casi un siglo más tarde, el real arquitecto Juan de Villanueva describió los roquedos del entorno de las Lagunas de Ruidera y, sin citar el nombre de toba, hizo alusión a cómo sus recuencos se hallaban escalonados y separados por *"presas naturales"* con *"bancales de piedra caliza"* constituidas por pastas *"firmes y duras, pero en otras porosa y semejante a la escoria y dócil al pico*". Por su parte, el término *"travertino"* procede de Tivertino, antiguo nombre de la ciudad romana de Tívoli (Italia), donde estos depósitos formados por aguas termales son abundantes. Los términos "tuf" o "tufos" se consideran muy poco apropiados para la referencia a tobas calcáreas

y travertinos. Se trata de una mala adaptación al español (anglicismo) del término inglés *tuf*, que, a su vez, deriva del término vernáculo castellano del latín "*tophus*". Por lo tanto, se desaconseja la utilización de esos términos (tuf o tufos) y se recomienda la utilización de los términos toba calcárea o travertino.

Con respecto a la elección de uno de estos dos términos (toba calcárea o travertino), existe disparidad de opiniones en la bibliografía especializada. En España pueden designarse indistintamente con ambos nombres, siendo más frecuente el de toba calcárea. Sin embargo, la cartografía geológica levantada por el Instituto Geológico y Minero de España incluyó, casi siempre, en las cartelas de afloramientos y en las correspondientes memorias de los mapas a escala 1:50.000, el vocablo "travertinos". Por ello, es necesario hacer tres matizaciones importantes:

1. Las tobas son un tipo de roca que incluyen las aquí descritas, pero también materiales de origen volcánico (de hecho, el término toba ya lo utilizaba Plinio, también, para referirse a depósitos piroclásticos), por lo que es fundamental adjuntar la denominación "calcárea" para distinguirla de la de origen volcánica.
2. Algunos autores utilizan el término travertino exclusivamente para precipitados calcáreos formados en aguas termales, donde los factores que condicionan la precipitación de carbonato cálcico son parcialmente distintos a los que intervienen en aguas a temperatura ambiente.
3. Otros investigadores consideran que el término travertino debe restringirse a aquellos depósitos en los que no existe participación biológica (condicionados exclusivamente por procesos físico-químicos), ya que son notablemente más densos y compactos que los otros. Sin embargo, la intervención biológica existe siempre, pues biofilms petrificantes compuestos por nanobacterias, bacterias y determinadas algas colonizan las orillas y los fondos de aquellos cauces expuestos a la luz solar, incluso con flujos de agua con temperaturas muy elevadas.

No existe, pues, consenso ni en la bibliografía nacional ni en la internacional para decantarse por uno u otro término, así que suelen usarse ambos de manera indistinta. No obstante, hace más de diez años y para solventar parte de esta confusión, un experto investigador (Pedley, 1990) propuso utilizar el término inglés *"tuf",* o su equivalente en español "toba", para hacer alusión a los depósitos carbonatados continentales formados por aguas no termales; por el contrario, el vocablo *"travertine"* o travertino se aplicaría a los originados por flujos de origen termal. A la vista de esta propuesta, ya utilizada desde entonces por miembros que han participado en la elaboración de esta ficha y reconociendo las insuficiencias todavía no superadas de esta genérica esquematización, el equipo de la Universidad Autónoma de Madrid plantea la diferenciación entre toba y travertino, si bien es difícil llevarla a cabo en el presente documento, dada la diversidad de afloramientos y complejidad de los mismos.

Otro problema de interpretación es acordar si sólo se consideran las partes activas de los edificios tobáceos (en las que se produce actualmente precipitación de carbonato cálcico) o el conjunto del depósito. Consideramos que la parte activa del edificio es una parte de un sistema natural más extenso que no debe ser olvidado, ya que refleja las diferentes fases evolutivas del tipo de hábitat. Por otro lado, el funcionamiento de los sectores activos e inactivos está estrechamente ligado, ya que la pervivencia de estos tipos de hábitat depende directamente del aporte de agua (en este caso, casi siempre, surgencias kársticas) que deben considerarse como parte del sistema a inventariar, cartografiar y gestionar.

1.5. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre científico
7220*	**622010**	***Cratoneurion commutati* Koch 1928**
7220*	622011	*Cochleario pyrenaicae-Cratoneuretum commutati* Oberdorfer ex Müller 1961
7220*	622012	*Cratoneuro filicini-Anagallidetum tenellae* Ríos & Alcaraz in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002
7220*	622013	*Cratoneuretum falcati* Gams 1927
7220*	622014	*Epilobio alsinifolii-Cratoneuretum falcatae* Rivas Goday & Borja 1961
7220*	622015	*Eucladio-Barbuletum tophaceae* Herbrab 1973
7220*	**622020**	***Adiantion capilli-veneris* Br.-Bl. ex Horvatic 1934**
7220*	622021/622023	*Eucladio-Adiantetum capilli-veneris* Br.-Bl. ex Horvatic 1934
7220*	622025	*Lyperietum canariensis* Sunding 1972
7220*	622027	*Trachelio coerulei-Adiantetum capilli-veneris* O. Bolòs 1957
7220*	**722060**	***Pinguiculion longifoliae* F. Casas 1970**
7220*	622022	*Eucladio-Pinguiculetum mundi* T.E. Díaz, Guerra & Nieto 1982 corr. Asensi & Díez Garretas 2002
7220*	622024	*Hyperico nummularii-Pinguiculetum* coenocantabricae T.E. Díaz, Guerra & Nieto 1982 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984
7220*	622026	*Adianto capilli-veneris-Pinguiculetum longifoliae* F. Casas 1970

Tabla 1.1
Clasificación del tipo de hábitat 7220*.
Datos del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

1.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Las tobas calcáreas están ampliamente distribuidas por nuestro país. Están vinculadas a acuíferos carbonatados en su mayor parte, aunque también pueden estar asociadas a acuíferos de naturaleza mixta, y se asientan sobre substratos diferentes (no exclusivamente carbonatados). Son especialmente abundantes en ríos y surgencias del ámbito mediterráneo, tanto interior como costero, aunque también se presentan, en menor grado, en el ámbito atlántico interior. Las provincias de Albacete, Ciudad Real, Alicante, Valencia, Castellón, Málaga, Murcia, Granada, Jaén, Cuenca y Guadalajara poseen importantes depósitos tobáceos, si bien también están presentes en otros lugares.

Sin embargo, y a pesar de su ubicuidad en la mitad oriental de la Península Ibérica, no existe en España un inventario de formaciones tobáceas que pueda ser utilizado como base para la realización de una cartografía de referencia. A este hecho hay que sumar algunas dificultades intrínsecas a la hora de inventariar y cartografiar estos sistemas naturales,

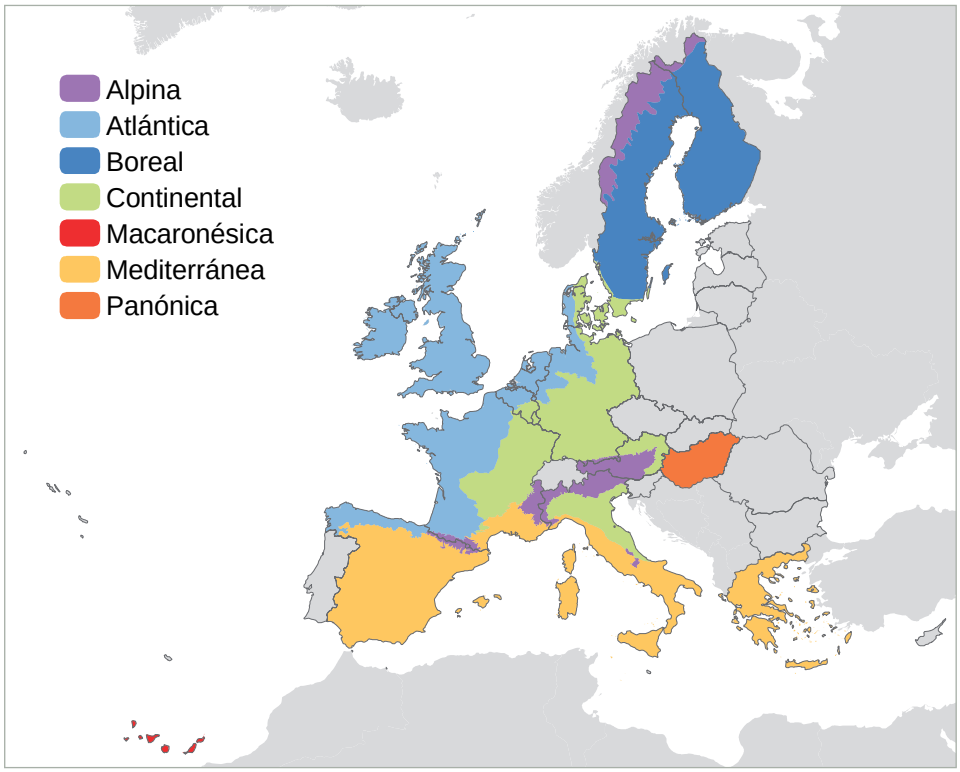


Figura 1.1
Mapa de distribución del tipo de hábitat 7220* por regiones biogeográficas en la Unión Europea. Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

como el hecho de que con frecuencia los ambientes tobáceos se suceden y/o se interrelacionan en los valles de las cuencas kársticas, motivando infinidad de parajes puntuales de pequeña entidad que hacen muy complicada su cartografía en mapas de pequeña escala. Otra dificultad es que no se cuenta con datos suficientes para discernir si en las formaciones tobáceas incluidas en la cartografía está presente *Cratoneurion commutati*. Tampoco se dispone de datos que permitan discernir qué porcentaje del sistema tobáceo está activo y cuál no. Así que la cartografía adjunta se refiere a los lugares en los que se sabe con seguridad la presencia de formaciones tobáceas y travertínicas de cierta entidad, independientemente de:

- Las briofitas que en ellas estén presentes.
- El estado de conservación de la formación tobácea.
- El grado de actividad de la formación (total o parcialmente activa/inactiva).
- Ciertos afloramientos tienen dimensiones muy reducidas, por lo que son de muy difícil cartografía.

La metodología de trabajo utilizada para realizar una primera aproximación a lo que es el inventario de tobas y travertinos en España aquí presentado, ha consistido en la consulta de los mapas geológicos a escala 1:50.000 (Serie Magna) publicados por el IGME y disponibles en formato electrónico (cartografía digital disponible en la página web del IGME). En la tabla 1.2 se indica la relación de las hojas geológicas 1:50.000 representadas en la figura 1.2 procedentes de la consulta de la serie MAGNA del IGME. Complementariamente, en la tabla 1.3 se indican las coordenadas de los puntos propuestos por el equipo de la Universidad Autónoma de Madrid.

A efectos de completar el presente inventario, cuyo resultado se insiste en que es muy preliminar, se incluyen en la tabla 1.4 el listado de las hojas geológicas que no han estado disponibles y, por tanto, no han sido consultadas, quedando esta tarea pendiente para un paso posterior en la elaboración de esta ficha. En la tabla 1.5 se incluyen, también, las hojas geológicas disponibles pero que no disponen de coordenadas, por lo que la georeferenciación no ha sido viable.

Puede observarse que la mayor concentración de tobas se presenta en las zonas interiores correspon-

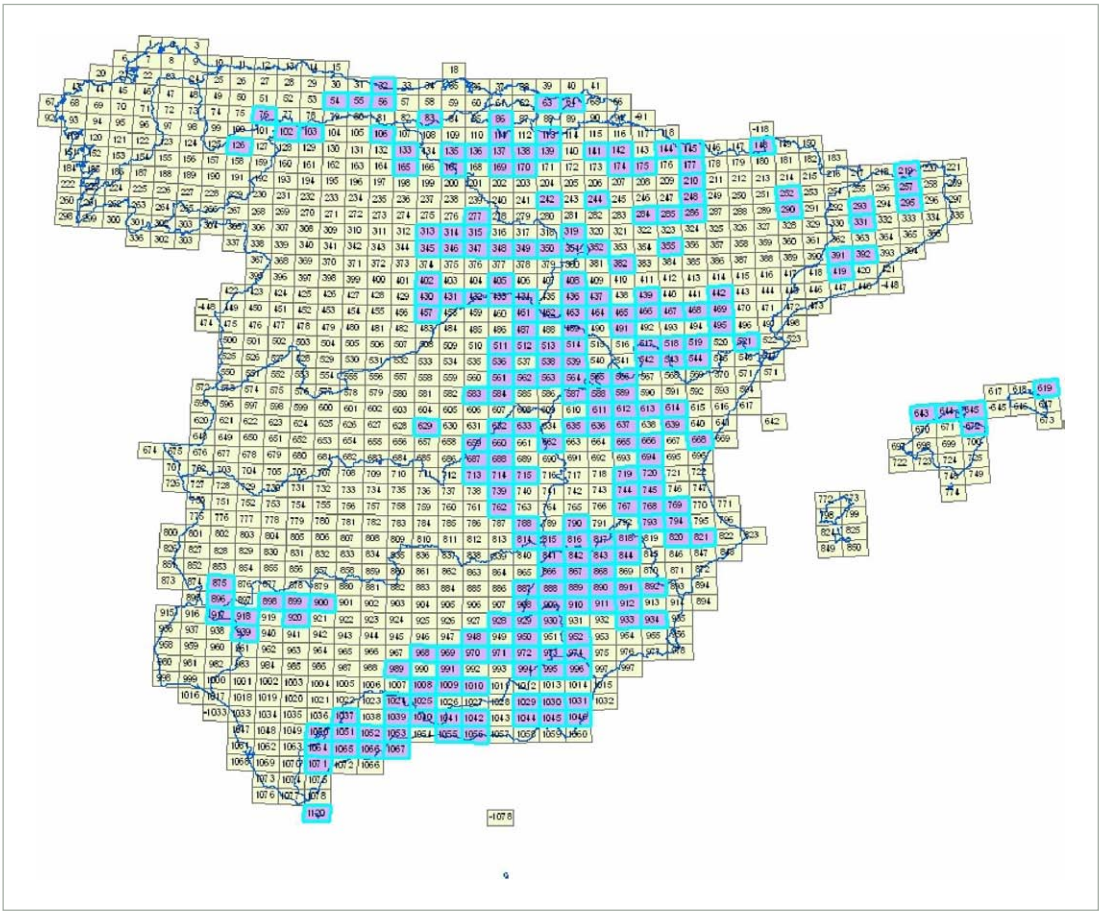


Figura 1.2

Ubicación de los afloramientos de tobas calcáreas y formaciones travertínicas en España.
(Realizada a partir de la cartografía geológica disponible a escala 1:50.000.)

dientes a las cabeceras de las cuencas del Guadalquivir-Segura-Norte de la Cuenca Mediterránea Andaluza, cabeceras del Júcar-Tajo-Sur de la cuenca del Ebro. Además de estas zonas, puede destacarse de modo particular, la abundancia de afloramientos de travertinos y tobas cartografiados en las hojas geológicas números 295 (Banyotes), 566 (Cella) y 457 (Turégano).

Insistimos en que este inventario constituye sólo una primera aproximación a los afloramientos tobáceos existentes en España. Con respecto a los resultados que se exponen en la figura 1.2, hay que hacer los siguientes comentarios:

1. Se han registrado todos los afloramientos cartografiados con las siguientes denominaciones: travertinos, travertinos y tobas, tobas (exclusivamente calcáreas, no incluyéndose las de distinta naturaleza, es decir, tobas pumíticas, tobas riolíticas, tobas cristalinas líticas), terrazas travertínicas, calizas travertínicas, terrazas tobáceas, formaciones travertínicas y carbonatos fluviales. La totalidad de afloramientos representados son de edad Cuaternaria. No se han incluido los afloramientos de tobas o travertinos de otras edades geológicas.
2. No se incluyen los afloramientos identificados como tuff por estar datados en el Carbonífero Inferior.
3. No se incluyen los sedimentos identificados como sedimentos detríticos travertinizados, por estar datados en el Terciario.
4. No se incluyen las turbas ya que están asociadas habitualmente a aguas silíceas.
5. En muchos casos, en los mapas geológicos de la cartografía consultada, en los que se hace constar el término “toba”, no se indica la naturaleza

de la misma. Por esta razón, se aconseja realizar un inventario adecuado que permita:

a) Identificar la naturaleza del afloramiento (toba calcárea, riolítica, pumítica o de otro tipo).
b) Determinar su estado: activo o inactivo y funcionalidad.
c) Determinar presiones e impactos en su entorno que constituyan una amenaza para su conservación.
d) Caracterizar su funcionamiento: determinar la/s masa/s de agua subterránea/s que alimente/n dicha surgencia, temperatura del agua, tasa de carbonatos en el agua, presión de CO_2, etc.

Tabla 1.2

Hojas geológicas escala 1:50.000 (Serie MAGNA) revisadas en las que se han encontrado afloramientos de tobas y/o travertinos.

Nº Hoja Geológica		Nombre Hoja Geológica	Identificación del afloramiento
1052	16-44	Alora	Travertinos
1051	15-44	Ronda	Travertinos
1055	19-44	Motril	Travertinos
1056	20-44	Albuñol	Travertinos
1044	22-43	Alhama de Almería	Travertinos
1042	20-43	Lanjarón	Travertinos
1041	19-43	Durcal	Travertinos
1040	18-43	Zafarraya	Travertinos
1065	15-45	Marbella	Travertinos
1029	22-42	Gergal	Travertinos
1025	18-42	Loja	Travertinos
1008	18-41	Montefrío	Travertinos
1009	19-41	Granada	Travertinos
1010	20-41	La Peza	Travertinos
996	24-40	Huercal Overa	Travertinos
995	34-40	Cantoria	Travertinos
994	22-40	Baza	Travertinos
968	18-39	Alcaudete	Travertinos
971	10-39	Cuevas del Campo	Travertinos
972	22-39	Cullar Baza	Travertinos
973	23-39	Chirivel	Travertinos
974	24-39	Velez Rubio	Travertinos
950	22-38	Huescar	Travertinos
917	10-37	Aracena	Travertinos
918	11-37	Santa Olalla de Cala	Travertinos
928	21-37	Cazorla	Travertinos
929	22-37	San Clemente	Travertinos
912	26-36	Mula	Travertinos
911	25-36	Cehegin	Travertinos
909	23-36	Nerpio	Travertinos
899	13-36	Guadalcanal	Travertinos

Sigue ▶

Continuación Tabla 1.2

Nº Hoja Geológica		Nombre Hoja Geológica	Identificación del afloramiento
898	12-36	Puebla del Maestre	Travertinos
896	10-36	Higuera la Real	Travertinos
875	10-35	Jerez de los Caballeros	Travertinos
888	23-35	Vetas de Abajo	Travertinos
889	24-35	Moratalla	Travertinos
868	25-34	Isso	Travertinos
867	24-34	Elche de la Sierra	Travertinos
841	23-33	Alcaraz	Travertinos
842	24-33	Lietor	Travertinos
821	29-32	Alcoy	Travertinos
815	23-32	Robledo	Travertinos
814	22-32	Villanueva de la Fuente	Travertinos
788	22-31	El Bonillo	Travertinos
769	28-30	Navarres	Travertinos
744	26-29	Casas Ibañez	Travertinos
745	27-29	Jalance	Travertinos
720	27-28	Requena	Travertinos
637	26-25	Landete	Travertinos
636	25-25	Villar del Humo	Travertinos
635	24-25	Fuentes	Travertinos
611	25-24	Cañete	Travertinos
588	25-23	Zafrilla	Travertinos
584	21-23	Mondéjar	Travertinos
583	20-23	Arganda	Travertinos
565	25-22	Tragacete	Travertinos
566	26-22	Cella	Travertinos
539	23-17	Paralejo de las Truchas	Travertinos
517	27-20	Argente	Travertinos
518	28-20	Travertino	Travertinos
521	31-20	Beceite	Travertinos
457	18-18	Turégano	Travertinos
402	18-16	Olombrada	Travertinos
419	35-16	Villafranca del Penedés	Travertinos
392	36-15	Sabadell	Travertinos
391	35-15	Igualada	Travertinos
331	36-13	Puigreig	Travertinos
319	24-13	Agreda	Travertinos
314	19-13	Cilleruelo de Abajo	Travertinos
290	33-12	Isona	Travertinos

Sigue

Continuación Tabla 1.2

Nº Hoja Geológica		Nombre Hoja Geológica	Identificación del afloramiento
293	36-12	Berga	Travertinos
295	38-12	Banyoles	Travertinos
252	33-11	Tremp	Travertinos
170	22-9	Haro	Travertinos
167	19-9	Montoro	Travertinos
135	19-8	Sedano	Travertinos
136	20-8	Oña	Travertinos
141	25-8	Pamplona	Travertinos
619-III		Son Saura	Travertinos
347	20-14	Peñaranda de Duero	Travertinos
1066	16-45	Coín	Travertinos y tobas
1050	14-44	Ubrique	Travertinos y tobas
930	23-37	Puebla de Don Fadrique	Travertinos y tobas
991	19-40	Iznalloz	Travertinos y tobas
900	14-36	Alcala la Real	Travertinos y tobas
969	19-39	Valdepeñas de Jaen	Travertinos y tobas
970	20-39	Huelma	Travertinos y tobas
952	24-38	Vélez Blanco	Travertinos y tobas
911	25-36	Cehegin	Travertinos y tobas
614	28-24	Manzanera	Travertinos y tobas
542	27-21	Alfambra	Travertinos y tobas
313	18-13	Antigüedad	Travertinos y tobas
169	21-09	Casalareina	Travertinos y tobas
133	17-08	Pradaños de Ojeda	Travertinos y tobas
643	38-25	Sa Calobra	Travertinos y tobas
644	39-25	Pollensa	Travertinos y tobas
645	40-25	Sa Calobra. Pollensa, cabo Formentor	Travertinos y tobas
165	17-9	Herrera de Pisuerga	Travertinos y tobas
1039	17-43	Colmenar	Tobas
1053	17-44	Málaga	Tobas
1067	17-45	Torremolinos	Tobas
989	17-40	Lucena	Tobas
958	8-39	Puebla de Guzmán	Tobas
939	11-38	El Castillo de las Guardas	Tobas
910	24-36	Caravaca	Tobas
908	22-36	Santiago de la Espada	Tobas
1024	17-42	Archidona	Tobas
887	22-35	Orcera	Tobas
762	21-30	Tomelloso	Tobas

Sigue

Continuación Tabla 1.2

Nº Hoja Geológica		Nombre Hoja Geológica	Identificación del afloramiento
612	26-24	Ademuz	Tobas
587	24-23	Las Majadas	Tobas
564	24-22	Fuertescusa	Tobas
536	21-21	Guadalajara	Tobas
491	26-19	Calamocha	Tobas
489	24-19	Molina	Tobas
487	22-19	Ledanca	Tobas
464	25-18	Used	Tobas
437	25-17	Ateca	Tobas
436	24-17	Alhama de Aragón	Tobas
408	24-16	Torrijo de la Cañada	Tobas
672	40-26	Arta	Tobas
346	19-14	Aranda de Duero	Tobas
662	23-26	Valverde del Júcar	Terrazas travertínicas
514	24-20	Taravilla	Terrazas travertínicas
461	22-18	Sigüenza	Terrazas travertínicas
462	23-18	Maranchón	Terrazas travertínicas
463	24-18	Milmarcos	Terrazas travertínicas
434	22-17	Barahona	Terrazas travertínicas
315	20-13	Santo Domingo de Silos	Terrazas travertínicas
788	22-31	El Bonillo	Calizas travertínicas
790	24-31	Albacete	Calizas travertínicas
794	28-31	Canals	Calizas travertínicas
762	21-30	Tomelloso	Calizas travertínicas
659	20-26	Lillo	Calizas travertínicas
612	26-24	Ademuz	Calizas travertínicas
382	26-15	Epila	Calizas travertínicas
345	18-14	Roa	Calizas travertínicas
257	38-11	Olot	Calizas travertínicas
512	22-20	Cifuentes	Terrazas Tobáceas
1037	15-43	Teba	Formaciones travertínicas
561	21-22	Pastrana	Terrazas travertínicas
563	23-22	Priego	Terrazas travertínicas
538	23-21	Valdeolivos	Terrazas travertínicas

En la tabla 1.3 se indica la relación de afloramientos de tobas propuestos por el equipo de la Universidad Autónoma de Madrid que colabora en la elaboración de esta ficha. Éstos se incluyen en ámbitos espaciales de diversa extensión: en el caso de áreas donde son numerosos estos enclaves calcáreos se especifica, únicamente, una coordenada general para todo el espacio. En la figura 1.2 estos puntos se han integrado en la hoja escala 1:50.000 correspondiente. Muchos de ellos coinciden con la revisión cartográfica comentada previamente.

Tabla 1.3

Relación de afloramientos de tobas.

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
ANDALUCÍA	ALMERÍA		
	Cabo de Gata-Níjar	36° 53´ 12´´	02° 03´ 05´´
	Desierto de Tabernas	37° 04´ 16´´	02° 30´ 38´´
	Karst de yesos de Sorbas	37° 05´ 55´´	02° 04´ 19´´
	Ramblas de Gergal, Tabernas y Sur de la Sierra de Alhamilla	36° 58´ 53´´	02° 29´ 23´´
	Sierra Nevada	37° 04´ 09´´	03° 08´ 34´´
	JAÉN		
	Río Borosa	37° 59´ 53´´	02° 50´ 05´´
	Sierra de Cazorla, Segura y las Villas	38° 06´ 46´´	02° 45´ 01´´
	Sierra Mágina	37° 45´ 24´´	03° 25´ 34´´
	GRANADA		
	Sierra de Baza	37° 19´ 22´´	02° 48´ 21´´
	Sierra del Castril (N. de la provincia)	37° 53´ 26´´	02° 45´ 10´´
	Sierra del Nordeste	37° 56´ 49´´	02° 30´ 44´´
	Sierra de Ronda	36° 41´ 01´´	05° 07´ 07´´
	Sierra Nevada	37° 04´ 09´´	03° 08´ 34´´
	Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama	36° 51´ 24´´	03° 54´ 19´´
	CÓRDOBA		
	Guadiator-Bembezar	38° 04´ 36´´	05° 11´ 58´´
	CÁDIZ		
	Sierra de Grazalema	36° 43´ 53´´	05° 23´ 22´´
	MÁLAGA		
	Desfiladero de los Gaitanes	36° 55´ 41´´	04° 45´ 31´´
	Río Guadalmina	36° 29´ 09´´	05° 23´ 22´´
	Sierra de Grazalema	36° 43´ 53´´	05° 00´ 45´´
	Sierra de las Nieves	36° 41´ 24´´	04° 59´ 60´´
	Sierra Bermeja y Real	36° 33´ 15´´	05° 05´ 53´´
	Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama	36° 51´ 24´´	03° 54´ 19´´
	SEVILLA		
	Constantina- Los Senderos de los Molinos	37° 51´ 54´´	05° 37´ 27´´
	HUELVA		
	Peña de Arias Montano	37° 52´ 38´´	06° 40´ 08´´
ARAGÓN	HUESCA		
	Ordesa y Monte Perdido	42° 38´ 24´´	00° 01´ 55´´
	Macizo del Posets y Maladeta		
	Alto Valle del Cinca	42° 40´ 48´´	00° 11´ 25´´
	Chistau	42° 35´ 18´´	00° 18´ 28´´
	Congosto de Olvena	42° 06´ 20´´	00° 16´ 34´´

Sigue ▶

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
	Congosto de Ventanillo	42° 29´ 24´´	00° 27´ 36´´
	Los Valles-Sur	42° 44´ 38´´	00° 46´ 07´´
	Macizo de Cotiella	42° 31´ 12´´	00° 19´ 12´´
	Sierra de Arro	42° 25´ 19´´	00° 13´ 49´´
	Sierra de Chía-Congosto de Sopeira	42° 30´ 36´´	00° 24´ 58´´
	Sierra de Esdolomada y Morrones de Güel	42° 18´ 31´´	00° 28´ 10´´
	Sierra Ferrera	42° 28´ 51´´	00° 16´ 01´´
	ZARAGOZA		
	Valle del Mesa	41° 08´ 22´´	01° 57´ 35´´
	Moncayo	41° 44´ 37´´	01° 45´ 35´´
	Río Algars	41° 08´ 25´´	01° 12´ 40´´
	Río Matarranya	41° 08´ 45´´	00° 08´ 22´´
	Río Piedra	41° 09´ 35´´	01° 47´ 04´´
	TERUEL		
	Puertos de Beceite	40° 47´ 44´´	00° 12´ 05´´
	Cañizar del Olivar (SE del pueblo) cerca de Montalbán		
	Alto Turia		
	Cuenca del Ebrón	40° 13´ 40´´	01° 21´ 16´´
	Loma de Centellas	40° 07´ 47´´	01° 11´ 17´´
	Muelas y Estrecho del río Guadalupe	40° 36´ 56´´	00° 33´ 04´´
	Parque Cultural del río Martín	41° 01´ 20´´	00° 37´ 43´´
	Río Algars	41° 08´ 25´´	00° 12´ 40´´
	Río Guadalope, val de Fabara y val de Pilas	41° 14´ 36´´	00° 04´ 40´´
	Río Matarranya	41° 08´ 45´´	00° 08´ 22´´
	Río Mezquín y Oscuro (6%)	40° 54´ 48´´	00° 05´ 06´´
	Albarracín- Salto de San Pedro (El Vallecillo)	40° 13´ 32´´	01° 32´ 29´´
	Albarracín- Terrinete	40° 18´ 26´´	01° 31´ 25´´
ASTURIAS	ASTURIAS		
	Picos de Europa y Sama-Velilla	43° 14´ 50´´	04° 55´ 05´´
	Ponga	43° 11´ 19´´	05° 10´ 08´´
	Redes	43° 10´ 39´´	05° 21´ 14´´
	Río Cares-Deva	43° 19´ 01´´	04° 40´ 27´´
	Somiedo	43° 06´ 14´´	06° 13´ 40´´
BALEARES	BALEARES		
	Archipiélago de Cabrera	39° 11´ 03´´	02° 57´ 36´´
	Cap de Barbaria (SW de Formentera)	38° 39´ 58´´	01° 22´ 21´´
	Cap de Enderrocac-Cap Blanc	39° 24´ 30´´	02° 44´ 50´´
	Cimals de la Serra	39° 49´ 00´´	02° 51´ 00´´
	Costa Brava de Mallorca	39° 55´ 00´´	03° 00´ 10´´
	Costa de Llevant	39° 25´ 00´´	03° 02´ 30´´

Sigue

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
	Costa dels Amunts	39° 03´ 40´´	01° 22´ 00´´
	Dels Canutells a Llucalari	39° 52´ 00´´	04° 09´ 00´´
	Els Teix	39° 43´ 39´´	02° 38´ 24´´
	Mondragó	39° 21´ 16´´	03° 10´ 47´´
	Muntanyes d´Artá	39° 45´ 00´´	03° 20´ 00´´
	Na Borges	39° 40´ 10´´	03° 12´ 00´´
	Sa Costera	39° 49´ 40´´	02° 44´ 40´´
	Formentera La Mola	38° 41´ 27´´	01° 34´ 57´´
CANARIAS	TENERIFE		
	Cabecera del Barranco de Aguajilva	28° 07´ 00´´	17° 17´ 11´´
	Corona Forestal (está en la Caldera de Cañadas y edificio de Teide Pico Viejo)	28° 10´ 59´´	16° 37´ 07´´
	Laderas de Enchereda	28° 08´ 30´´	17° 11´ 00´´
	Las Nieves (monte Sauces y Monte de las Nieves en los altos de Santa Cruz de la Palma)	28° 44´ 50´´	17° 49´ 05´´
	Majona	28° 08´ 120´´	17° 09´ 25´´
	Monte Verde de Barranco Seco y Barranco del Agua	28° 44´ 30´´	17° 47´ 10´´
	LAS PALMAS		
	Barranco de Guadayeque	27° 55´ 28´´	15° 27´ 43´´
	El Nublo II	27° 57´ 42´´	15° 40´ 08´´
	Nublo	27° 53´ 38´´	15° 45´ 32´´
	Tamadaba	28° 01´ 22´´	15° 43´ 25´´
CANTABRIA	CANTABRIA		
	Liébana (W)	43° 07´ 00´´	04° 03´ 00´´
CASTILLA LA MANCHA	ALBACETE		
	Hoces del río Júcar	39° 12´ 20´´	01° 17´ 47´´
	Lagunas de los Ojos de Villaverde (2%)	38° 48´ 31´´	02° 22´ 07´´
	Laguna del Arquillo	38° 45´ 21´´	02° 21´ 37´´
	Alcaraz río la Mesta (Cascada de los Batanes)	38° 38´ 51´´	02° 27´ 55´´
	Ríos Madera y Zumeta		
	Tus	38° 24´ 23´´	02° 25´ 52´´
	Cañones del Segura		
	Río Mundo (Cascada de los Chorros)	38° 27´ 05´´	02° 26´ 07´´
	Letur	38° 22´ 08´´	02° 05´ 57´´
	Claras	38° 19´ 37´´	02° 12´ 15´´
	Tobillas	38° 23´ 34´´	02° 07´ 59´´
	Férez	38° 21´ 20´´	02° 01´ 08´´
	Socovos	38° 20´ 26´´	01° 57´ 37´´
	La Herrada	38° 21´ 52´´	01° 56´ 05´´
	Río Taibilla-Nerpio	38° 08´ 50´´	02° 17´ 10´´

Sigue

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
	Vites	38° 08´ 35´´	02° 29´ 28´´
	Las Juntas	38° 12´ 27´´	02° 26´ 56´´
	Paterna de Madera	38° 37´ 19´´	02° 21´ 02´´
	Montemayor	38° 41´ 42´´	02° 13´ 11´´
	CUENCA		
	Hoces del Cabriel	39° 57´ 55´´	01° 38´ 19´´
	Sierra de las Talayuelas y Aliaguilla	39° 48´ 01´´	01° 17´ 19´´
	Alto Tajo	40° 40´ 51´´	02° 04´ 31´´
	Serranía de Cuenca	40° 17´ 32´´	01° 57´ 16´´
	Río Albalate de las Nogueras- Trabaque	40° 21´ 48´´	02° 15´ 35´´
	Sierra de Valdemoro	40° 04´ 37´´	01° 46´ 30´´
	Laguna de El Marquesado	40° 11´ 21´´	01° 40´ 00´´
	Valdemeca- Fuente de Juan Buena	40° 12´ 21´´	01° 43´ 55´´
	Laguna de Uña	40° 13´ 35´´	01° 58´ 36´´
	Nacimiento de El Cuervo	40° 25´ 37´´	01° 54´ 17´´
	La Cueva	40° 26´ 03´´	01° 55´ 43´´
	Priego-Escabas *	40° 26´ 50´´	02° 20´ 40´´
	Priego-Trabaque	40° 24´ 58´´	02° 19´ 08´´
	Poyatos-Escabas	40° 23´ 20´´	01° 58´ 39´´
	Albendea-Guadiela	40° 29´ 45´´	02° 21´ 49´´
	San Pedro de Palmiches-Guadiela	40° 27´ 07´´	02° 23´ 55´´
	Alcantud-Guadiela	40° 30´ 08´´	02° 20´ 09´´
	Villaconejos-Trabaque	40° 22´ 53´´	02° 17´ 34´´
	GUADALAJARA		
	Alto Tajo	40° 40´ 51´´	02° 04´ 31´´
	Puente de San Pedro	40° 47´ 55´´	02° 09´ 39´´
	Huertapelayo	40° 46´ 45´´	02° 16´ 29´´
	Hundido de Armallones	40° 45´ 50´´	02° 22´ 52´´
	Trillo	40° 42´ 19´´	02° 35´ 17´´
	Brihuega	40° 45´ 50´´	02° 51´ 09´´
	Badiel (Almadrones)	40° 54´ 14´´	02° 46´ 48´´
	Escaleruela	40° 48´ 08´´	02° 08´ 39´´
	Corduente	40° 51´ 10´´	01° 58´ 58´´
	Peralejos de las Truchas	40° 34´ 53´´	01° 54´ 54´´
	Taravilla	40° 39´ 02´´	01° 58´ 26´´
	Aguaspeña (Checa)		
	Fuente de la Parra		
	Cívica	40° 48´ 11´´	02° 46´ 58´´
	Palazuelos del Agua	40° 27´ 24´´	02° 48´ 47´´

Sigue

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
CASTILLA Y LEÓN	SORIA		
	Río Blanco (Urex)	41° 07´ 23´´	02° 19´ 40´´
	Borde Oriental de la Sierra de las Cabrejas (La Toba)	41° 47´ 06´´	02° 35´ 20´´
	Cuenca de Almazán		
	Cañón del río Lobos (1%)	41° 47´ 07´´	03° 06´ 40´´
	Caracena y Tiermes	41° 23´ 07´´	03° 05´ 23´´
	Flanco Norte de la Sierra de Pela	41° 17´ 58´´	03° 07´ 52´´
	Sierra de Moncayo	41° 45´ 24´´	01° 50´ 03´´
	Sabinares de Sierra de Cabrejas	41° 44´ 27´´	02° 48´ 17´´
	BURGOS		
	Merindad de Medina de Pomar		
	Tubilla del Agua	42° 42´ 38´´	03° 48´ 19´´
	Hoces del Ebro y Rudrón. Sedano	42° 48´ 41´´	03° 47´ 50´´
	Orbaneja del Castillo	42° 50´ 07´´	03° 47´ 28´´
	Peña Amaya-Humada	42° 38´ 38´´	04° 02´ 25´´
	Sierra de Tesla y Valdivieso	42° 48´ 44´´	03° 30´ 37´´
	Monte Santiago	42° 57´ 57´´	03° 02´ 02´´
	Montes de Miranda de Ebro y Ameyugo	42° 38´ 47´´	02° 59´ 02´´
	Montes Obarenes	42° 45´ 36´´	03° 14´ 37´´
	Sabinares del Arlanza	41° 59´ 23´´	03° 26´ 40´´
	Embalse de Sobrón-La Toba	42° 46´ 05´´	03° 09´ 48´´
	Tobalina-Valle del Purón	42° 50´ 22´´	03° 14´ 03´´
	Barcina del Barco-Arroyo de Aguabuena	42° 47´ 27´´	03° 13´ 52´´
	Frías	42° 45´ 34´´	03° 17´ 44´´
	Tobera-Frías	41° 45´ 01´´	03° 18´ 24´´
	La Toba (Faido-Mesanza) Condado de Treviño	42° 40´ 30´´	02° 39´ 18´´
	LEÓN		
	Picos de Europa	43° 09´ 51´´	04° 58´ 11´´
	Valle de San Emiliano	42° 57´ 28´´	06° 01´ 32´´
	Montaña central	42° 56´ 02´´	05° 47´ 36´´
	Sierra de los Ancares	42° 47´ 32´´	06° 41´ 58´´
	PALENCIA		
	Covalagua	42° 46´ 15´´	04° 07´ 12´´
	Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina	42° 56´ 13´´	04° 33´ 20´´
	Las Tuerces	42° 45´ 00´´	04° 14´ 12´´
	SEGOVIA		
	Sierra de Ayllón	41° 11´ 01´´	03° 20´ 27´´
	Hoces del río Riaza	41° 31´ 52´´	03° 34´ 58´´
	Hoces del río Duratón (4%)	41° 18´ 36´´	03° 49´ 44´´

Sigue

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
CATALUÑA	GERONA		
	Estany de Bañolas	42° 07´ 32´´	02° 44´ 29´´
	Cap de Creus	42° 18´ 18´´	03° 13´ 11´´
	Macizo de Montseny	41° 46´ 41´´	02° 23´ 48´´
	Prepirineo Central catalán	42° 16´ 55´´	01° 43´ 26´´
	BARCELONA		
	Macizo de Montseny	41° 46´ 41´´	02° 23´ 48´´
	Montserrat-Roques Blanques	41° 36´ 09´´	01° 48´ 47´´
	Prepirineo Central catalán	42° 16´ 55´´	01° 43´ 26´´
	Sant Llorenç del Munt i Obac (6%)	41° 39´ 30´´	01° 59´ 06´´
	LÉRIDA		
	Aigües-Tortes	42° 34´ 44´´	00° 56´ 06´´
	Alt Pallars	42° 39´ 48´´	01° 21´ 01´´
	Prades-el-Montsant	41° 18´ 48´´	01° 02´ 46´´
	Prepirineo Central catalán	42° 16´ 55´´	01° 43´ 26´´
	Sierra del Montsec	42° 02´ 29´´	00° 51´ 27´´
	Tossals dÁlmatret i Riba Roja	41° 08´ 03´´	01° 01´ 13´´
	TARRAGONA		
	Prades-el-Montsant	41° 18´ 48´´	01° 02´ 46´´
	Serra de Montsia	40° 37´ 22´´	00° 31´ 55´´
	Sistema Prelitoral Meridional	40° 41´ 17´´	00° 19´ 35´´
	Tossals dÁlmatret i Riba Roja	41° 08´ 03´´	01° 01´ 13´´
CEUTA	CEUTA		
	Arroyo del Calamocarro y Benzú	35° 55´ 23´´	05° 21´ 52´´
EXTREMADURA	BADAJOZ		
	Cueva del Agua	38° 01´ 10´´	06° 29´ 20´´
	Trasierra	38° 06´ 54´´	05° 54´ 58´´
MURCIA	MURCIA		
	Sierras de Cazorla, Segura	38° 05´ 09´´	02° 51´ 57´´
	Las Villas	38° 06´ 10´´	02° 51´ 51´´
	Ríos Albárabe	38° 12´ 52´´	01° 55´ 56´´
	Sierras y Vega alta del Segura y río Benamor	38° 14´ 50´´	01° 40´ 00´´
	Sierra de Villafuerte y Rambla de la Rogativa (Moratalla)	38° 07´ 05´´	02° 13´ 06´´
	Sierra de la Muela (Moratalla)	38° 15´ 00´´	02° 02´ 20´´
	Sierra de Castril	37° 51´ 32´´	02° 48´ 41´´
	Cañones del Segura y del Mundo: múltiples puntos		
	El Carrasco y El Valle (Carrascoy y el Valle)	37° 52´ 30´´	01° 11´ 10´´
	Sierra de la Pila (Cieza)	38° 15´ 55´´	01° 11´ 18´´
	Humedal de Ajauque y Rambla Salada	38° 08´ 43´´	01° 05´ 45´´
	Sierra de El Molino y Embalse de Quípar	38° 13´ 48´´	01° 38´ 11´´

Sigue

Continuación Tabla 1.3

COMUNIDAD	PROVINCIA	COORDENADAS	
	Llanos de Cagitán	38° 09´ 01´´	01° 36´ 36´´
	Sierra de Moratalla	38° 03 52´´	02° 15´ 51´´
NAVARRA	NAVARRA		
	Humedal de Mendigorri		
PAÍS VALENCIANO	CASTELLÓN		
	Alt Palancia	39° 55´ 51´´	00° 43´ 15´´
	Sierra Calderona	39° 44´ 14´´	00° 26´ 18´´
	VALENCIA		
	Alto Turia	39° 48´ 28´´	01° 08´ 42´´
	Hoces del Cabriel	39° 25´ 02´´	01° 28´ 02´´
	Sierras de Martés y el Ave	39° 18´ 09´´	00° 51´ 19´´
	Valle de Ayora y Sierra del Boquerón	39° 11´ 03´´	01° 07´ 20´´
	Muela de Cortes y el Caroig	39° 03´ 50´´	00° 52´ 41´´
	Puebla de San Miguel	40° 03´ 32´´	01° 09´ 54´´
	Ríos del Rincón Ademuz	40° 04´ 32´´	01° 16´ 01´´
	Sierra Calderona	39° 44´ 14´´	00° 26´ 28´´
	Sierra de Enguera	38° 53´ 52´´	00° 50´ 14´´
	Sierra de Mariola y el Carrascal de la Font Roja	38° 42´ 35´´	00° 32´ 56´´
	Sierra del Negrete	39° 35´ 50´´	01° 01´ 39´´
	ALICANTE		
	Sierra de la Safor	38° 52´ 13´´	00° 16´ 18´´
	Sierra de Mariola y el Carrascal de la Font Roja	38° 42´ 35´´	00° 32´ 56´´
	Vals de la Marina	38° 48´ 02´´	00° 11´ 19´´
PAÍS VASCO	ÁLAVA		
	Izki	42° 43´ 16´´	02° 29´ 43´´
	Aizkorri	42° 57´ 34´´	02° 19´ 41´´
	Aratz	42° 55´ 20´´	02° 18´ 14´´
	Asparrena (Araia)	42° 54´ 01´´	02° 18´ 31´´
	San Millán-Zalduendo	42° 53´ 48´´	02° 20´ 30´´
	Cañón del Ayuda (entre Okia y Sáseta).	42° 43´ 32´´	02° 35´ 39´´
	Velderejo-Sierra de Árcena	42° 49´ 18´´	03° 11´ 13´´
	Arkamo-Gibijo-	42° 52´ 43´´	02° 58´ 20´´
	Valle de Arrastaria	43° 00´ 23´´	02° 59´ 14´´
	Urkabustaiz	42° 57´ 54´´	02° 55´ 18´´
	Valdegobia	42° 51´ 09´´	03° 06´ 02´´
	GUIPÚZCOA		
	Pagoeta (Aya)	43° 13´ 38´´	02° 09´ 40´´
	Izarraitz (Azcoitia)	42° 12´ 30´´	02° 17´ 59´´
	VIZCAYA		
	Añana	42° 46´ 38´´	02° 59´ 26´´

Nº Hoja Geológica	Nº Hoja Geológica	Nombre
886		Beas de Segura
866	23-34	Yeste
865	22-34	Siles
864	21-34	Venta de los Santos
839	21-33	Torre de Juan Abad
840	22-33	Bienservida
813	21-32	Villanueva de los Infantes
812	20-32	Valdepeñas
811	19-32	Moral de Calatrava
810	18-32	Puertollano
787	21-31	Alhambra
734	16-29	Villarta de los Montes
735	17-29	Fontanarejo
736	18-29	Malagón
737	19-29	Villarrubia de los Ojos
712	19-28	Madridejos
686	19-27	Turleque
629	18-25	Toledo
411	27-16	Longares
334	39-13	Gerona
328	33-13	Artesa de Segre
272	15-12	Villalón de Campos
291	34-12	Oliana
292	35-12	San Lorenzo de Morunys
254	35-11	Gosol
253	34-11	Orgaña
249	30-11	Alquezar
247	28-11	Eyerbe
246	27-11	Luna
209	28-10	Agüero
210	29-10	Yebra de Basa
211	30-10	Boltaña
212	31-10	Campo
213	32-10	El Pont de Suert
214	33-10	Sort
215	34-10	Seo de Urgel
216	35-10	Bellver
183	35-9	Andorra
182	34-9	Tirvia
181	33-9	Esterri de Areu
177	29-9	Bisecas
150	34-8	Noarre
646	42-25	Cala en Brut y Alayor
1108	41-42	Vallehermoso (Antigua) Tenerife
1117		San Sebastián de la Gomera (Antigua)-Tenerife
116		Tenerife

Tabla 1.4

Relación de las hojas geológicas de la serie MAGNA (escala 1:50.000) pendientes de revisar.

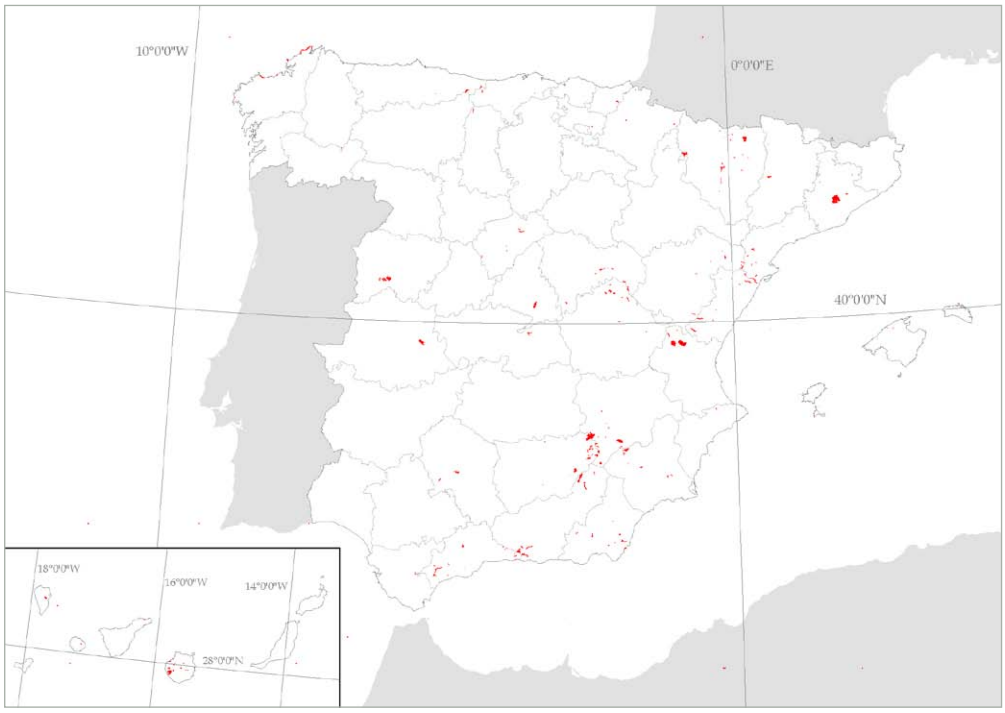


Figura 1.3

Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 7220. Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

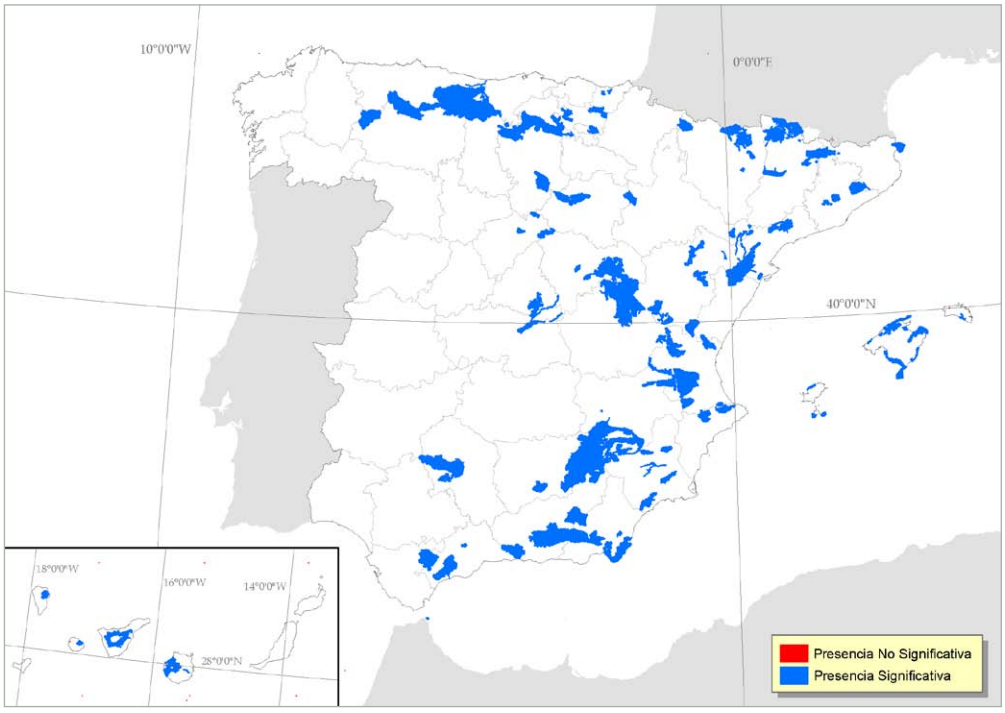


Figura 1.4

Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 7220*. Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Región biogeográfica	Superficie ocupada por el hábitat (ha)	Superficie incluida en LIC	
		ha	%
Alpina	32,20	31,46	97,70
Atlántica	161,30	122,69	76,06
Macaronésica	40,69	40,69	98,45
Mediterránea	1.517,94	1.094,81	72,12
TOTAL	**1.752,15**	**1.289,03**	**73,56**

Tabla 1.5

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 7220* por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional.
Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Región biogeográfica	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina	8	—	—	—	1.848,39
Atlántica	3	10	1	—	3.492,37
Macaronésica	7	2	1	—	782,48
Mediterránea	47	42	16	—	24.192,08
TOTAL	**65**	**54**	**18**	**—**	**30.315,32**

A: excelente; B: bueno; C: significativo; In = no clasificado.

Datos provenientes de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

NOTA: en esta tabla no se han considerado aquellos LIC que están presentes en dos o más regiones biogeográficas, por lo que los totales no reflejan el número real de LIC en los que está representado el tipo de hábitat 7220*.

Tabla 1.6

Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 7220*, y evaluación global de los mismos respecto al tipo de hábitat. La evaluación global tiene en cuenta los criterios de representatividad, superficie relativa y grado de conservación.

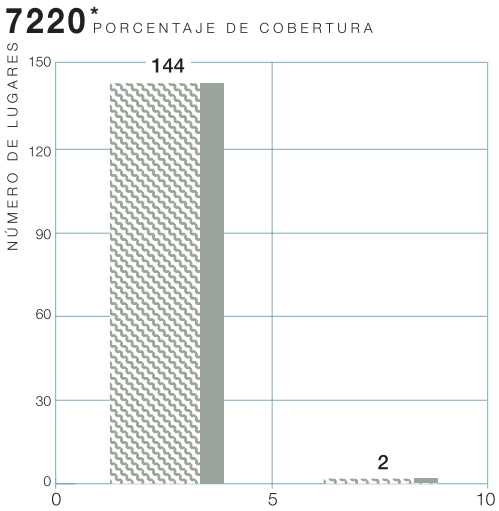


Figura 1.5

Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 7220* en LIC.
La variable denominada *porcentaje de cobertura* expresa la superficie que ocupa un tipo de hábitat con respecto a la superficie total de un determinado LIC.

		ALP	ATL	MED	MAC
Andalucía	Sup.	—	—	10,63%	—
	LIC	—	—	16,19%	—
Aragón	Sup.	99,53%	—	4,01%	—
	LIC	62,50%	—	12,38%	—
Asturias	Sup.	—	52,34%	—	—
	LIC	—	35,71%	—	—
Canarias	Sup.	—	—	—	100%
	LIC	—	—	—	100%
Cantabria	Sup.	—	5,39%	—	—
	LIC	—	7,14%	—	—
Castilla-La Mancha	Sup.	—	—	5,24%	—
	LIC	—	—	6,66%	—
Castilla y León	Sup.	—	8,69%	2,82%	—
	LIC	—	28,57%	11,42%	—
Cataluña	Sup.	0,46%	—	54,35%	—
	LIC	3,75%	—	8,50%	—
Ceuta	Sup.	—	—	—	—
	LIC	—	—	0,95%	—
Comunidad de Madrid	Sup.	—	—	7,93%	—
	LIC	—	—	0,95%	—
Comunidad Valenciana	Sup.	—	—	11,66%	—
	LIC	—	—	14,28%	—
Extremadura	Sup.	—	—	1,41%	—
	LIC	—	—	—	—
Galicia	Sup.	—	30,33%	<0,01%	—
	LIC	—	—	—	—
Islas Baleares	Sup.	—	—	0,10%	—
	LIC	—	—	19,04%	—
Melilla	Sup.	—	—	—	—
	LIC	—	—	0,95%	—
Navarra	Sup.	—	1,04%	0,47%	—
	LIC	—	—	—	—
País Vasco	Sup.	—	2,18%	—	—
	LIC	—	28,57%	—	—
Región de Murcia	Sup.	—	—	1,31%	—
	LIC	—	—	7,61%	—

Sup.: porcentaje de la superficie ocupada por el tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto a la superficie total de su área de distribución a nivel nacional, por región biogeográfica.

LIC: porcentaje del número de LIC con presencia significativa del tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto al total de LIC propuestos por la comunidad en la región biogeográfica. Se considera presencia significativa cuando el grado de representatividad del tipo de hábitat natural en relación con el LIC es significativo, bueno o excelente, según los criterios de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000.

NOTA: en esta tabla no se han considerado aquellos LIC que están presentes en dos o más regiones biogeográficas.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España,* marzo de 2005, y de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Tabla 1.7

Distribución del tipo de hábitat 7220* en España por comunidades autónomas en cada región biogeográfica.

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

Tabla 2.1

Distribución de la superficie del tipo de hábitat 7220* por regiones naturales.

Región	Región natural	Ha	%
ALPINA	ALP1	17,76	1,01128182
	ALP4	14,45	0,82239611
ATLÁNTICA	ATL1	29,66	1,6888068
	ATL3	0,06	0,00343757
	ATL4	0,05	0,00280188
	ATL6	76,63	4,36242164
	ATL7	44,95	2,55893518
	ATL8	0,06	0,00317172
	ATL9	0,03	0,00144629
MACARONÉSICA	MAC1	1,02	0,05795907
	MAC3	0,00	0,0001509
	MAC4	0,75	0,04286289
	MAC5	55,55	3,16234522
	MAC6	3,48	0,19788368
	MAC7	0,00	0,00020431
MEDITERRÁNEA	MED10	10,60	0,60332051
	MED11	0,01	0,00063276
	MED12	1,17	0,06647165
	MED13	587,21	33,4308286
	MED14	0,37	0,02129833
	MED16	11,64	0,66278812
	MED18	3,35	0,1906674
	MED19	0,50	0,02850127
	MED20	0,05	0,00275334
	MED21	0,70	0,03991815
	MED23	1,35	0,07674801
	MED27	143,81	8,18753992
	MED28	26,58	1,51340272
	MED3	0,12	0,00668701
	MED31	2,37	0,13476786
	MED32	68,43	3,89606193

Sigue ▶

Continuación Tabla 2.1

Región	Región natural	Ha	%
MEDITERRÁNEA	MED34	0,01	0,00072301
	MED35	129,66	7,38174343
	MED37	29,65	1,68808376
	MED40	1,12	0,06369268
	MED41	0,01	0,0006269
	MED42	4,21	0,23970023
	MED43	122,72	6,98635145
	MED44	7,85	0,4467816
	MED46	0,00	3,3163E-05
	MED48	17,02	0,96921822
	MED49	0,84	0,04768455
	MED5	11,74	0,66862766
	MED51	0,00	0,00015107
	MED53	49,26	2,80439969
	MED54	27,80	1,582777
	MED6	188,33	10,721892
	MED7	29,44	1,67594177
	MED8	34,13	1,94307911

2.2. DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS

En la figura 1.2 puede comprobarse que la distribución de travertinos y tobas abarca las demarcaciones hidrográficas siguientes: Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Cuenca Mediterránea Andaluza, Segura, Júcar, Ebro, Cuencas Internas de Cataluña, y Baleares. La mayor parte de estos afloramientos están relacionados con masas de agua subterránea de naturaleza no sólo carbonatada sino también mixta (con acuíferos carbonáticos y detríticos coexistiendo).

2.3. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

La precipitación de carbonato cálcico y formación de tobas requiere aguas con altas concentraciones de CO_2 y Ca^{++}. Los parámetros más variables son el propio CO_2 (controlado físicamente por la Ley de Henry sobre su relación con la temperatura y la presión) y factores bioquímicos condicionados por la fotosíntesis. Ésta es la razón por la que la precipitación de tobas se encuentra estrechamente relacionada con procesos kársticos e, incluso, por la que los depósitos muestran muchas características inherentes a los precipitados kársticos. En algunos ambientes, como en lagunas con vegetación, pueden coexistir los procesos detríticos con las incrustaciones calcáreas.

En la configuración de sus características geomorfológicas, petrológicas y geoquímicas de las tobas calcáreas pueden influir factores orgánicos como la presencia de briofitas y de películas biológicas compuestas por una asociación de cianobacterias, diatomeas y bacterias heterótrofas, e incluso por caparazones de larvas de insectos *(Chironomids)*. Sin embargo, la precipitación de calcita está controlada físicamente por el ritmo de desgasificación del CO_2 disuelto y la temperatura del agua, factores determinantes que desequilibran la solución de iones, mientras que el sustrato orgánico suele influir, exclusivamente, en la nucleación de las incrustaciones. El proceso más común de calcificación en agua corriente sobresaturada en calcita suele ser la incrustación, produciéndose el empobrecimiento gaseoso del agua y su variabilidad térmica, preferente-

mente en los puntos de surgencia o a lo largo del flujo turbulento, en rápidos, saltos y cascadas del curso fluvial. Por el contrario, la impregnación carbonática de cubiertas cianobacterianas se produce tanto, en aguas tranquilas, como en saltos con delgados escurrimientos de agua.

De esta manera, dos son los procesos que condicionan en mayor grado la formación de tobas y travertinos:

1. Precipitación físico-química: es el parámetro que más influye en la formación de tobas. Este proceso por sí solo es determinante para su sedimentación ya que no es precisa la actividad fotosintética para provocar la desgasificación necesaria del agua para que precipite el carbonato cálcico (aunque sea un factor que favorezca la formación). Habitualmente acontece cuando el agua mana en una surgencia, cuando aguas termales, ricas en carbonato, alcanzan la superficie, o en aquellos saltos de agua donde la turbulencia condiciona cambios en la presión parcial del CO_2. El agua se encuentra próxima a su saturación en carbonato cálcico y, al modificar su presión en CO_2, precipita. Otro lugar potencial de precipitación físico-química tiene lugar, especialmente en ambientes cálidos y secos, en las capas superiores de láminas de agua. Aquí, la saturación en $CaCO_3$ se debe a la evaporación y desgasificación de CO_2 a la atmósfera. No obstante, se encuentra en vías de estudio si los procesos aludidos condicionan directamente la precipitación en suspensión o si, simplemente, ayudan al efecto provocado por la participación biológica. En el caso de los travertinos termales (entendidos como los depósitos de carbonatos a partir de aguas termales), las características geoquímicas y petrológicas de los depósitos suelen diferir.
2. Precipitación bio-química o participación biológica o *"bio-mediación"*: ésta aporta altas concentraciones de CO_2 al medio acuoso debido a la actividad fotosintética o incluso a la putrefacción de la materia orgánica. Asociada a láminas de microfitas procariotas que se desarrollan sobre todo tipo de substratos. Las comunidades más habituales son un número variable de cocoides y cianobacterias filamentosas, algas verdes (en especial diatomeas) y bacterias heterotróficas, todas asociadas con la formación de una lámina de limo compuesta por sustancias poliméricas extracelulares. Estas láminas se desarrollan mejor en áreas donde el agua está estancada o fluye lentamente, y son las responsables de los limos calcíticos pobres en magnesio. Los precipitados de micrita a partir de la participación biológica comunmente alternan con depósitos en visera desarrollados en saltos de agua y parajes de barreras. Un segundo contexto en el que participa la *"bio-mediación"* ocurre en extensos cuerpos de agua. Aquí, las algas planctónicas (como por ejemplo *Stephanodiseus*), las cianobacterias y las pequeñas partículas de micrita en suspensión proporcionan un color azul-verdoso o, incluso, lechoso a las aguas. Es probable que el carbonato en suspensión se deba a la *"biomediación"*, y se cree que la evaporación y desgasificación de CO_2 en la interfase agua/aire juega un importante papel. De manera similar, los recubrimientos de tallos de carofitas son resultado, al menos en parte, de la respiración vegetal.

En principio, es posible distinguir dos patrones de formación de depósitos tobáceos: los de crecimiento vertical (o subvertical e, incluso, en visera) asociados a incrustaciones provocadas por la vegetación localizada en cascadas, manantiales, etc.; y los de acreción horizontal, laminaciones subhorizontales asociadas a canales, represas o lagunas. En ambos son necesarios dos requisitos: aporte de agua que sea capaz de enriquecerse en carbonatos de roquedos calizos y dolomíticos y asegurar los caudales subterráneos, y la eficacia de los procesos de disolución que necesita altas concentraciones de CO_2.

2.4. SUBTIPOS

No se considera conveniente el establecimiento de subtipos, ya que los procesos que condicionan la formación y el tipo de especies que coloniza ambos tipos de hábitat son similares. También sería el mismo el protocolo de actuación para la comprobación de su estado de conservación y la adopción de medidas a tomar.

2.5. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

Sea el mecanismo que sea el que participa o condiciona en mayor medida la precipitación del carbonato, siempre se requiere aguas limpias que favorezcan la insolación y sin detritos en suspensión que puedan degradar o eliminar los biofilms y las super-

ficies biológicas de las formaciones higrófilas incrustantes.

Existen diversas clasificaciones de tobas y travertinos que atienden a criterios geomorfológicos, genéticos, petrológicos, de consistencia y densidad, biológicos (en función de la vegetación soporte y/o que induzca su formación), cronoestratigráficos, etc. En función de su localización, las acumulaciones tobáceas se emplazan en dos tipos de posiciones geomorfológicas:

1. En fondos de valle vinculados a ambientes fluviales, fluvio-lacustres y palustres asociados a flujos enérgicos (micro-rupturas, barreras tobáceas, etc.), aguas lénticas o incluso estancadas;
2. En laderas y/o al pie de surgencias kársticas: donde, a su vez, pueden establecerse algunos subtipos condicionados por el desnivel de los saltos y por el volumen así como por la regularidad de las descargas de aguas desde los acuíferos kársticos.

   2.1. En vertientes dominadas por notables cantiles se desarrollan delgados cuerpos tobáceos dominados por musgos parietales recubriendo saltos decamétricos de lento desarrollo lateral salvo en el pie de las cascadas. Su pequeña tasa de crecimiento se relaciona a un balance donde la precipitación de carbonatos es ligeramente superior a las pérdidas por erosión provocada por episodios de alta energía, vinculados a momentos de descarga caudalosa y violenta de los acuíferos colgados que alimentan este tipo de surgencias.

   2.2. En vertientes de pendiente con menor inclinación dominan dos tipos de construcciones condicionadas por la altura de las surgencias con respecto al fondo de valle:

      2.2.1. Si el manantial kárstico se sitúa en el segmento superior o medio de las laderas, los procesos de precipitación de carbonatos en estos ámbitos fontanares evolucionan progresivamente hacia un conjunto de replanos tobáceos escalonados y de perfil cuneiforme. Sus morfologías ofrecen techos muy planos (y, por ello, secularmente dedicados al terrazgo agrícola) y taludes muy verticalizados donde se ubican los saltos de agua colonizados por importantes masas y penachos briofíticos. Su superficie funcional depende de la alimentación hídrica. Al desarrollarse como cuñas, sus frentes "progradan" hacia el interior del valle y, con el paso del tiempo, aumentan el desnivel de sus saltos de agua. De igual modo, la naturaleza porosa y carbonatada de los edificios puede favorecer el desarrollo de conductos kársticos en su seno tobáceo que, en ocasiones, provoca la desarticulación del edificio y la formación, a su pie, de otro conjunto adventicio. Con frecuencia, en el interior de los conductos se acumulan diversos tipos de espeleotemas. En algunos lugares, se han establecido las tasas de sedimentación anual referidas a este subtipo: en Brihuega (Guadalajara) fueron obtenidas velocidades de crecimiento de unos 2-3 cm/año, mientras que valores excepcionales, cercanos a los 10 cm/año, han sido registrados en otros conjuntos del Sistema Ibérico.

      2.2.2. Si el manantial se emplaza en el segmento inferior de las laderas, el conjunto tobáceo allí desarrollado adoptará un perfil tendido y cóncavo, quizás roto por pequeñas graderías y poco propicio para la instalación de briofitas. La escasa pendiente favorece la instalación de pequeños ambientes palustres colonizados, además por Hepáticas, mientras los briofitos suelen adaptarse a terracitas de salto centimétrico y mínima anchura desarrolladas en sentido paralelo al flujo de agua ofreciendo estructuras de progradación hacia aguas abajo. En este dominio distal dominan las tobas detríticas masivas y estratificadas procedentes de la erosión de los carbonatos situados aguas arriba.

Las tobas calcáreas están asociadas a la surgencia y flujo de aguas carbonatadas. La precipitación del carbonato se hace de manera estacional o continua según los casos. Los depósitos crecen en la vertical pero sobre todo progradan lateralmente, en la parte frontal. Este crecimiento de los depósitos hace que su estructura sea, a menudo, compleja. Otros procesos como la karstificación y erosión, participan también en la evolución natural del depósito tobáceo. Por ello es normal hablar de edificios donde parte de los mismos pueden estar activos (precipitación actual o subactual de carbonato), mientras que otros sectores de los frentes, desprovistos de briofitos y sobre los que

actúan con diferente intensidad los procesos erosivos, no registran ningún tipo de precipitación.

En los edificios de grandes dimensiones lo habitual es que sólo un sector sea funcional. Sobre todo si se tiene en cuenta que la mayor parte de sus volúmenes se han desarrollado en momentos más húmedos que los actuales, especialmente en los estadios isotópicos 5 y 1 (Óptimo Climático Holoceno). Así las actuales acumulaciones son un relicto alimentado por las mismas surgencias de entonces, hoy con caudales mucho más disminuidos e, incluso, sólo rezumantes en momentos puntuales. De aquí se deriva que en las áreas más secas muchos briofitos ofrezcan un recubrimiento discontinuo temporalmente lo que genera problemas a la hora de su representación cartográfica como depósitos hoy funcionales.

Generalmente, las tobas calcáreas son depósitos de pequeñas dimensiones, sin embargo, puede darse el caso de que constituyan complejos sistemas y/o grandes volúmenes (cientos de miles de metros cúbicos). En España hay ejemplos muy excepcionales como las Lagunas de Ruidera que conforman un entramado tobáceo activo de alto valor geomorfológico, petrológico, ecológico y paisajístico, al igual que el entorno del río Piedra (Zaragoza) con numerosos saltos y espectaculares cascadas. Por otro lado, núcleos de población se emplazan y se asientan sobre grandes depósitos tobáceos con el consiguiente riesgo geotécnico, como ocurre en Letur (Albacete), Brihuega (Guadalajara), etc.

Las tasas de crecimiento anual de ciertas estructuras carbonatadas integradas en conjuntos tobáceos del Sistema Ibérico han sido establecidas desde hace años. Así, a finales de la década de los 80, y en edificios situados en la rama castellana de la provincia de Guadalajara, fueron establecidos crecimientos elevados para tres diferentes especies de musgos. Dos de ellas coinciden con el *Cratoneurom commutatum* y el *Bryum pseudotriguetrum*, máximos responsables de la precipitación carbonatada. El otro musgo, *Catoscopium nigritum*, tiene una importancia menor y los tres parecen comportarse con unas tasas de deposición de la calcita que sigue un ritmo estacional: el crecimiento máximo se produce en primavera y, a partir de entonces, decrece hasta el otoño haciéndose mínimo en los meses invernales con menor insolación.

En conjunto, las tasas de crecimiento anual de estos tres musgos son (Weijemars *et al.*, 1986):

- *Cratonerum commutatum:* 3-11 cm/año.
- *Bryum pseudotriguetrum:* 4-14 cm/año.
- *Catascopium nigritum:* 1-3 cm/año.

Valores de crecimiento inferiores han sido evaluados más recientemente en la rama aragonesa, concretamente en el excepcional paraje del Monasterio de Piedra. Así, el crecimiento de los musgos establecido mediante agujas ha sido de 33 mm/año, fluctuando los valores máximos y mínimos entre 41 y 22 mm anuales (Vázquez *et al.*, 2004).

2.6. ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En las tobas calcáreas ubicadas en áreas de cascada, es habitual encontrar *Cratoneuron conmutatum* asociado a las incrustaciones más importantes, aunque también suele estar presente *Eucladium verticillatum*. Como ejemplo de la variación de especies vegetales que participan en la formación de tobas, es frecuente (habitual) advertir en zonas permanentemente sumergidas el predominio de precipitados condicionados por la actividad de algas (cianofíceas y clorofíceas), en lugares afectados por la oscilación del nivel de agua predominan *Hepaticae* y diversos tipos de musgos, en los bordes de zonas lacustres y palustres también participan mirofilitas y carofitas, entre otras.

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado adicional de las especies características y diagnósticas aportado por la Asociación Herpetológica Española (AHE), la Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife), la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) y la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

2.7. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado de las especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva aportado por la Asociación Herpetológica Española (AHE), la Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife), la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) y la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

El seguimiento del estado de conservación de los travertinos y las tobas calcáreas activas viene dado por el mantenimiento de la superficie del frente activo y por las tasas de crecimiento y precipitación. Estas tasas vienen condicionadas por factores físico-químicos, biológicos y ambientales, algunos de los cuales son difíciles de precisar ya que actúan de manera combinada sin que esté muy claro de qué manera unos condicionan los otros.

3.1. DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SUPERFICIE OCUPADA

Para la determinación del recurso es necesario realizar un inventario de afloramientos. Numerosos grupos de investigación españoles y extranjeros desarrollan trabajos regionales sobre la materia en España desde la década de los 70. Este inventario tiene la particularidad de que, debido a la naturaleza de los depósitos, mostrará una distribución muy irregular de los afloramientos, con zonas con una alta concentración de los mismos y extensas zonas sin ellos. Debido a que la formación de tobas y travertinos está ligada a la presencia de aguas carbonatadas, es interesante reflejar la ubicación de acuíferos carbonatados como referencia en el inventario.

La cartografía deberá realizarse a escala detallada (1:10.000 o incluso más detallada), ya que, generalmente, se trata de afloramientos poco extensos. En esta cartografía e inventario deberán diferenciarse:

- Sectores activos e inactivos.
- Localizar otros elementos del sistema, cuyo seguimiento es fundamental para garantizar la pervivencia del tipo de hábitat: surgencias kársticas, saltos de agua, represas, zonas estancadas, cursos fluviales, etc.
- Valoración del estado de conservación.
- Tasas de precipitación (aproximadas).

La precipitación de tobas y travertinos está condicionada por una serie de factores físico-químicos y biológicos en los cuales son fundamentales las condiciones ambientales. Esto quiere decir que cambios en la temperatura media anual, en el volumen y forma de precipitaciones o, incluso, en la insolación tienen reflejo en la formación de tobas, que son particularmente sensibles a estos cambios. A la hora de valorar el estado de conservación es importante discernir el papel de la participación antrópica en los cambios, y así poder descartar motivos "externos" en la evolución del sistema.

Para la estimación del mantenimiento de las tasas de precipitación es necesario realizar el control de la superficie activa de los travertinos funcionales. Modificaciones en la red de drenaje, en los usos del suelo o en el propio sistema tobáceo pueden provocar que un travertino deje de ser funcional o que se pierda parte de su frente activo. Para estimar las variaciones en la superficie del frente activo puede ser muy útil la realización de fotografías seriadas para su comparación, en las que se analizará la superficie de la zona activa y la zona recubierta por vegetación. En esta segunda fase, deberá atenderse a que la funcionalidad del edificio tobáceo dependerá en gran medida de las condiciones hidrológicas, por lo que deberán realizarse en condiciones hidrológicas similares, o establecer valores medios seriados.

La estimación de la tasa de precipitación requiere el uso de instrumentación más o menos sofisticada, pero también se pueden establecer sistemas de medida muy simples, como la instalación de elementos o niveles guía para establecer su tasa de recubrimiento por carbonato en un determinado período de tiempo.

En el caso de depósitos inactivos, el seguimiento del estado de conservación viene dado por el adecuado mantenimiento de los afloramientos, si bien la colonización vegetal, erosión y karstificación son procesos que forman parte de su evolución natural.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye la aportación realizada por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) y la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

3.3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

La formación de tobas y su actividad depende, en gran medida, de las propiedades químicas del medio acuoso en el que tenga lugar la precipitación del carbonato, ya sea asociada a surgencias kársticas, a cursos fluviales o a zonas lacustres o palustres. Por ello, el seguimiento y control de la composición y calidad de las aguas, así como del mantenimiento del caudal natural, es esencial.

La mediación de la vegetación en la precipitación del carbonato cálcico requiere caudales más o menos continuos en los que no sean frecuentes episodios de riadas, buena luminosidad que favorezca los procesos fotosintéticos, notable edafo-fitoestabilización de las laderas que impida la llegada de detríticos al flujo de agua y una nula contaminación debido a la vulnerabilidad de las especies que participan en el proceso.

De esta manera, algunos de los factores que más influyen en la transformación de estos ambientes son:

- Aumento de turbidez de las aguas y de la concentración de sólidos en suspensión: la sobrecarga detrítica impide la precipitación química.
- Contaminación de las aguas: provoca la alteración del equilibrio químico que induce la precipitación del carbonato cálcico.
- Modificaciones en el caudal y aporte de agua: es un factor clave para el mantenimiento de tasas de precipitación.

Como ya se ha comentado, son la superficie del frente activo y las tasas de precipitación los factores a atender a la hora de analizar el estado de conservación.

3.3.1. Factores, variables y/o índices

Algunos indicadores que pueden ser tenidos en cuenta para detectar modificaciones en el sistema son:

- Existencia de superficie recubierta o grado de cobertura de los musgos en el afloramiento tobáceo: musgos ralos, ausencia de regeneración vegetal en briofitos.
- Cambios en el volumen y regularidad de los caudales: captaciones de agua y destino, presencia de drenajes artificiales y tomas de agua (para antiguos molinos, fábricas de luz, etc.).
- Presencia de ganado.
- Evidencia de procesos de erosión con raíces desnudas de las comunidades vegetales: refleja alteraciones en el grado de fitoestabilización del entorno.
- Presencia de troncos y raíces quemadas y presencia de cenizas: evidencia deforestación.
- Reflejo de modificaciones en la accesibilidadad: creación de nuevos caminos, senderos, existencia de huellas de rodadas de vehículos de todo tipo.
- Presencia de desechos, vertidos y basuras.
- Estructura y composición florística propia del tipo de hábitat: identificación de la existencia de musgos.
- Presencia de incisiones en el lecho y orillas de los flujos de aguas.
- Presencia de saltos y turbulencia.
- En ausencia de flujos de agua activos, grado de colonización vegetal del edificio.
- Desarrollo de prácticas agrícolas sobre los depósitos tobáceos.

3.4. EVALUACIÓN DE LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

Las actividades antrópicas que más pueden modificar el tipo de hábitat son:

- Agricultura: por la removilización de suelos, aporte de pesticidas (y otros compuestos químicos).
- Ganadería.
- Deforestación: provoca la pérdida de fitoestabilidad.
- Represamientos en cursos fluviales: interrumpe la dinámica natural del curso fluvial y elimina saltos de agua (aunque a veces provoca saltos en el frente de la represa, induciendo antrópicamente la precipitación de carbonato cálcico).

- Vertidos: de compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Trasvases de agua: al modificar el quimismo de las mismas.

Por otro lado, la alta porosidad de las tobas ha provocado que sean ancestralmente utilizadas como material de construcción, ya que constituyen un material ligero, muy aislante y fácil de trabajar. Por ello, es frecuente su explotación. Incluso la palabra travertino se refiere a un tipo de roca ornamental muy utilizado (y cotizado) para revestimiento de edificios. Esta explotación no se limita a canteras en sectores inactivos, sino que, en algunos casos, es posible ver ejemplos de tobas y travertinos activos en los que se han construido viviendas y diferentes tipos de construcciones, como en Cívica (Guadalajara) o en el Monasterio de Piedra (Zaragoza).

4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Los travertinos y tobas calcáreas son sistemas naturales muy frágiles y vulnerables, cuya formación y mantenimiento depende de una serie de factores físico-químicos, biológicos y ambientales. Existen muchos ejemplos de depósitos tobáceos altamente transformados (si no destruidos completamente) debido a la acción del hombre. Incluso hay trabajos orientados a analizar la relación entre el desarrollo de las tobas en función de la actividad antrópica.

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1. BIENES Y SERVICIOS

Las tobas y travertinos constituyen unos excelentes indicadores de la calidad ambiental del medio en el que se desarrollan. Su vinculación directa al agua y su desarrollo en función de la cantidad y calidad de agua presente les hace medios muy vulnerables.

Por otro lado, precisamente su vinculación al agua hace de las tobas y travertinos elementos de un elevado valor estético, escénico y una evidente vinculación cultural y emocional. Especialmente en aquellos lugares donde estén vinculados a humedales, saltos de agua y represas fluviales. En estos lugares, el potencial recreativo y turístico puede ser muy considerable.

El elevado valor natural (ecológico y geológico) de estas formaciones provoca que numerosos edificios tobáceos y travertínicos españoles cuenten con algún tipo de protección, en muchos casos incluyendo otras partes del sistema como el vaso lagunar generado. Valgan como ejemplos el Parque Natural de las Lagunas de Ruidera (Albacete y Ciudad Real), el Monumento Natural del Nacimiento del río Cuervo (Cuenca), y las formaciones tobáceas presentes en los parques naturales de la Serranía de Cuenca, Alto Tajo (Guadalajara) o Cazorla (Jaén), entre muchos otros.

5.2. LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN

De la lectura del presente informe se desprende una carencia importante con respecto al conocimiento de las tobas y travertinos españoles: no existe un inventario que identifique, clasifique y sistematice la información referida a los mismos. Es fundamental conocer su ubicación, sus dimensiones, su grado de actividad, las especies que los colonizan y las tasas de precipitación medias.

Existen pocos trabajos que se refieran a analizar (dando parámetros concretos) los factores que interrumpen la precipitación de tobas y travertinos: sólidos en suspensión, velocidades de flujo, insolaciones necesarias, temperatura ambiental y del agua, entre otros, que permitirían la definición de umbrales para la toma de medidas de conservación concretas.

6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

González Martín, J.A. & Rubio Fernández, V., 2000. Las transformaciones antrópicas del paisaje de los sistemas fluviales tobáceos del Centro de España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geológica* 96 (1-2): 155-186.

Ordóñez, S., González, J.A. & García del Cura, M.Á., 1979. Génesis y significado de las tobas de cascada de briofitas. *Actas de la IV Reunión del Grupo espacial de Trabajos en Cuaternario*: 280-293.

Pedley, M., González Martín, J.A., Ordoñez, S. & García del Cura, M.Á., 2003. Sedimentology of Quaternary Perched Springline and Paludal Tufas: Criteria for Recognition, With Examples from Guadalajara Province, Spain. *Sedimentology* 50: 23-44.

Pedley, M., Andrews, J., Ordóñez, S., García del Cura, M.Á., Gonzalez Martín, J.A. & Taylor, D., 1996. Does Climate Control the Morphological Fabric of Freshwater Carbonates? A Comparative Study of Holocene Barrage Tufas from Spain and Britain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 121: 239-257.

Pedley, M., 1990. Classification and enviromental models of cool fresh water tufas. *Sedimentary Geology* 68: 143-154.

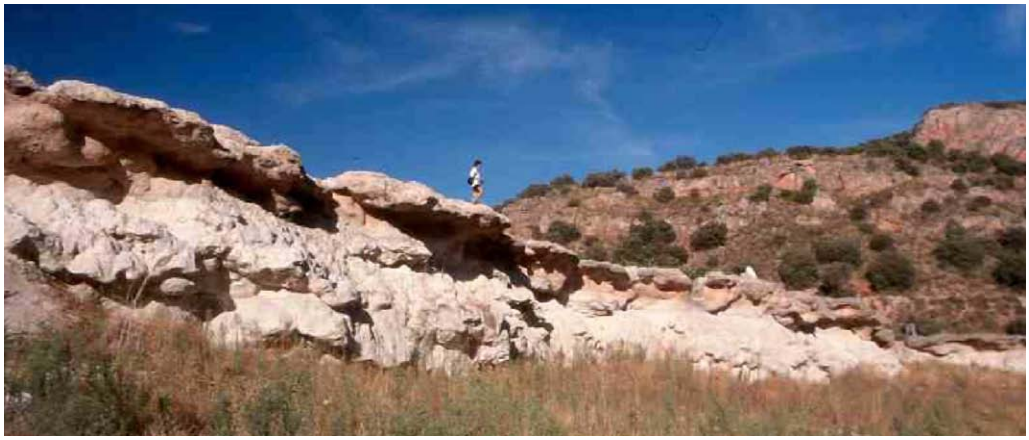
Vaudour, J., 1994. Evolution holocène des travertines de vallee dans le Midi mediterranéen français. *Geographie Physique et Quaternaire* 48: 315-326.

Vázquez, M., Sancho, C., Arenas, A., Osácar, C. & Auqué, L., 2004. Medidas volumétricas del crecimiento tobáceo en el Monasterio de Piedra (provincia de Zaragoza). En: Benito, G. y Díez Herrero, A (eds.), *Contribuciones recientes sobre Geomorfología* 1: 157-164. Madrid: SEG y CSIC. *Journal of Sedimentary Research* 71: 201-216.

Weijemars, R., Mulder-Blanken, C.W. & Wiegers, J., 1986. Grown Rate Observations from the Moss-Built Checa Travertine Terrace, Central Spain. *Geology Magazine* 123: 279-286.

Zhang, D.D., Zhang, Y.J., Zhu, A. & Cheng, X., 2001. Physical Mechanisms of Rriver Waterfall Tufa (Ttravertine) Dormation. *Journal of Sedimentary Research* 71: 201-216.

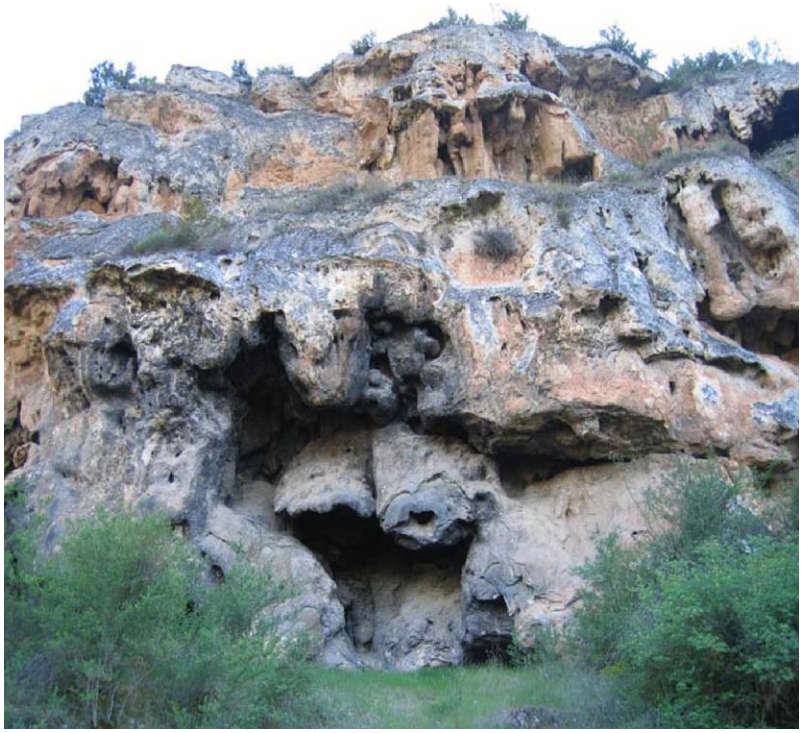
7. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

Represas tobáceas que delimitan una laguna y dan lugar a una cascada en épocas húmedas.
Parque Natural de las Lagunas de Ruidera (Albacete y Ciudad Real).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.



Fotografía 2

Edificio tobáceo inactivo, mostrando el crecimiento frontal "en cascada".
Puente de San Pedro. Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 3

Edificio tobáceo inactivo, mostrando el crecimiento frontal "en cascada". El afloramiento se encuentra fuertemente degradado por la acción antrópica.
Puente de San Pedro. Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 4

Edificio tobáceo activo, cubierto de vegetación sobre la que precipita el carbonato cálcico. Se ha instalado una pasarela para permitir el acceso a visitantes. Checa (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 5

Carbonato cálcico recubriendo raíces de plantas en un edificio travertínico activo. La Escaleruela, Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 6

Carbonato cálcico recubriendo la vegetación en un edificio travertínico activo.
La Escaleruela, Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 7

Tobas en un frente de barrera tobácea.
Laguna de Taravilla, Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 8

Detalle de toba calcárea en el que se aprecian moldes de raíces y troncos.
Guadalajara.

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 9

Sugerencia kárstica que alimenta un edificio tobáceo. Es importante adoptar medidas de conservación que abarquen todas las partes integrantes del sistema.
La Escaleruela, Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 10

Travertino activo estacionalmente. Fotografía tomada en primavera, cuando las lluvias provocan la surgencia de agua en manantiales. Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 11

Salto de agua de pequeñas dimensiones con producción de tobas calcáreas. Río Piedra (Zaragoza).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

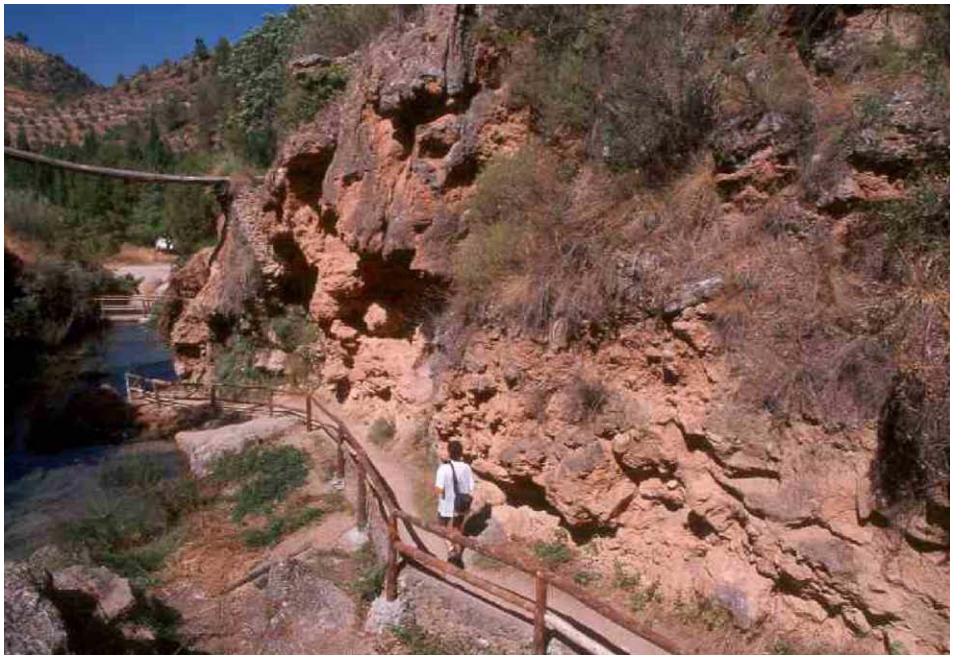
Fotografía 12
Detalle de una toba calcárea.
Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 13
Sucesión de saltos de agua, dando lugar a terrazas tobáceas.
Río Piedra (Zaragoza).
Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 14

Detalle de la estructura de un edificio tobáceo en su sector inactivo.
Bogarra (Albacete).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.



Fotografía 15

Pasarela instalada en el edificio tobáceo de Bogarra (Albacete) para su visita.
Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 16

Edificio tobáceo inactivo, mostrando el crecimiento frontal "en cascada".
Puente de San Pedro, Alto Tajo (Guadalajara).
Autor: Luis Carcavilla Urquí.

Fotografía 17

Toba calcárea apoyada en areniscas. El depósito tobáceo está ligado a la acción fluvial.
Alto Tajo (Guadalajara).

Autor: Luis Carcavilla Urquí.

ANEXO 1
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE ESPECIES

ADICIÓN A LA LISTA DE ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS PARA EL TIPO DE HÁBITAT 7220* SEGÚN APORTACIÓN DE SOCIEDADES DE ESPECIES

En la tabla A1.1 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (Asociación Herpetológica Española-AHE, Sociedad Española de Ornitología-SEO/Birdlife, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos-SECEM y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas-SEBCP), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 7220*. En ella se encuentran caracterizados los diferentes taxones en función de su presencia y abundancia en este tipo de hábitat.

Tabla A1.1

Taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (AHE, SEO/BirdLife, SECEM; SEBCP), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 7220*.

* **Presencia:** Habitual: taxón característico, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstica: entendida como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otras; Exclusiva: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES						
Alytes dickhilleni			Habitual			
Alytes obstetricans			Habitual			
Referencias bibliográficas: Barbera *et al.*, 1999; Egea-Serrano *et al.*, 2006; Pleguezuelos *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 1998.						
AVES						
Alcedo atthis[1]			Diagnóstica	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	Taxón restringido a la existencia de ríos y arroyos con aguas continuas y corrientes
Motacilla cinerea[2]			Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	Taxón restringido a la existencia de ríos y arroyos con aguas continuas y corrientes
Cinclus cinclus[3]			Diagnóstica	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	Taxón restringido a la existencia de ríos y arroyos con aguas continuas y corrientes y en zonas con pendientes acusadas, con lo que su presencia para este tipo de hábitat está restringida a aquellos cursos fluviales con tobas calcáreas y travertínicas, limpios y de curso permanente

Referencias bibliográficas:
[1] Díaz *et al.*, 1996; Velasco y Blanco, 2001; Moreno-Opo, 2002, 2003; Carrascal *et al.*, 2003; Badosa, 2004; Gainzarain, 2006.
[2] Tellería, 1987; Tellería *et al.*, 1999; Velasco y Blanco, 2001; Pérez-Tris, 2002a; López, 2003; Carrascal y Lobo, 2003; Carrascal *et al.*, 2003; Palomino, 2003; Llebaria y Ordeix, 2004; Gainzarain, 2006.
[3] Tellería, 1987; Peris *et al.*, 1991; Tellería *et al.*, 1999; López Alcázar *et al.*, 2003; Gainzarain, 2006.

Sigue ▶

▶ Continuación Tabla A1.1

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
MAMÍFEROS						
Neomys anomalus[i,1]			Habitual	Rara	Presencia todo el año	

[i] Aportaciones realizadas por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos para el área Sur de la Península Ibérica.
Referencias bibliográficas: [1] Blanco, 1998; Aymerich & Gosàlbez, 2004.

PLANTAS						
Adiantum capillus-veneris			Habitual	Rara	Perenne	
Aneura pinguis			Habitual	Rara	Perenne	
Camptoloma canariensis			Habitual	Rara	Perenne	
Cochlearia pyrenaica			Habitual	Rara	Bienal/Perenne	
Eucladium verticillatum			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Gymnostomum calcareum			Habitual, diagnóstica	Rara	Perenne	
Hymenostylium recurvirostrum			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Hypericum caprifolium			Habitual	Rara	Perenne	
Palustriella commutata			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Palustriella decipiens			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Palustriella falcata			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Pellia endiviifolia			Habitual, diagnóstica	Rara	Perenne	
Pellia fabroniana			Habitual, diagnóstica	Rara	Perenne	
Philonotis calcarea			Habitual	Rara	Perenne	
Pinguicula sp. pl.			Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
Pteris vittata			Habitual	Rara	Perenne	
Saxifraga aizoides			Habitual	Rara	Perenne	
Schoenus nigricans			Habitual	Escasa	Perenne	
Southbya tophacea			Habitual, diagnóstica	Rara	Perenne	
Trachelium caeruleum			Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	

Desde el punto de vista de la vegetación este tipo de hábitat se caracteriza por la abundancia de musgos, entre los que destacan diferentes especies de los géneros *Palustriella, Eucladium* y *Philonotis*. Entre la vegetación muscinal, la especie principal es *Palustriella commutata* (= *Crautoneurion commutatum*). No obstante existen otros briófitos que son habituales y característicos de este tipo de hábitat, como por ejemplo los musgos *Eucladium verticillatum, Cratoneuron filicinum, Didymodon tophaceus, Fissidens grandifrons* o *Philonotis calcarea,* o hepáticas como *Pellia endiviifolia,* además de todo un cortejo de briófitos acompañantes entre los que destacan diversas especies del género *Fissidens* (*F. adianthoides, F. crassipes, F. grandifrons,* etc.).

La flora vascular también tiene una naturaleza fuertemente basófila. Está formada por elementos propios pero también por especies rupícolas de rocas calizas húmedas. En rezumaderos de paredes calcáreas es frecuente la presencia de *Adiantum capillus-veneris,* así como de diferentes especies de *Pinguicula,* muchas de ellas endemismos peninsulares o del Mediterráneo occidental (por ejemplo, *P. longifolia, P. mundi* o *P. vallisnerifolia* –estas dos últimas consideradas como *Vulnerables*–). En fuentes de montaña se pueden encontrar especies de aguas frías como *Cochlearia pyrenaica* o *Saxifraga aizoides,* mientras que en las zonas más térmicas son frecuentes especies tales como *Trachelium caeruleum* o *Hypericum caprifolium.* Además de éstas, existen otras especies que pueden considerarse como características de este tipo de hábitat, como por ejemplo: *Geranium cataractarum (Vulnerable), Homalia lusitanica, Thamnobryum alopecurum* var. *gracillinum* o *Arabis soyeri (Vulnerable).* También existen especies que sin ser características de este tipo de hábitat, aparecen de manera habitual en él (por ejemplo, *Samolus valerandi*).

En las Islas Canarias se desarrollan comunidades similares a las descritas, en las que aparecen especies como *Hymenostylium recurvirostrum, Pteris vittata* o *Camptoloma canariensis* (esta última especie es endémica de Gran Canaria y está considerada como *Vulnerable*). De manera ocasional pueden participar en estas comunidades *Adiantum capillus-veneris* y *Samolus valerandi.*

Referencias bibliográficas: Aldasoro *et al.*, 1996; Arco Aguilar *et al.*, 2006; Bartolomé *et al.*, 2005; Benito Alonso, 2006; Blanca, 2001; Brugués *et al.*, 1999; Cano *et al.*, 2004; Cortés Latorre, 1957; Crespo *et al.*, 1989; Casas *et al.*, 2006; Díaz González *et al.*, 1982; Izquierdo *et al.*, 2004; Jiménez Alfaro *et al.*, 2005; Laguna Lumbreras *et al.*, 2003; Naranjo Suárez & Santana López, 2007; Puche *et al.*, 1998 y 2006; Smith, 2004; VV. AA., 2007; VV. AA. (inédito).

LISTA DE ESPECIES INCLUIDAS EN LOS ANEXOS II, IV Y V DE LA DIRECTIVA 92/43/CEE PRESENTES EN EL TIPO DE HÁBITAT 7220* SEGÚN APORTACIÓN DE SOCIEDADES DE ESPECIES

En la tabla A1.2 se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (Asociación Herpetológica Española-AHE, Sociedad Española de Ornitología-SEO/Birdlife, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos-SECEM y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas-SEBCP), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 7220*.

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES				
Alytes obstetricansi	IV	No preferencial		Actualmente incluye dos especies: *Alytes obstetricans* y *Alytes dickhilleni*

Referencias bibliográficas: Barbera *et al.*, 1999; Egea-Serrano *et al.*, 2006; Pleguezuelos *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 1998

AVES				
Alcedo atthis[1]	Directiva de Aves (Anexo I)	Indeterminado		

Referencias bibliográficas: [1] Díaz *et al.*, 1996; Moreno-Opo, 2002, 2003; Carrascal *et al.*, 2003; Badosa, 2004; Gainzarain, 2006.

MAMÍFEROS				
Galemys pyrenaicus	II, IV	No preferencial[i]		

[i] Datos según informe realizado por la SECEM en el área norte de la Península Ibérica. Este informe comprende exclusivamente las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias, Cantabria, Castilla y León País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña.

PLANTAS				
Centaurium somedanum M. Laínz[2]	II, IV. Taxón prioritario	Especialista		Planta estrechamente ligada a fuentes carbonatadas, que vive en travertinos del área centro-occidental de la Cordillera Cantábrica (Somiedo y Babia)

Referencia bibliográfica: [2] Jiménez-Alfaro *et al.*, 2005.

* **Afinidad:** Obligatoria: taxón que se encuentra, prácticamente en el 100% de sus localizaciones, en el hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra, en más del 75% de sus localizaciones, en el hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra, en más del 50% de sus localizaciones, en el hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra, en menos del 50% de sus localizaciones, en el hábitat considerado.

Tabla A1.2

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 7220*, según las aportaciones de las sociedades de especies.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS SEGÚN LA APORTACIÓN DE LAS SOCIEDADES DE ESPECIES

En la tabla A1.3 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos-SECEM y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas-SEBCP), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 7220*. Se consideran especies típicas a aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un esta-

do de conservación favorable, ya sea por su dominancia-frecuencia (valor estructural) y/o por la influencia clave de su actividad en el funcionamiento ecológico (valor funcional).

Tabla A1.3

Identificación y evaluación de los taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SECEM; SEBCP), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 7220*.

* **Nivel de referencia:** indica si la información se refiere al tipo de hábitat en su conjunto, a alguno de sus subtipos y/o a determinados LIC.

** **Opciones de referencia:** 1: taxón en la que se funda la identificación del tipo de hábitat; 2: taxón inseparable del tipo de hábitat; 3: taxón presente regularmente pero no restringido a ese tipo de hábitat; 4: taxón característico de ese tipo de hábitat; 5: taxón que constituye parte integral de la estructura del tipo de hábitat; 6: taxón clave con influencia significativa en la estructura y función del tipo de hábitat.

*** **CNEA** = *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.*

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación						Comentarios
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN		CNEA***	
					España	Mundial		
MAMÍFEROS								
Neomys anomalus[1]	Tipo de hábitat 7220* (3)	Ligada a los macizos montañosos. Presente en Pirineos, Cordillera Cantábrica, meseta norte y sistemas Ibéricos y Central. También se ha citado en Sierra Morena, sierras subbéticas y Sierra Nevada. En su distribución septentrional parece requerir ambientes más mediterráneos que su congénere *N. fodiens*	Habita ambientes acuáticos, aunque está menos adaptada a la vida acuática	No hay datos	Interés menor[2]	Preocupación menor (LC/Ir[2])		

Referencias bibliográficas:

[1] Blanco, 1998; Aymerich & Gosàlbez, 2004.

[2] Palomo *et al.*, 2007.

PLANTAS								
Eucladium verticillatum (Brid.) Bruch & Schimp.[1]	Tipo de hábitat 7220* (4, 5, 6)	Zonas templadas del Hemisferio Norte	Desconocida	Desconocida				Taxón típico, pero no exclusivo, de calizas rezumantes. Habita allí donde existen procesos de deposición de calizas. Esta especie participa de manera primordial en los procesos de formación de los depósitos de carbonato cálcico (travertinos, tobas), favoreciendo la precipitación de la cal disuelta en el agua

Sigue ▶

Continuación Tabla A1.3

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación						Comentarios
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN		CNEA***	
					España	Mundial		
PLANTAS								
Palustriella commutata (Hedw.) Ochyra[2]	Tipo de hábitat 7220* (1, 4, 5, 6)	Zonas templadas del Hemisferio Norte.	Desconocida	Desconocida				Taxón típico, pero no exclusivo, de calizas rezumantes. Habita allí donde existen procesos de deposición de calizas. Esta especie participa de manera primordial en los procesos de formación de los depósitos de carbonato cálcico (travertinos, tobas), favoreciendo la precipitación de la cal disuelta en el agua
Pinguicula valliisneriifolia Webb[3]	LIC "Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas" (2, 4)	Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas, con presencia puntual en sierras próximas de Andalucía	Sin datos	Desconocida	Vulnerable (VU)			
Pinguicula mundi Blanca & al.	LIC "Serranía de Cuenca" (2, 4)	Serranía de Cuenca (Cuenca y Guadalajara), Sierra de Alcaraz y Sierra de Calar del Mundo (Albacete)	Sin datos	Sin datos	Vulnerable (VU)			
Pinguicula dertosensis (Cañigueral) G. Mateo & M.B. Crespo	(2, 4)	Este de la Península Ibérica, desde Tarragona hasta Granada	Sin datos	Sin datos	Vulnerable (VU)			
Centaurium somedanum M. Laínz[4]	LIC "Somiedo", LIC "Valle de San Emiliano" (Subtipo 1) (1, 2, 5)	Zona centro-occidental de la Cordillera Cantábrica	Extensión de presencia: 134 km^2	Fluctuación demográfica.	Vulnerable (VU)			Planta especialista del hábitat.

Referencias bibliográficas:

[1] Cano *et al.*, 2004; Crespo *et al.*, 1989; Díaz González *et al.*, 1982; Puche *et al.*, 2006; Smith, 2004.

[2] Aldasoro *et al.*, 1996; Brugués *et al.*, 1999; Cano *et al.*, 2004; Casas *et al.*, 2006; Puche *et al.*, 1998 y 2006; Smith, 2004.

[3] Díaz González *et al.*, 1982; VV. AA., 2000; VV. AA., 2007.

[4] Jiménez-Alfaro *et al.*, 2005).

BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

Aldasoro, J.J., Aedo, C., Muñoz, J., de Hoyos, C., Vega, J.C., Negro, A. & Moreno, G., 1996. A Survey on Cantabrian Mires (Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 54: 472-489.

Arco Aguilar, M.J., Wilpret de la Torre, W., Pérez de Paz, P.L., Rodríguez Delgado, O., Acebes Ginovés, J.R., García Gallo, A., Martín Osorio, V.E., Reyes Betancort, J.A., Salas Pascual, M., Díaz, M.A., Bermejo Domínguez, J.A., González González, R., Cabrera Lacalzada, M.V. & García Ávila, S., 2006. *Mapa de vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.

Aymerich, P. & Gosàlbez, J., 2004. La prospección de excrementos como metodología para el estudio de la distribución de los musgaños. *Galemys* 16 (2): 83-90.

Badosa, E., 2004. Blauet *Alcedo atthis*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.) *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 308-309.

Barbera, J.C., Ayllón, E., Trillo, S. & Astudillo, G., 1999. Atlas provisional de distribución de los anfibios y reptiles de la provincia de Cuenca. *Zoología Baetica* 10: 123-148.

Bartolomé, C., Álvarez Jiménez, J., Vaquero, J., Costa, M., Casermeiro, M.Á., Giraldo, J. & Zamora, J., 2005. *Los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Guía Básica*. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad.

Benito Alonso, J.L., 2006. *Vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo Central Aragonés)*. Serie Investigación, nº 50. Zaragoza: Gobierno de Aragón, Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.

Blanca, G., 2001. *Pinguicula* L. En: Castroviejo, S. *et al.* (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. 14: 81-95. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.

Blanco, J.C., 1998. *Guía de Campo de los mamíferos de España*. Tomo I. Geoplaneta.

Brugués, M., Ruíz, E. & Barrón, A., 1999. Les molses tradicionalment incloses en els gèneres *Calliergon, Scorpidium, Drapanocladus* i *Cratoneuron* a Catalunya. *Orsis* 14: 21-29.

Cano, M.J., Jiménez, J.A., Teresa Gallego, M., Ros, R.M. & Guerra, J., 2004. Bryophyte Check-List of Murcia Province (Southeastern Spain). *Anales de Biología* 26: 117-155.

Carrascal, L.M., Seoane, J., Alonso, C.L. & Palomino, D., 2003. Estatus regional y preferencias ambientales de la avifauna madrileña durante el invierno. *Anuario Ornitológico de Madrid 2002*: 22-43.

Carrascal, L.M. & Lobo, J., 2003. Apéndice I. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 718-721.

Casas, C., Cros, R.M., Brugués, M., Ruíz, E., Sérgio, C., Barrón, A. & Lloret, F., 2006. Aportaciones a la brioflora del Pirineo. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 28: 73-86.

Cortés Latorre, C., 1957. Aportaciones a la Briología española. Una rápida visita al Monasterio de Piedra. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 15 (1): 491-499.

Crespo, M.B., Nebot, J.R., Gardía, R. & Mateo, G., 1989. Consideraciones acerca de las pobalciones valencianas de *Pteris vittata* L. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46 (2): 571-576.

Díaz González, T.E., Guerra, J. & Nieto, J.M., 1942. Contribución al conocimiento de la clase *Adiantetea* Br.-Bl. en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 38 (2): 497-506.

Díaz, M., Asensio, B. & Tellería, J.L., 1996. *Aves ibéricas. I. No paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.

Egea-Serrano, A., Oliva-Paterna, F.J. & Torralva, M., 2006. Amphibians in the Region of Murcia (SE Iberian Peninsula): Conservation Status and Priority Areas. *Animal Biodiversity and Conservation* 29.1: 33–41.

Gainzarain, J.A., 2006. *Atlas de las aves invernantes en Álava (2002-2005)*. Vitoria: Diputación Foral de Álava.

Izquierdo, I., Martín, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.), 2004. *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2004*. Gobierno de Canarias, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.

Jiménez-Alfaro, B., Bueno Sánchez, A. & Fernández Prieto, J.A., 2005. Ecología y conservación de *Centaurium somedanum* Laínz (Gen-

tianaceae), planta endémica de la Cordillera Cantábrica (Spain). *Pirineos* 160: 45-66.

Laguna Lumbreras, E., Deltoro Torró, V., Fos Martín, S., Pérez Rovira, P., Ballester Pascual, G., Olivares Tormo, A., Serra Laliga, L. & Pérez Botella, J., 2003. *Hábitats prioritarios de la Comunidad Valenciana.* Generalitat Valenciana, Conselleria de Territorio i Habitatge.

Llebaria, C. & Ordeix, M., 2004. Cuereta torrentera *Motacilla cinerea*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.) *Atles dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 362-363.

López Alcázar, V., Vázquez Pumariño, X. & Gómez-Serrano, M.Á., 2003. Mirlo Acuático *Cinclus cinclus*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 406-407.

López, V., 2003. Lavandera Cascadeña *Motacilla cinerea*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 400-401.

Moreno-Opo, R., 2002. Martín Pescador *Alcedo atthis*. En: Del Moral, J. C., Molina, B., de la Puente, J. & Pérez-Tris, J. (eds.). *Atlas de las Aves Invernantes de Madrid, 1999-2001*. Madrid: SEO-Montícola. pp 180-181.

Moreno-Opo, R., 2003. Martín Pescador *Alcedo atthis*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 342-343.

Naranjo Suárez, J. & Santana López, I., 2007. *Camptoloma canariensis* (Webb & Berthel.) Hilliard. En: Bañares, A. *et al.* (eds.) *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2006*: 62-63. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEBCP.

Palomino, D., 2003. Lavandera Cascadeña *Motacilla cinerea*. En: Carrascal, L. M., Salvador, A. (eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. (consultado en abril de 2008) www.vertebradosibericos.org/

Palomo, L.J., Gisbert, J. & Blanco, J.C. (eds.), 2007. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Direción general para la Conservación de la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.

Pérez-Tris, J., 2002a. Lavandera Cascadeña *Motacilla cinerea*. En: Del Moral, J. C., Molina, B., de la Puente, J. & Pérez-Tris, J. (eds.). *Atlas de las Aves Invernantes de Madrid, 1999-2001*. Madrid: SEO-Montícola. pp 206-207.

Peris, S.J., González Sánchez, N., Carnero, J. I., Velasco, J.C. & Masa, A.I., 1991. Algunos factores que inciden en la densidad y población del Mirlo Acuático *(Cinclus cinclus)* en el centro-occidente de la Península Ibérica. *Ardeola* 38 (1): 11-20.

Pleguezuelos, J.M., Marquez, R. & Lizana, M., 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, AHE.

Puche, F., Barrón, A., Brugués, M., Cano, M.J., Draper, I., Ederra, A., Estébanez, B., Gallego, M.T., Gimeno, C., Guerra, J., Jiménez, J. A., Lara, F., Medina, R.I. & N. Medina, G., 2006. Aportaciones al conocimiento de la flora briológica española. Nótula XVI: musgos y hepáticas del Alto Tajo (Cuenca, Guadalajara, Teruel). *Bol. Soc. Esp. Briol.* 28: 87-94.

Puche, F., Gimeno, C. & Segarra, J.G., 1998. Lista de los briófitos de la Comunidad Valenciana (este de España). *Orsis* 13: 27-41.

Santos, X. Carretero, M.A., Llorente, G. & Montori, A. (Asociación Herpetologica Española), 1998. *Inventario de las Áreas importantes para los anfibios y reptiles de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica. 237 p.

Smith, A.J.E. (ed.), 2004. *The Moss Flora of Britain and Ireland*. 2nd Edition. Cambridge University Press.

Tellería, J.L., 1987. Biogeografía de la avifauna nidificante en España central. *Ardeola* 34: 145-166.

Tellería, J.L., Asensio, B. & Díaz, M., 1999. *Aves ibéricas. II. Paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.

VV. AA. (en prensa). *Atlas y Manual de los Hábitats de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad.

VV. AA., 2000. *Libro Rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo II. Especies Vulnerables*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.

VV. AA., 2007. *Lista roja de la flora vascular española amenazada*. [Borrador elaborado por el Comité de Expertos de la Lista Roja]. Madrid. (noviembre 2007) www.conservacionvegetal.org/PDF/Borrador%20LR%202007.pdf