



2130

**DUNAS COSTERAS FIJAS
CON VEGETACIÓN HERBÁCEA
(DUNAS GRISES) (*)**

COORDINADOR

F. Javier Gracia Prieto

AUTORES

F. Javier Gracia Prieto y Juan Carlos Muñoz Reinoso

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



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 2 ha sido encargada a las siguientes instituciones

Sociedad Española de Geomorfología



Universidad de Cádiz



Coordinador: F. Javier Gracia Prieto¹.

Autores: F. Javier Gracia Prieto y J. C. Muñoz Reinoso².

¹Univ. de Cádiz, ²Univ. de Sevilla.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Invertebrados: Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante). José Ramón Verdú Faraco, M.^a Ángeles Marcos García, Estefanía Micó Balaguer, Catherine Numa Valdez y Eduardo Galante Patiño.

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), M.^a Inmaculada Romero Buján (coordinadora regional), M.^a Inmaculada Romero Buján, Íñigo Pulgar Sañudo, Sara Mora Vicente, Manuel Valentín Marrero Gómez y Eduardo Carqué Álamo (colaboradores-autores).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Antonio Jordán López, Lorena Martínez Zavala, Nicolás Bellinfante Crocci y Xosé Luis Otero Pérez.

Fotografía de portada: *Traginetum moquini*. Autor: Antonio García.

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:

GRACIA, F. J. & MUÑOZ, J. C., 2009. 2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises). 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. 40 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

1. PRESENTACIÓN GENERAL	7
1.1. Código y nombre	7
1.2. Definición	7
1.3. Descripción	7
1.4. Esquema sintaxonómico	8
1.5. Distribución geográfica	9
2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	15
2.1. Regiones naturales	15
2.2. Factores biofísicos de control	15
2.3. Subtipos	15
2.4. Exigencias ecológicas	15
2.5. Especies de los anexos II, IV y V	19
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	21
3.1. Determinación y seguimiento de la superficie ocupada	21
3.2. Identificación y evaluación de las especies típicas	22
3.3. Evaluación de la estructura y función	22
3.3.1. Factores, variables y/o índices	22
3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y función	23
3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y función	23
3.4. Evaluación de las perspectivas de futuro	24
4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN	25
5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	27
Anexo 1: Información complementaria sobre especies	29
Anexo 2: Información edafológica complementaria	36



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*)

1.2. DEFINICIÓN

Este tipo de hábitat, tal y como aparece descrito; dunas terciarias o grises de las costas atlánticas, con sustratos fijos o semifijos, colonizadas por herbáceas y pequeños arbustos resistentes a la influencia del viento marino correspondería con las dunas estabilizadas por pastizales, especialmente comunes en la fachada atlántica peninsular (Galicia y Golfo de Cádiz), denominadas dunas grises termo-atlánticas por Caldas & Honrado (2001).

1.3. DESCRIPCIÓN

Se trata de la tercera banda del gradiente dunar de las costas atlánticas. Tras las dunas móviles con *Ammophila arenaria*, la intensidad del viento disminuye y permite la estabilización del sustrato y la acumulación de materia orgánica, lo que favorece la adquisición de tonalidades más oscuras, grisáceas (dunas grises). Aún así, la pobreza de estos suelos incipientes y la influencia aún fuerte del viento, con sus efectos mecánicos y su aporte de aerosoles salinos, impide la evolución hacia una vegetación más madura. En el gradiente litoral se sitúa entre las dunas blancas (tipo de hábitat de interés comunitario 2120) y las comunidades leñosas de dunas maduras (tipos de hábitat de interés comunitario 2250 Dunas litorales con *Juniperus* spp. (*), 2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia* y 2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster* (*).

La comunidad de plantas característica contiene *Aira* spp., *Anacamptis pyramidalis*, *Bromus hordeaceus*, *Carex arenaria*, *Cerastium* spp., *Corynephorus canescens*, *Erodium glutinosum*, *E. lebelii*, *Galium*

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

2130 Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) (*)

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

Dunas fijas, estabilizadas y colonizadas por céspedes más o menos densos de perennes y abundantes coberturas de líquenes y musgos, que aparecen en las costas atlánticas entre el Estrecho de Gibraltar y el Cabo Blanc Nez. Se incluye *Euphorbio Helichryson* (código 16.222 – termo-Atlántico hasta Gran Bretaña) y *Crucianellion maritimae* (código 16.223 – del Estrecho de Gibraltar hasta el Cabo Prior en Galicia).

Relaciones con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Habitat Classification 200410

B1.4 Coastal stable dune grassland (grey dunes)

Palaeartic Habitat Classification 1996

16.221 Northern Atlantic grey dunes

Palaeartic Habitat Classification 1996

16.227 Dune fine-grass annual communities

verum, *Genciana campestris*, *G. cruciata*, *Koeleria* spp., *Milium scabrum*, *Myosotis ramosissima*, *Ononis repens*, *Phleum arenarium*, *Polygala vulgaris* var. *dunensis*, *Silene conica*, *S. otites*, *Trifolium scabrum*, *Tuberaria guttata*, *Vila curtisii*, *V. rupestris* var. *arenaria*, musgos (*Tortula ruraliformis*) y líquenes (*Cladonia* spp.). En el Cantábrico, este tipo de hábitat es escaso, y lleva un pasto vivaz y pequeñas matas de tallos herbáceos, con *Crucianella maritima*, *Helicrysum stoechas*, *Koeleria glauca*, *Sporobolus arenarius*, *Carex arenaria*, etc. Entre Galicia y Cádiz, las dunas son más abundantes, siendo dominadas por especies rizomatosas de *Armeria* (*A. pungens*, *A. welwitschii*), acompañadas por *Crucianella maritima* y otras de interés biogeográfico como *Iberis procumbens*, *Thymus carnosus* (incluido en el Anexo II de la Directiva de Hábitats), *Echium gaditanum*, *Jasione lusitanica*, *Helicrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Artemisia campestris* subsp. *maritima*, etc. Es frecuente la pre-

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

sencia de retazos de pastizales anuales (*Aira* spp., *Rumex bucephalophorus*, *Petrorhagia prolifera* o *Tube-raria guttata*). En Canarias, estas dunas están presidi-das por *Traganum moquinii* o *Zygophyllum fonta-nessi*, acompañadas por otras especies canarias: *Lottus lancerottensis*, *Androcymbium psammophilum* y *Con-volvulus caput-medusae* (estas dos últimas incluidas en el Anexo II de la Directiva de Hábitats).

En cuanto a la fauna, algunos representantes típicos son la salamanguera común (*Tarentola mauritani-ca*), la cogujada montesina (*Galerida theklae*) y el chotacabras gris (*Caprimulgus europaeus*).

A modo de resumen, las características básicas ge-nerales del tipo de hábitat 2130* se detallan en la tabla 1.1.

Variable	Características
Altura	Media-alta (> 1 m).
Anchura	Media a grande (decenas de metros).
Longitud	Variable, aunque generalmente grande.
Movilidad	Muy baja a nula.
Desarrollo edáfico	Medio.
Exposición	Baja.
Cobertera vegetal	Media a alta.
Fragilidad/vulnerabilidad	Moderada.
Hábitat dunares compatibles	2120, 2150*, 2190, 2230, 2240, 2250*, 2260, 2270*
Hábitat dunares incompatibles	2110, 2210

Tabla 1.1

Características básicas generales del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.

1.4. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Tabla 1.2

Clasificación del tipo de hábitat de interés comunitario 2130* según el *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre científico
2130*	163210	<i>Koelerion arenariae</i> Tüxen 1937 nom. mut. propos. in Rivas-Martínez & al. 2002
2130*	Sin código	<i>Desmazerio marinaeae-Phleetum arenarii</i> Herrera 1995
2130*	Sin código	<i>Linario polygalifoliae-Corynephorum canescentis</i> J. Rodríguez, Ortiz & Pulgar 1988
2130*	163320	<i>Traganion moquini</i> Sunding 1972
2130*	161015	<i>Polycarpeo niveae-Lotetum lancerottensis</i> Esteve 1968
2130*	163321	<i>Atriplici-Chenoleoidetum tomentosae</i> Rivas-Martínez, Wildpret, Del Arco, O. Rodríguez, Pérez de Paz, García-Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fernández-González 1993

► Continuación Tabla 1.2

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre científico
2130*	163322	<i>Frankenio-Zygophylletum gaetuli</i> Del Arco & Wildpret 1991
2130*	163323	<i>Traganetum moquini</i> Sunding 1972
2130*/2210	163310/171010	<i>Crucianellion maritimae</i> Rivas Goday & Rivas-Martínez 1958
2130*/2210	171011	<i>Crucianelletum maritimae</i> Br.-Bl. 1933
2130*/2210	171012	<i>Loto cretici-Crucianelletum maritimae</i> Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989
2130*/2210	171013	<i>Ononido crispae-Scrophularietum minoricensis</i> O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970
2130*	163711	<i>Asterolino lino-stellati-Rumicetum bucephalophori</i> T.E. Díaz & F. Navarro 1978
2130*	163712	<i>Petrorhagio-Trifolietum arvensis</i> T.E. Díaz & F. Navarro 1978

En color se han señalado los tipos de hábitat del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* que, aunque no están relacionados directamente con el tipo de hábitat de interés comunitario 2130*, presentan alguna asociación que sí lo está.

1.5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

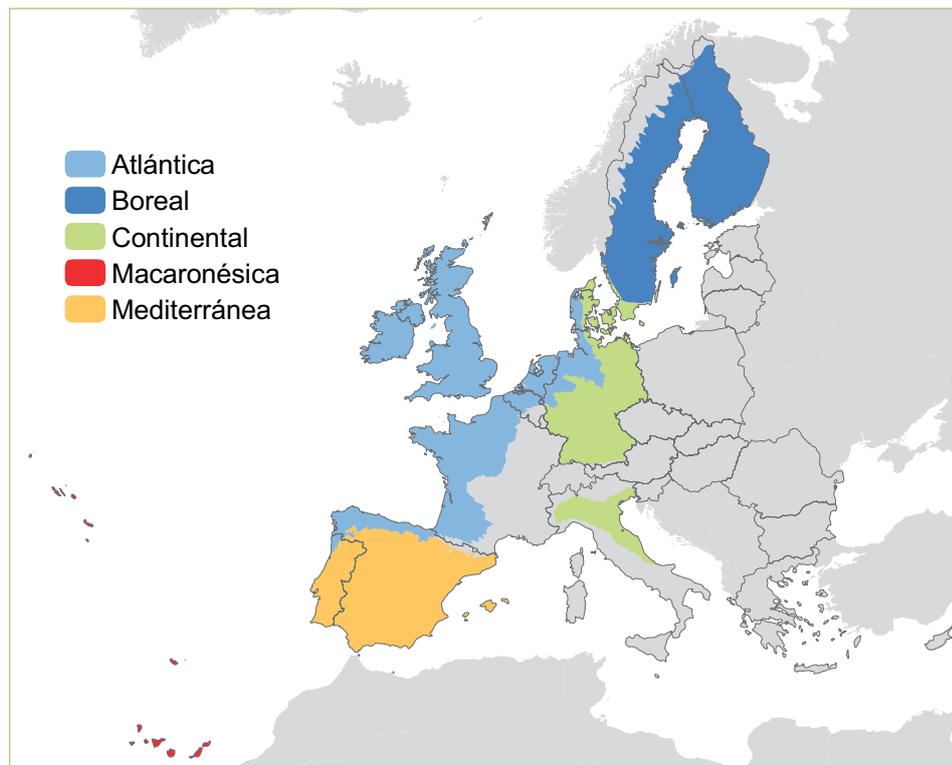


Figura 1.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 2130* por regiones biogeográficas en la Unión Europea. Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

La distribución del presente tipo de hábitat en las costas españolas según el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, se representa en la figura 1.2, donde la presencia del tipo de hábitat queda reflejada mediante pequeños puntos de color rojo. Dicho mapa ha sido modificado y actualizado, para lo que se han empleado dos tipos de símbolos:

- Puntos gruesos de color naranja: no aparece en los mapas de tipos de hábitat de interés comunitario del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, pero ha sido identificado positivamente en ese lugar.
- Cruces de color verde: aparece reflejado en los mapas de tipos de hábitat de interés comunitario del Ministerio de Medio Ambiente, pero su presencia real es discutible, bien por error o bien porque ha desaparecido y ya no está presente en ese lugar.

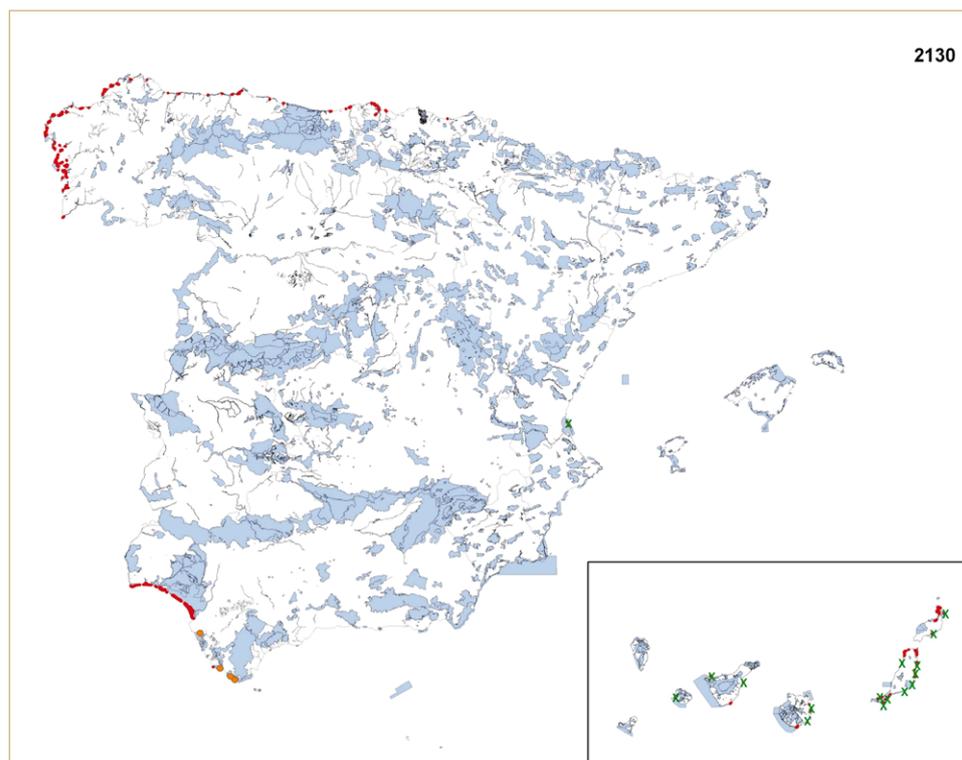
Teniendo en cuenta las modificaciones hechas a dicho mapa, el presente tipo de hábitat de interés comunitario aparece en los siguientes sistemas dunares (la N entre paréntesis indica que ha sido incorporado por primera vez en este trabajo):

- **Región Atlántica.** Zarautz en Guipúzcoa; Lare-

do, Somo, Liencres y Oyambre en Cantabria; Xagó, Salinas, Bayas, Barayo, Frejulfe y Navia en Asturias; Viveiro en Lugo; Ortigueira, Cedeira, Vilarrube-Pantín, Frouxeira, Ponzos-Santa Comba, San Jorge, Doniños, Badaio, Lage, Daloris, Traba, Trece, Rostro, Carnota, Basoñas y Corrubedo en La Coruña; La Lanzada e Islas Cíes en Pontevedra; Ayamonte, Isla Cristina, La Antilla, El Rompido, Punta Umbría, El Abalarío, El Asperillo, Doñana-Playa de Castilla y Doñana-Punta del Malandar en Huelva; San Antón-Valdelagrana (N), Cabo Trafalgar, La Hierbabuena (N), Punta Paloma-Valdevaqueros (N) y Los Lances (N) en Cádiz.

- **Región Atlántica Macaronésica:** La Graciosa, Corralejo, Fuerteventura y Maspalomas, Gran Canaria. Apenas se conservan o su presencia es dudosa en Famara, Lanzarote, Tostón, Fuerteventura y El Médano en Tenerife. En todos estos casos se han identificado dunas móviles fijadas por *Traganum moquinii*, especie incluida en este tipo de hábitat, pero cuya definición y caracterización se propone de manera específica. La ficha general del grupo 2 incluye una ficha con esta nueva propuesta.

Figura 1.2
Mapa de distribución del tipo de hábitat de interés comunitario 2130* en las costas españolas. Datos del Ministerio de Medio Ambiente, y de Medio Rural y Marino (modificado).



2130



Figura 1.3

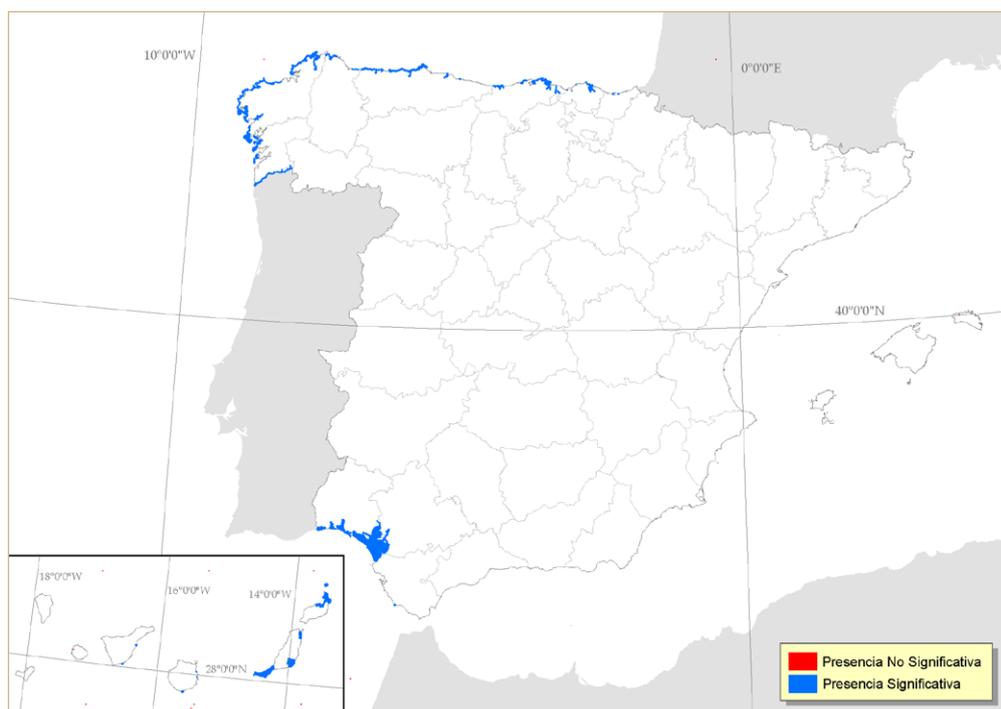
Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 2130*. Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Región biogeográfica	Superficie ocupada por el hábitat (ha)	Superficie incluida en LIC	
		ha	%
Alpina	—	—	—
Atlántica	1.203,10	1.044,75	86,84
Macaronésica	204,79	193,31	94,40
Mediterránea	487,43	445,57	91,41
TOTAL	1.895,32	1.683,64	88,83

Tabla 1.3

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 2130* 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.

Figura 1.4
Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 2130*.
 Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.



Región	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina	—	—	—	—	—
Atlántica	8	14	7	—	1.697,36
Macaronésica	5	3	4	—	661,86
Mediterránea	7	3	—	—	1.270,05
TOTAL	20	20	11	—	3.629,28

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.

Tabla 1.4

Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 2130*, 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 2130* 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.	—	—	99,91%	—
	LIC	—	—	100,00%	—
Asturias	Sup.	—	0,89%	—	—
	LIC	—	13,79%	—	—
Canarias	Sup.	—	—	—	100%
	LIC	—	—	—	100%
Cantabria	Sup.	—	14,73%	—	—
	LIC	—	20,68%	—	—
Comunidad Valenciana	Sup.	—	—	0,08%	—
	LIC	—	—	—	—
Galicia	Sup.	—	84,34%	—	—
	LIC	—	44,82%	—	—
País Vasco	Sup.	—	0,03%	—	—
	LIC	—	20,68%	—	—

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 1.5

Distribución del tipo de hábitat 2130* en España por regiones biogeográficas y comunidades autónomas en cada región biogeográfica.



2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

A continuación se especifica la superficie ocupada en la actualidad por el tipo de hábitat, desglosada por regiones naturales, y según datos del Ministerio de Medio Ambiente actualizados por TRAGSA en 2004-2005 a partir del análisis de ortofotos y mapas, expresada en km²:

■ Nivel 1

- 2 (zona atlántica): 586,63
- 3 (Golfo de Cádiz): 324,89
- Canarias-1 (Tenerife Sur, Gran Canaria Sur, Fuerteventura y Lanzarote): 250,98

■ Nivel 2

- 211 (País Vasco): 320,07
- 222 (Costa cantábrica): 266,56
- 311 (Andalucía): 324,89
- Canarias-11 (Gran Canaria Norte y El Hierro): 0,30
- Canarias-13 (Tenerife Sur, Gran Canaria Sur, Fuerteventura y Lanzarote): 250,67

■ Nivel 3

- 2111 (Galicia): 320,07
- 2221 (Cantabria): 110,772
- 2223 (Galicia Norte y Asturias): 115,78
- 3115 (Norte prov. Cádiz): 22,88
- 3116 (Huelva - Doñana): 302,02

■ Nivel 4

- 21111: 320,07
- 22211: 110,77
- 22231: 107,93
- 22232: 47,85
- 31151: 22,88
- 31161: 302,02

2.2. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

La vegetación puede estar formada por una cobertura de pastizal cerrado, pastizal disperso anual sobre arena o bien dominado por musgos y líquenes. El contenido en calcita (Ca²⁺) puede variar mucho y generalmente disminuye con la edad y con la sucesión hacia sistemas de dunas pardas (brezales dunares).

2.3. SUBTIPOS

En España la distribución de las asociaciones vegetales de este tipo de hábitat varía geográficamente. Pueden diferenciarse cuatro subtipos generales:

- Subtipo I: Costa cantábrica.
- Subtipo II: Galicia.
- Subtipo III: Golfo de Cádiz.
- Subtipo IV: Islas Canarias.

2.4. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

I. Costa cantábrica

Valores fisiográficos

- Altitud: se desarrollan sobre dunas muy cerca del nivel del mar y en dunas sobre acantilados que pueden superar los 50 m de altura.
- Orientación: hacia el norte, con pequeñas variaciones.
- Pendientes: debido a las características propias del tipo de hábitat, las pendientes son suaves.

Valores climáticos

El clima de la costa cantábrica es de tipo oceánico. La precipitación media anual en la franja costera se sitúa en torno a los 1.000 mm, aumentando hacia el este (Cantabria, País Vasco), donde puede alcan-

zar los 1.200 mm anuales. No existen meses secos, ya que el menos lluvioso, julio, recibe más de 40 mm por término medio.

La temperatura media oscila entre 10 °C para el mes más frío y 20 °C para el mes más cálido, generalmente julio. La nubosidad es abundante y sólo se registran unos treinta días despejados al año.

Valores litológicos

Se sustentan sobre depósitos sedimentarios, constituidos principalmente por arenas de cuarzo mixtas, en las que suele haber una cierta componente orgánica, de origen marino. El grado de compactación es de bajo a muy bajo, siendo comunes los depósitos de arenas sueltas recientes, de edad Holoceno-histórico.

Valores edafológicos

Debido a la escasa inalterabilidad del material (arenas fundamentalmente cuarcíticas), los suelos de las dunas pertenecen al orden Entisoles (*Soil Taxonomy*), más concretamente al subgrupo *Typic Xeropsamments*.

Valores hidrológicos

Este tipo de hábitat se caracteriza por la ausencia de flujos superficiales de agua dulce. Los niveles freáticos pueden encontrarse hasta algunos metros de profundidad. En general, no experimentan fluctuaciones anuales importantes, probablemente por encontrarse en la zona de descarga del acuífero hacia el mar. Las aguas freáticas presentan pH neutro o ligeramente superior a 7 (7,2-7,7) y conductividad entre 340 y 610 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se trata de aguas bicarbonatadas (6,5-12,8 meq/l) bajas en cloruros (2,3-3,0 meq/l), lo que estaría relacionado con los restos de conchas existentes (antiguos niveles de playa).

Especies características y diagnósticas

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado adicional con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO), pueden

considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.

En el Cantábrico, este tipo de hábitat es escaso, y lleva un pasto de tallos herbáceos, con *Crucianella maritima*, *Helicrysum stoechas*, *Koeleria glauca*, *Sporobolus arenarius*, *Carex arenaria*, etc.

II. Galicia

Valores fisiográficos

- Altitud: se desarrollan sobre dunas muy cerca del nivel del mar y en dunas sobre acantilados que pueden superar los 50 m de altura.
- Orientación: se distribuyen en todo tipo de orientaciones, aunque predomina la orientación hacia el norte y hacia el oeste.
- Pendientes: debido a las características propias del tipo de hábitat, las pendientes son suaves.

Valores climáticos

Presenta un clima atlántico húmedo. Las precipitaciones son elevadas, generalmente superiores a los 1.000 mm anuales. Las lluvias son mayores en los meses invernales.

En cuanto a la temperatura, la media de enero oscila entre 8 y 11 °C, mientras que en agosto alcanza los 20 °C. En general, las temperaturas son muy suaves por la influencia oceánica de la Corriente del Golfo.

Valores litológicos

Se sustentan sobre depósitos sedimentarios, constituidos principalmente por arenas de cuarzo, en las que suele haber una cierta componente orgánica de origen marino. El grado de compactación es de bajo a muy bajo, siendo comunes los depósitos de arenas sueltas recientes, de edad Holoceno-histórico.

Valores edafológicos

Debido a la escasa inalterabilidad del material (arenas fundamentalmente cuarcíticas), los suelos de las dunas pertenecen al orden Entisoles (*Soil Taxonomy*), más concretamente al subgrupo *Typic Xeropsam-*

ments. Son suelos poco evolucionados de textura arenosa bajo un régimen de humedad xérico, con un nivel freático relativamente profundo. El resultado es un perfil poco diferenciado de tipo A C, en el que el horizonte A tiene poco espesor y contenido bajo en materia orgánica (Clemente *et al.*, 1998).

Valores hidrológicos

Ausencia de flujos superficiales de agua dulce. Los niveles freáticos pueden encontrarse hasta algunos metros de profundidad. En general, no experimentan fluctuaciones anuales importantes. Las aguas freáticas presentan pH de neutro a ligeramente superiores a 7 (7,2-7,7) y conductividad entre 340 y 610 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Especies características y diagnósticas

En este sector es característica la asociación *Scrophulario frutescentis-Vulpietum alopecuris*, una comunidad óptima tanto para *Jasione lusitanica* como para *Rhynchosinapis johnstonii*, endémica de la zona noroeste de la Península Ibérica. Esta comunidad está dominada por *Artemisia campestris* ssp. *maritima*, aunque también están presentes de manera clara muchas otras especies características de las comunidades *Ammophiletea* (*Crucianella maritima*, *Ammophila arenaria* ssp. *arundinacea*, *Vulpia alopecuros*, *Malcolmia littorea*, *Medicago marina*, *Leontodon taraxacoides* ssp. *taraxacoides*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *iberica*, *Pancratium maritimum*, *Seseli tortuosum* y otras). Más hacia el interior, sobre arenas más estabilizadas, la abundancia creciente de la perenne *Cistus salvifolius* indica un desarrollo sucesivo hacia los cereales y pastos atlánticos.

III. Golfo de Cádiz

Valores fisiográficos

- Altitud: se desarrollan sobre dunas muy cerca del nivel del mar y en dunas y arenales sobre acantilados bajos.
- Orientación: se distribuyen en todo tipo de orientaciones, aunque predominan hacia el sur y hacia el oeste.
- Pendientes: debido a las características propias del tipo de hábitat, las pendientes son suaves.

Valores climáticos

El clima de la costa atlántica andaluza es de tipo mediterráneo con influencia oceánica. La temperatura media es inferior a los 18 °C (16,7 °C-17,4 °C), con inviernos suaves y veranos calurosos. La temperatura media del mes más cálido (julio) es de 25 °C en la costa de Huelva, y de 23 °C en la de Cádiz. La precipitación media aumenta de oeste a este, desde los 495,7 mm en Punta Umbría hasta los 841,8 mm de Barbate. Las principales precipitaciones ocurren entre noviembre y enero. La sequía estival es severa, prácticamente sin precipitaciones en julio y agosto, y muy escasas en junio y septiembre. Los vientos dominantes son del suroeste en la provincia de Huelva y del Este en Cádiz. La intensidad de los vientos es casi cuatro veces superior en las proximidades del Estrecho de Gibraltar (21,4 nudos) que en la provincia de Huelva (5,2-7,8 nudos).

Valores litológicos

Se sustentan sobre depósitos sedimentarios, constituidos principalmente por arenas de cuarzo mixtas, en las que suele haber una cierta componente orgánica, de origen marino. El grado de compactación es bajo a muy bajo, siendo comunes los depósitos de arenas sueltas recientes, de edad Holoceno-histórico.

Valores edafológicos

Debido a la escasa inalterabilidad del material (arenas fundamentalmente cuarcíticas), los suelos de las dunas pertenecen al orden Entisoles (*Soil Taxonomy*), más concretamente al subgrupo *Typic Xeropsamments*. Son suelos poco evolucionados de textura arenosa bajo un régimen de humedad xérico, con un nivel freático relativamente profundo. El resultado es un perfil poco diferenciado de tipo A C, en el que el horizonte A tiene poco espesor y contenido bajo en materia orgánica (Clemente *et al.*, 1998).

Valores hidrológicos

Este tipo de hábitat se caracteriza por la ausencia de flujos superficiales de agua dulce. Los niveles freáticos pueden encontrarse hasta algunos metros de profundidad. En general, no experimentan fluctuaciones anuales importantes, probablemente por en-

contrarse en la zona de descarga del acuífero hacia el mar. Las aguas freáticas presentan pH superior a 7 (7,2-7,7) y conductividad entre 340 y 610 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se trata de aguas bicarbonatadas (6,5-12,8 meq/l) bajas en cloruros (2,3-3,0 meq/l), lo que estaría relacionado con los restos de conchas existentes (antiguos niveles de playa).

Especies características y diagnósticas

En este sector, las dunas están dominadas por especies rizomatosas de *Armeria* (*A. pungens*, *A. welwitschii*), acompañadas por *Crucianella maritima* y otras como *Iberis procumbens*, *Thymus carnosus*, *Echium gaditanum*, *Jasione lusitanica*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Artemisia campestris* subsp. *maritima*, etc. Es frecuente la presencia de retazos de pastizales anuales (*Aira* spp., *Rumex bucephalophorus*, *Petrorhagia prolifera* o *Tuberaria guttata*).

Entre los arbustos se desarrollan parches con *Airopis tenella*, *Tuberaria guttata*, *T. longuisejala*, *Spergularia rubra* ssp. *longipes*, *Spergularia arvensis*, *Rumex bucephalophorus*, *Malcolmia lacera*, *Erodium botrys*, *E. aethyopicum*, *E. cicutarium*, *Polycarpon tetraphyllum* var. *diphyllum*, *Ornithopus pinnatus*, *Chaetopogon fasciculatus*, *Vulpia alopecuros*, *V. membranacea*, *V. ciliata*, *Briza pinor*, *Kickxia cirrhosa* y otras.

La degradación del suelo lleva a superficies poco fértiles con un pasto ralo de *Crassula tillaea*, *Logfia gallica*, *L. minima*, *Evax pygmaea* ssp. *ramosissima*, *Scleranthus polycarpus*, *Polycarpon tetraphyllum* var. *diphyllum*, *Asterolinum linum stellatum*. Los suelos ácidos de arenas lixiviadas pueden presentar pastos rojos dominados por *Rumex bucephalophorus*. En Doñana, en el ecotono que marca la transición a las marismas, se han descrito una serie de pastos con *Pteridium aquilinum*, *Juncus*, *Plantago*, *Spergularia*, *Echium*, *Chamaemelum*, *Calendula* y césped con *Agrostis*, *Vulpia*, *Bromus*, *Hordeum*, leguminosas como *Trifolium*, *Ornithopus*, y especies geofitas como *Asphodelus*, *Urginea* y *Ornithogalum*.

IV. Islas Canarias

Valores fisiográficos

- Altitud: se desarrollan sobre dunas muy cerca del nivel del mar y en dunas sobre acantilados que pueden superar los 50 m de altura.

- Orientación: se distribuyen en todo tipo de orientaciones.
- Pendientes: debido a las características propias del tipo de hábitat, las pendientes son suaves.

Valores climáticos

Aunque, por su latitud, el clima de Canarias debería ser de tipo desértico, la influencia marina y de los vientos alisios, muy húmedos, hacen que pueda considerarse como de tipo tropical suavizado. En la franja costera hay que diferenciar la zona norte de las islas, expuestas a los alisios, de la zona sur, más resguardada, a sotavento de los vientos húmedos y por tanto más seca. También se observa un gradiente de humedad descendente de oeste a este.

En Tenerife, el máximo pluviométrico costero se da entre noviembre y febrero, con promedios mensuales de 60 a 70 mm, y el mínimo se da entre julio y septiembre, con promedio entre 0 y 10 mm. En Gran Canaria, el promedio es similar, pero con un mínimo estival más acusado.

En cuanto a las temperaturas, son muy suaves, con una media anual de 20 °C y oscilaciones térmicas anuales y diurnas muy moderadas (de 6 °C a 8 °C). La temperatura media del mes más frío no baja normalmente de los 15 °C y la del mes más cálido no supera los 26 °C.

Valores litológicos

Se sustentan sobre depósitos sedimentarios, constituidos principalmente por arenas silíceas, en las que suele haber una cierta componente organógena, de origen marino. El grado de compactación es de bajo a muy bajo, siendo comunes los depósitos de arenas sueltas recientes, de edad Holoceno-histórico.

Valores edafológicos

Debido a la escasa inalterabilidad del material (arenas fundamentalmente cuarcíticas), los suelos de las dunas pertenecen al orden Entisoles (*Soil Taxonomy*), más concretamente al subgrupo *Typic Xeropsamments*. Son suelos poco evolucionados de textura arenosa bajo un régimen de humedad xérico, con un nivel freático relativamente profundo.

El resultado es un perfil poco diferenciado de tipo A C, en el que el horizonte A tiene poco espesor y contenido bajo en materia orgánica (Clemente *et al.*, 1998).

Valores hidrológicos

Este tipo de hábitat se caracteriza por la ausencia de flujos superficiales de agua dulce. Los niveles freáticos pueden encontrarse hasta algunos metros de profundidad. En general, no experimentan fluctuaciones anuales importantes, probablemente por encontrarse en la zona de descarga del acuífero hacia el mar. Las aguas freáticas presentan pH superior a 7 (7,2-7,7) y conductividad entre 340 y 610 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se trata de aguas bicarbonatadas (6,5-12,8 meq/l) bajas en cloruros (2,3-3,0 meq/l), lo que estaría relacionado con los restos de conchas existentes (antiguos niveles de playa).

Especies características y diagnósticas

En Canarias, estas dunas están ocupadas por *Traganum moquinii* o *Zygophyllum fontanessi*, acompañadas por otras especies canarias como *Lottus lancerotensis*, *Androcymbium psammophilum* y *Convolvulus caput-medusae*.

2.5. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado con las 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 la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; SECCEM), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.



3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SUPERFICIE OCUPADA

Método para calcular la superficie

Considerando la limitación de este tipo de hábitat, definido por la disponibilidad de sustrato arenoso móvil, y por la topografía, la forma de calcular su área de distribución potencial por medio de la modelización de variables ambientales, como la búsqueda selectiva en un sistema de información geográfica, es relativamente sencilla. En este caso se haría uso de técnicas de teledetección de alta resolución espacial o, preferentemente, de trabajos de fotointerpretación a escala detallada, para la delimitación de los arenales, y por otro lado, se contaría con la información altimétrica (mapas topográficos detallados).

Directrices

Como primer paso, la técnica más adecuada es la fotointerpretación. Aunque se recomienda el uso de ortofotos, la escasa altitud del relieve asociado a este tipo de hábitat hace que las medidas realizadas sobre pares estereoscópicos introduzcan errores muy pequeños. Se recomienda el uso de fotogramas aéreos de pequeña escala y máxima resolución: 1:5.000, 1:10.000, ó, como máximo, 1:18.000. La visión estereoscópica generalmente permite identificar sin problemas los cordones dunares. No obstante, se requiere un trabajo complementario de campo que permita caracterizar los límites del tipo de hábitat en las zonas más problemáticas o de peor definición en la fotografía aérea. Se recomienda utilizar el GPS, de modo que las coordenadas de los límites elegidos como más representativos del tipo de hábitat se puedan representar sobre una cartografía georreferenciada, y su extensión se pueda calcular con ayuda de las funciones de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Superficie favorable de referencia

Considerando la ausencia de datos acerca de este tipo de hábitat en España, no es posible hacer una estimación de su superficie favorable de referencia sin abordar antes trabajos de investigación, como los relativos a la dinámica del tipo de hábitat. Los criterios que debieran establecerse para seleccionar las localidades de mayor relevancia, que indicarían la superficie mínima que debería tener el tipo de hábitat para ser considerado estable, o en crecimiento son:

Con respecto a la elección de un escenario temporal inicial para evaluar el cambio en el área de distribución, se podría considerar como fecha de inicio mediados o finales de la década de 1990, dado que en esos años se llevaron a cabo en distintas comunidades autónomas españolas vuelos fotogramétricos de alta resolución espacial, de los que generalmente se derivaron productos cartográficos de interés para la caracterización del tipo de hábitat, como mapas topográficos de gran detalle (1:5.000, 1:10.000) y ortofotos, lo que garantizaría la calidad de los resultados. Los recientes mapas topográficos digitalizados a escalas 1:5.000 e inferiores, elaborados por algunas comunidades autónomas, ofrecen mayor garantía como bases cartográficas de mayor precisión.

No conocemos ningún trabajo previo en el que se defina una posible área mínima favorable, que pudiera servir como superficie de referencia. Ésta debería deducirse a partir de la búsqueda selectiva de información, considerando como parámetros básicos los relativos a la topografía, estado de naturalidad del sistema y su tendencia reciente a la estabilidad o a la expansión, datos que, en su mayoría, se desconocen para este tipo de hábitat en España. Dado el carácter regresivo de este tipo de hábitat, se recomienda considerar como superficie favorable de referencia, al menos, la superficie ocupada en la actualidad.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

El listado de especies típicas de este tipo de hábitat se ha incluido en el apartado 2.4. En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado adicional de las especies típicas aportado por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

3.3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

3.3.1. Factores, variables y/o índices

Tal y como se especifica en la ficha general del grupo 2, la evaluación del estado de funcionalidad de los sistemas dunares y de su vulnerabilidad se realiza habitualmente mediante el control de un conjunto de parámetros o variables representativas (Bodéré *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1993 a y b, 1994, 2001; García-Mora *et al.*, 2001; Martínez-Vázquez *et al.*, 2006; Martín-Prieto *et al.*, 2007). En la actualidad, no existe un índice o procedimiento unitario de evaluación de la vulnerabilidad y estado de conservación de los tipos de hábitat dunares que sea totalmente aceptado por la comunidad científica.

Por otro lado, el alto grado de interdependencia de los distintos tipos de hábitat que constituyen los sistemas dunares, así como la importancia general de los diferentes factores y variables que influyen en su conservación, lleva a considerar los sistemas dunares de manera global. Por ese motivo, se ha propuesto un índice lo más completo posible que incluya todas las variables importantes que condicionan el estado de conservación de los sistemas dunares en general. El desglose detallado de las variables, el procedimiento de medición y la frecuencia de muestreo se incluyen en la ficha general del grupo 2.

Dicho protocolo general de evaluación de la estructura y función de un sistema dunar debe ser aplicado a todos los sistemas dunares que se evalúen. No obstante, de todas las variables recogidas en el protocolo, destacamos a continuación aquéllas que revisten una importancia especialmente relevante para el presente tipo de hábitat:

A) Factores morfosedimentarios

1. Superficie del sistema dunar (en ha).
2. Longitud del sistema dunar activo (en km).
3. Anchura del sistema dunar activo (en km).
4. Altura modal de las dunas del sistema dunar costero (en m).
5. Altura máxima de las dunas del sistema dunar costero (en m).
6. Pendiente media de las dunas del sistema dunar activo (en °).
7. Grado de fragmentación del sistema dunar.
8. Volumen de arena del sistema dunar (en millones de m³).
9. Granulometría media del sistema dunar (en unidades phi).
10. Profundidad media del nivel freático.

B) Factores de incidencia marina y litoral

1. Tendencia costera, en los últimos diez años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0).
2. Superficie relativa de los cortes y roturas en el frente dunar debidos al oleaje.
3. Evolución de la anchura media de las roturas del frente dunar, en los últimos diez años.

C) Factores de incidencia eólica

1. Clasificación de Hesp (1988).
2. Porcentaje de superficie dunar ocupado por *blowouts*.
3. Porcentaje de superficie dunar ocupado por mogotes o *hummocks* arenosos.
4. Porcentaje de la duna secundaria ocupado por pasillos de deflación.
5. Profundidad de los pasillos de deflación, en porcentaje de altura de la duna secundaria.
6. Tendencia del frente dunar, últimos 10 años (en m/año; avance: > 0; retroceso: < 0).
7. Aumento/disminución de la anchura de los *blowouts* (en %, en los últimos diez años).
8. Porcentaje de superficie dunar cubierto por mantos eólicos sin consolidar.
9. Tasa de transporte eólico de arena hacia el interior del sistema dunar.

D) Factores ecológicos y de cobertera vegetal

1. Cambio en la cobertura vegetal, en los últimos diez años (variación de porcentaje de duna cubierta).

2. Continuidad en las sucesiones vegetales.
3. Conectividad a escala de paisaje entre distintos tipos de hábitat.
4. Porcentaje de especies de tipos I y II en los 100 m a sotavento de la duna secundaria.
5. Presencia de conejos.
6. Presencia de invertebrados y reptiles en el sistema dunar.
7. Presencia de nidos de aves costeras en el sistema dunar.
8. Porcentaje de especies exóticas en los cordones dunares activos.
9. Porcentaje de eliminación antrópica de cobertura vegetal.

3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y función

La evaluación global de la estructura y función permite estimar de forma cuantitativa el estado de conservación del tipo de hábitat. El método se desglosa con detalle en la ficha general del grupo 2.

3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y función

Directrices

En primer lugar, se propone llevar a cabo un inventario lo más exhaustivo posible de todos y cada uno de los campos dunares existentes en cada región natural considerada, incluyendo los de dimensiones testimoniales, así como las fosilizadas antaño. Puede parecer un trabajo de gran alcance, pero con los medios disponibles actuales esta labor no debe plantear demasiados problemas, salvo los que la propia dedicación exige.

Por una parte, se dispone a través de internet de la excelente documentación ofrecida gratuitamente por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en la página del *Catálogo de playas*. Por otra parte, en otros casos, como el del Gobierno Vasco, es factible su acceso libre. También se dispone, a través de este mismo medio, de fotogramas aéreos verticales de diferentes años que posibilitan este trabajo. En el resto de los sectores costeros,

tampoco es difícil acceder a los fotogramas representativos. Con esta información, podrán establecerse las pautas evolutivas futuras de cada uno de los campos dunares al objeto de proponer medidas correctoras para cada unidad. Asimismo, con esta información de primera mano se podrán establecer políticas de conservación a ultranza al tratarse de un tipo de hábitat de especial interés geológico cuando hayan perdido su típica colonización vegetal.

Algunas variables requieren de un estudio en gabinete mediante el análisis de fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas u otra documentación. Sin embargo, existe un número importante de variables que deben ser medidas de manera periódica sobre el terreno, para lo cual debe planificarse un programa de muestreo/inspección que, según la época del año, incluya las variables que deben medirse de forma simultánea. La frecuencia de muestreo de cada variable se especifica en la ficha general del grupo 2.

En lo que se refiere a la zona geográfica en la que hay que realizar el muestreo, conviene visitar todos los sistemas dunares costeros, ya que la mayoría de ellos en España presentan un preocupante estado de deterioro. No obstante, algunos sistemas dunares costeros presentan un gran desarrollo longitudinal, por lo que, de cara a obtener una mayor efectividad, se recomienda elegir zonas más o menos concretas cuya inspección y medición puedan hacerse sin dificultad a lo largo de unas pocas horas. Conviene elegir las zonas con mayores facilidades de acceso, no sólo por la rapidez que esto supone en el muestreo, sino también porque son las zonas susceptibles de registrar mayor afluencia de visitantes, y por tanto más vulnerables de sufrir mayores impactos o deterioro.

El equipamiento necesario para realizar el muestreo es simple:

- GPS de mano, para la localización de los puntos de muestreo/observación.
- Una cinta métrica de al menos 15 m (preferiblemente, una de 25 m).
- Algunas bolsas de plástico con cierre hermético para muestreo de sedimentos.
- Una pequeña paleta para muestreo de sedimentos.
- Cámara fotográfica para documentar los diversos aspectos que se recogen en las fichas.

Para el caso de las variables que requieren medir distancias mayores, o bien alturas, conviene utilizar un sistema de mediciones topográficas, bien sea nivel, teodolito, estación total o GPS dinámico. En ausencia de estos equipos, puede recurrirse a un sistema de pértigas graduadas (jalones), ayudado por un nivel óptico de mano (clinómetro) y una cinta métrica.

Estaciones de referencia

Región Atlántica

■ **Localidad 1: Dunas de Liencres (Cantabria)**

Coordenadas geográficas: 43° 26' N, 3° 58' W
Masa de Agua: 11 (Margen Astur-oriental)
Código espacio red Natura 2000: ES1300004

■ **Localidad 2: Dunas de Doñana (Huelva)**

Coordenadas geográficas: 36° 50' N, 6° 22' W
Masa de Agua: 7 (Golfo de Cádiz)
Código espacio red Natura 2000: ES0000024

Región natural macaronésica

■ **Localidad 1: Dunas de Maspalomas (Gran Canaria)**

Coordenadas geográficas: 27° 44' N, 15° 35' W
Masa de Agua: Islas Canarias
Código espacio red Natura 2000: ES7010007

3.4. EVALUACIÓN DE LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

Metodología para la evaluación de presiones-impacto-riesgo

La evaluación de las presiones-impacto-riesgo ha sido ya incluida en el procedimiento general de

establecimiento del estado de conservación global de la estructura y función (ver ficha general del grupo 2). No obstante, resaltamos aquéllas que revisten una especial relevancia para el presente tipo de hábitat.

■ Factores de presión antrópica

1. Presión de visitantes y pisoteo (número de visitantes y frecuencia).
2. Tránsito de vehículos por el sistema dunar.
3. Camping, aparcamiento.
4. Dificultad de acceso, distancia a núcleo turístico.
5. Extracción de áridos en playa y duna.
6. Porcentaje del sistema dunar activo ocupado por infraestructuras permanentes.
7. Densidad de la red de caminos.
8. Porcentaje de sistema dunar ocupado por residuos y basuras.
9. Paseos a caballo sobre el sistema dunar.
10. Porcentaje del sistema dunar activo ocupado por infraestructuras temporales.

■ Factores de gestión y protección

1. Control de paso y estacionamiento de vehículos.
2. Control de acceso, aislamiento, cerramiento.
3. Número de pasarelas de acceso elevadas (por cada 500 m de longitud de dunas).
4. Paneles informativos (número por cada 500 m de longitud de sistema dunar).
5. Protección legislativa.
6. Vigilancia.
7. Control de paso de caballos.
8. Plan de control de la población de conejos.
9. Plan de ordenación de usos que incluye la protección dunar.



4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Una acertada política de conservación debería mantener un cierto nivel de perturbación en primera línea, para ir frenando y fijando sólo las arenas más interiores en las que la colonización vegetal pasará entonces a ser de mayor porte, diversidad y recubrimiento, respetando así toda la gama de situaciones que aportan riqueza al sistema completo. Dicha medida puede complementarse con la adhesión de zonas cuya restauración y/o conservación interesa, a las figuras de Espacio Natural Protegido (ENP) ya existentes. Aquellos casos que hayan sufrido erosión y/o pérdida de cobertera vegetal deben recuperarse siguiendo el siguiente orden:

- Utilizar semillas o plántones locales. Las semillas o esquejes deberán ser tomados del mayor número de padres posible (Montalvo, 1996).
- Seleccionar las especies de plantas a partir del estudio de su distribución en los sistemas dunares de la región, para evitar la alteración de la comunidad al introducir especies no representadas inicialmente en el medio.
- Para la colocación de los plántones en las dunas, debe tenerse en cuenta la distribución que tienen en una zona natural próxima al enclave que se va a revegetar y realizarse de forma irregular o aleatoria para evitar que tenga un aspecto artificial.

Se puede recurrir a la extensión sobre el sustrato arenoso de mantas de material geotextil que fijen la arena impidiendo la erosión por el oleaje, en cuyo

caso deberá completarse la operación con la cubrición de una tabla de arena del mismo entorno para potenciar la colonización vegetal.

Para poner en práctica una adecuada producción de plántones de especies vegetales dunares, aplicando las consideraciones genéticas descritas, es obviamente necesaria una mínima infraestructura. Ésta consistiría en la creación de pequeños viveros repartidos a lo largo de la costa, cuya tarea sería la de producir plántones a partir de plantas dunares locales, para restaurar algunos enclaves determinados. Dado que se trata de tareas destinadas a pequeños enclaves muy definidos, el tamaño del vivero no necesitaría de una gran superficie. La ubicación de los mismos quedaría adyacente a las zonas que se fueran a restaurar, ahorrando costes de traslado. De este modo se facilitarían mucho las tareas de recogida de semillas (o esquejes) de las plantas que se utilizarán para la revegetación. Los beneficios de la existencia de un pequeño vivero próximo a la zona de revegetación están avalados por la experiencia de restauración de las dunas de El Saler (Valencia), llevada a cabo en los viveros municipales de esta localidad, situados en la Devesa de El Saler, próximos a las dunas de esta misma zona (Benavent *et al.*, 2004). Estos viveros aprovechan las máquinas (carretillas todo terreno) que utilizan para el traslado de los plántones sembrados en el vivero, y para llevar a cabo tareas adicionales de retirada de la invasora *Carpobrotus edulis*.



5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- AUGUSTINUS, P.G.E.F., LAEVEN, M.P., RUWE, J. & DE VRIES, J.B., 1990. Dune Formation and Dune Degradation in the Camargue, France. *Littoral 1990*: 115-119. Marseille: Eurocoast.
- BIRD, E.C.F., 1990. Classification of European Dune Coasts. In: Bakker, Th.W., Jungerius, P.D., & Klijn, J.A. (eds.). *Dunes of the European Coasts. Catena supplement 18*: 15-24.
- BRIQUET, A., 1923. Les dunes littorales. *Annales de Géographie 779* (32): 385-394.
- BOURNERAIS, M. & FOREST, P., 1971. Les grandes traits de la végétation des sables maritimes dans quelques stations de la côte occidentale du Nouveau-Québec. En: Géhu, J.M. (ed.). *La végétation des dunes maritimes*. Vaduz: Cramer. pp 31-52.
- CARTER, R.W.G. & WILSON, P., 1990. The Geomorphological, Ecological and Pedological Development of Coastal Foredues at Magilligan Point, Northern Ireland. In: Nordstrom, K.F., Psuty, N. & Carter, B. (eds.). *Coastal Dunes: Form and Processes*. Chichester: Wiley and Sons. pp 129-157.
- GÉHU, J.M. & TUXEN, R., 1971. Essai de synthèse phytosociologique des dunes atlantiques européennes. En: Géhu, J. M. (ed.). *La végétation des dunes maritimes*. Vaduz: Cramer. pp 61-70.
- GOLDSMITH, V., 1973. Internal Geometry and Origin of Vegetated Coastal Dunes. *Journal of Sedimentary Petrology 43*: 1.128-1.143.
- HESP, P., 1991. Ecological Processes and Plant Adaptations on Coastal Dunes. *Journal of Arid Environments 21*: 165-192.
- LEY, C., GALLEGO, J.B. & VIDAL, C., 2007. *Manual de restauración de dunas costeras*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas. 243 p.
- MERINO, O. & MERINO, Y., 1988. El impacto potencial de la explotación del acuífero Almonte-Marismas en los ecosistemas del área de Doñana. En: *International Symposium on Hydrology of Wetlands in Arid and Semi-arid Zones*. Sevilla: Agencia del Medio Ambiente. p. 123-128.
- PLUIS, J.L.A. & DE WINDER, B., 1990. Natural Stabilization. In: Bakker, Th.W., Jungerius, P.D. & Klijn, J.A. (eds.). *Dunes of the European Coasts*. Cremlingen-Destedt, *Catena, supplement 18*: 195-208.
- RUTIN, J., 1992. Geomorphic Activity of Rabbits on a Coastal Sand Dune, Blink Dunes, the Netherlands. *Earth Surface Processes and Landforms 17*: 85-94.
- VALLEJO, I., 2007. *Caracterización geomorfológica y análisis de la evolución reciente del sistema de dunas activas del Parque Nacional de Doñana (1956-2001)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 468 p.
- WILLETS, B.B., 1989. Physics of Sand Movement in Vegetated Dune Systems. *Proceedings Royal Society of Edinburgh B 96*: 37-49.

ANEXO 1 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE ESPECIES

ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En la tabla A1.1 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 la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; SECEM), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
PLANTAS				
<i>Androcymbium psammophilum</i> Svent.	II, IV Taxon prioritario	Preferencial	Subtipo 4 Obligatoria	Endemismo canario-oriental (Fuerteventura y Lanzarote). Clasificado como VU (vulnerable) en la Lista Roja de la Flora Vasculare de España (VV. AA., 2000). Se encuentra integrado dentro de la asociación <i>Polycarpaeo-Lotetum lancerottensis</i> . De manera secundaria puede crecer en lapillis y cenizas volcánicas.

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas: Reyes-Betancort *et al.*, 2003; Rivas-Martínez *et al.*, 2002.

MAMÍFEROS				
<i>Lutra lutra</i>	—	Preferencial	—	—

Datos aportados por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), según informe realizado en el área norte de la Península Ibérica.

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

Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

Tabla A1.1

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 2130.

ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En la tabla A1.2 se ofrece un listado con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO), pueden considerarse

como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*. En ella se encuentran caracterizados los diferentes taxones en función de su presencia y abundancia en este tipo de hábitat (en el caso de los invertebrados, se ofrecen datos de afinidad en lugar de abundancia).

Tabla A1.2

Taxones que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP y CIBIO), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.

* **Presencia:** Habitual: taxón característico, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstico: entendido como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otros; Exclusivo: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

** **Afinidad** (sólo datos relativos a invertebrados): Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

Taxón	Subtipo ¹	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Ononis ramosissima</i> var. <i>gracilis</i>	Subtipo 1	—	Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	—
<i>Dianthus hyssopifolius</i> subsp. <i>gallicus</i>	Subtipo 1	—	Diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	—

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 1: Subtipo cantábrico centro-oriental

Según dicha sociedad, en este subtipo *Koeleria glauca* o *Helichrysum stoechas* son especies habituales y bien representadas en las dunas cantábricas, sin embargo su distribución es mucho más amplia y en otras zonas se encuentran formando parte de la composición florística de otras comunidades vegetales. No las incorporamos por tanto al grupo de especies características/diagnósticas. *Euphorbia portlandica* es una especie característica del orden *Crucianelletalia maritimae* Sissingh 1974, y por tanto aparece en las dunas grises de los arenales cantábricos y del litoral atlántico ibérico.

Referencias bibliográficas: Lorient, 1975a, 1975b, 1976; Guinea, 1953; Rivas-Martínez, 2002.

<i>Echium gaditanum</i>	Subtipo 2	—	Diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	—
<i>Armeria pungens</i>	Subtipo 2	—	Diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	—
<i>Iberis procumbens</i>	Subtipo 2	—	Diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	—
<i>Alyssum loiseleurii</i> subsp. <i>gallaecicum</i>	Subtipo 2	—	Diagnóstica, exclusiva	Rara	Perenne	—
<i>Artemisia crithmifolia</i>	Subtipo 2	—	Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	—
<i>Scrophularia frutescens</i>	Subtipo 2	—	Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	—

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 2: Subtipo atlántico peninsular

Además de las citadas, existen otras especies que caracterizan las dunas atlánticas pero que también aparecen en otras comunidades de matorrales alejados de la costa como por ejemplo *Seseli tortuosum* (Aedo & Vargas, 2003), *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum* (Martínez-Parras *et al.*, 1985; Peñas *et al.*, 2001). *Euphorbia portlandica* es una especie característica del orden *Crucianelletalia maritimae* Sissingh 1974, y por tanto aparece en las dunas grises de los arenales cantábricos y del litoral atlántico ibérico (Rivas-Martínez, 2002).

<i>Zygophyllum fontanessi</i>	Subtipo 3	—	Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	—
<i>Traganum moquinii</i>	Subtipo 3	—	Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	—
<i>Lotus lancerottensis</i>	Subtipo 3	—	Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	—
<i>Androcybium psammophilum</i>	Subtipo 3	—	Habitual, diagnóstica, exclusiva	Rara	Perenne	—

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 3: Subtipo mediterráneo-atlántico canario

A este tipo de hábitat llegan algunas especies que en España y Europa sólo están presentes en las Islas Canarias, pero que en realidad están mejor representadas en otros tipos de hábitat como saladares y roquedos halófilos costeros. Entre ellas *Zygophyllum fontanessi* (Arco *et al.*, 2006).

Sigue ►

► Continuación Tabla A1.2

Taxón	Subtipo ¹	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
INVERTEBRADOS						
<i>Cheilosia bergenstammi</i> Becker, 1894 ³	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Cheilosia latifrons</i> (Zetterstedt, 1843)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Cheilosia mutabilis</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Cheilosia velutina</i> (Loew, 1840)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Cheilosia vernalis</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Chrysotoxum octomaculatum</i> (Curtis, 1837)	Tipo de hábitat 2130*	Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—
<i>Eumerus sabulorum</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Eumerus strigatus</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas fitófagas	—
<i>Paragus albifrons</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—
<i>Paragus finitimus</i> (Goedlin de Tiefenau, 1971)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—
<i>Paragus haemorrhous</i> (Meiken, 1822)	Tipo de hábitat 2130*	Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—
<i>Paragus tibialis</i> (Fallén, 1817)	Tipo de hábitat 2130*	Muy común: Alpina, Atlántica, Continental, Mediterránea, Norte Europa	—	Preferencial	Larvas depredadoras	—
<i>Stenosis oteroi</i> (Español, 1981)	Tipo de hábitat 2130*	Islas Cíes	—	Especialista	Bajo piedras	Incluido en el Libro Rojo de Invertebrados ¹

Datos aportados por el Centro Iberoamérica de la Biodiversidad (CBIO, Instituto universitario de Investigación, Universidad de Alicante).

¹ Referencias bibliográficas: Verdú & Galante, 2006.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En la tabla A1.3 se ofrece un listado con las especies que, según la información disponible y las aportaciones de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), pueden consi-

derarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*. Se consideran especies típicas a aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un estado 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 de función).

Tabla A1.3

Identificación y evaluación de los taxones que, según la información disponible y las aportaciones de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 2130*.

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

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

Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

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								
<i>Alyssum loiseleurii</i> P. Fourn. subsp. <i>gallaecicum</i> S. Ortiz. ¹	Subtipo atlántico peninsular (2, 4)	Endemismo del NW de España: C, Po	Desconocida	Desconocida	Vulnerable (VU)	—	—	Endemismo restringido a unas pocas localidades
<i>Armeria pungens</i> (Link) Hoffmanns & Link. ²	Subtipo atlántico peninsular (1, 3, 4, 6)	P. Ibérica, Córcega y Cerdeña. España: Ca, H, Po	Desconocida	Desconocida	—	—	—	En ocasiones la especie puede encontrarse en otros ambientes costeros
<i>Artemisia crithmifolia</i> L. ³	Subtipo atlántico peninsular (1, 3, 4, 5, 6)	Costas del Oeste de Europa	Desconocida	Desconocida	—	—	—	—
<i>Dianthus hyssopifolius</i> L. subsp. <i>gallicus</i> (Pers.) M. Lainz & Muñoz Garm. ⁴	Subtipo 1 (1, 2, 4, 5, 6)	Costas atlánticas francesas y del cantábrico oriental. España: Bi, S, SS	Desconocida	Desconocida	—	—	—	—
<i>Ononis ramosissima</i> Desf. var. <i>gracilis</i> Godr. ⁸	Subtipo 1 (1, 2, 4, 5, 6)	W de la región Mediterránea y Canarias. Litoral peninsular. España: Bi, Ca, S	Desconocida	Desconocida	—	—	—	—

La SEBCP reconoce dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2130 (ver tabla A1.2):

Subtipo 1: Subtipo cantábrico centro-oriental

<i>Echium gaditanum</i> Boiss. ⁵	Subtipo 2 (3,4)	S de la Península Ibérica y NW de África. Áreas costeras del Sector gaditano-onubo-algarviense y más raro en arenas y calcarenitas del interior. España: Ca, H, Ma, Se.	Desconocida	Desconocida	Vulnerable (VU)	—	—	Rivas-Martínez <i>et al.</i> (1980) consideraron a la especie como habitual en ciertas zonas nitrificadas incluidas en tipos de hábitat de dunas embrionarias (<i>Cakiletea maritima</i>)
<i>Iberis procumbens</i> Lange. ⁶	Subtipo 2 (1, 2, 4, 5, 6)	Endemismo de las costas atlánticas de la P. Ibérica. España: C, Lu, Po	Desconocida	Desconocida	—	—	—	En el territorio del <i>Iberidetum procumbentis</i> se observan fragmentos de duna gris con coberturas muy variables de la especie

► 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								
<i>Scrophularia frutescens</i> L. ⁹	Subtipo 2 (1, 2, 4, 5, 6)	Península Ibérica, NW de África y dudosa en Sicilia. W de Portugal, W de Galicia y S de Andalucía. España: Al, C, Ca, H, Po (Se).	Desconocida	Desconocida	—	—	—	—

La SEBCP reconoce dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2130* (ver tabla A1.2):

Subtipo 2: Subtipo atlántico peninsular

<i>Lotus lancerottensis</i> Webb & Berthel. ⁷	Subtipo 3 (1, 2, 4, 5, 6)	Costas occidentales del Sahara e islas orientales canarias	Desconocida	Desconocida	—	—	—	<i>Polycarpaeo niveae-Lotetum lancerottensis</i>
<i>Traganum moquinii</i> Webb ex Moq. ¹⁰	Subtipo 3 (1, 4, 5, 6)	Canarias central y oriental	Desconocida	Desconocida	Vulnerable (VU)	—	—	—
<i>Zygophyllum fontanesii</i> Webb et Berth. ¹⁰	Subtipo 3 (3)		NW África, Cabo Verde e Islas Canarias	Desconocida	—	—	—	(Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias: Anexo II).

La SEBCP reconoce dentro del tipo de hábitat de interés comunitario 2130 (ver tabla A1.2):

Subtipo 3: Subtipo mediterráneo-atlántico canario

Referencias bibliográficas:

- ¹ Ortiz & Rodríguez Oubiña, 2006; Pulgar, 2007; Romero, 2007; Valdés-Bermejo & Silva Pando, 1986.
- ² Nieto, 1993; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Merino, 1906; Silva Pando *et al.*, 1987.
- ³ Rivas-Martínez *et al.*, 1987, 2001, 2002; Izco *et al.*, 1993; Valdés Bermejo & Silva Pando, 1986.
- ⁴ Bernal *et al.*, 1990; Loriente, 1974a, 1974b, 1975b, 1996.; Guinea, 1953; Díaz González & Loriente, 1974.
- ⁵ Rivas-Martínez *et al.*, 1980, 2002; Valdés, 2007, 2008.
- ⁶ Guitián & Guitián, 1986; Moreno, 1993; Izco, 1993; Izco *et al.*, 1993; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Valdés Bermejo & Silva Pando, 1986.
- ⁷ Esteve, 1968; Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002; Arco *et al.*, 2006.
- ⁸ Devesa, 2000; Loriente, 1975b.
- ⁹ Ortega Olivencia, (inéd.); Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Izco *et al.*, 1993; Valdés Bermejo & Silva Pando, 1986.
- ¹⁰ Rivas-Martínez *et al.*, 2001, 2002; Arco *et al.*, 2006.

BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- AEDO, C. & VARGAS, P., 2003. *Seseli* L. En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 10. Real Jardín Botánico, CSIC.
- ARCO, M. DEL, WILDPRET, W., PÉREZ, P. L., RODRÍGUEZ, O., ACEBES, J. R., GARCÍA, A., MARTÍN, V. E., REYES, J. A., SALAS, M., BERMEJO, J. A., GONZÁLEZ, R., CABRERA, M. V. & GARCÍA, S., 2006. *Mapa de vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Grafcan.
- BAÑARES, Á., BLANCA, F., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S. (eds.), 2003. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad. Publicaciones del Organismo Autónomo de Parques Naturales.
- BERNAL, M., LAÍN, M. & MUÑOZ GARMENDIA, F., 1990. *Dianthus* L. En: Castroviejo, S. et al. (eds.) *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 2. Real Jardín Botánico, CSIC.
- DEVESA, J. A., 2000. *Ononis* L. En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 2. Real Jardín Botánico, CSIC.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. & LORIENTE, E., 1974. Estudio corológico y fitosociológico del *Medicago marina* L., en el litoral norte de la Península Ibérica. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad de Oviedo* 16: 235-242.
- ESTEVE, F., 1968. Datos para el estudio de las clases *Ammophiletea*, *Juncetea* y *Salicornietea* en las Canarias Orientales. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 7: 303-323.
- GUINEA, E., 1953. *Geografía botánica de Santander*. Santander.
- GUITIÁN, P. & GUITIÁN, J., 1986. Base florística para la protección de las dunas y marismas de Corrubedo (A Coruña, España). *Trabajos Compostelanos de Biología* 13: 139-182.
- IZCO, J., 1993. Dry Coastal Ecosystems of Northern and Northwestern Spain. In: Van der Maarel (ed.). *Ecosystems of the World* 2A: 329-340.
- IZCO, J., GUITIÁN, P. & SANCHEZ, J. M., 1993. Análisis y Clasificación de las comunidades vegetales vivaces de las dunas vivas gallegas. *Revista de la Academia Galega de Ciencias* XII.
- LORIENTE, E., 1974b. *Vegetación y flora de las playas y dunas de la provincia de Santander*. Santander: Institución Cultural de Cantabria.
- LORIENTE, E., 1975. Nueva asociación psammófila para las dunas muertas de la costa santanderina. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 32 (2): 441-452.
- LORIENTE, E., 1995. La flora y la vegetación de las playas y dunas de Ajo, Isla y Quejo. *Botánica Cantabria*, IV: 61-81. Santander: Tantín.
- LORIENTE, E., 1996. La vegetación y la flora del gran arenal de Somo-Loredo. *Botánica Cantabria*, V: 61-81. Santander: Tantín.
- LORIENTE, E., 1974. Datos sobre la flora de la costa de Santander. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 31 (1): 139-153.
- LOSA, M., 1944. Datos para el estudio de la flora gallega. Plantas de las Islas Cíes. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 4 (1): 357-401.
- MARTÍNEZ, J. M., PEINADO, M. & ALCARAZ, F., 1985. Datos sobre la vegetación de Sierra Nevada. *Lazaroa* 7: 515-533.
- MERINO, B., 1906. *Flora de Galicia*, II. Santiago de Compostela: Tipografía galaica.
- MORENO, M., 1993. *Iberis* L. En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 4. Real Jardín Botánico, CSIC.
- NIETO, G., 1993. *Armeria* Willd. En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 3. Real Jardín Botánico, CSIC.
- ORTEGA, O., (inédito). *Scrophularia* (borrador). En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 13. Real Jardín Botánico, CSIC.
- ORTIZ, S. & RODRÍGUEZ, J., 2005. Caracterización taxonómica das poboacións galegas de *Alyssum Ioiseleuri* P. Fourn (Brassicaceae). *Nova Acta Científica Compostelana* (Biología), 14: 51-56.
- PEÑAS, J., CABELLO, J., VALLE, F. & MOTA, J. F., 2001. Comunidades vegetales rupícolas y subrupícolas del sudeste ibérico (Sierra de Los Filabres). *Lazaroa* 22: 95-107.
- PULGAR, Í., 2007. *Guía da flora do Parque Natural Complexo dunar de Corrubedo e lagoas de Carregal e Vixán*. 2ª edición. Xunta de Galicia.

- REYES-BETANCORT, J.A., GONZÁLEZ, R., LEÓN, M.C. & PÉREZ DE PAZ, P. L., 2003. *Androcymbium psammophilum* Svent. En: Bañares, A. et al. (eds.) *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Taxones Prioritarios*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza. p. 877.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S, FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSA, M. & PENAS, A., 2001. Syn-taxonomical Checklist of Vascular Plant Communities of Spain & Portugal to Association Level. *Itinera Geobotanica* 14: 15–341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2002. High Syntaxa of Spain and Portugal and Their Characteristic Species. In: Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. Vascular Plant Communities of Spain & Portugal. *Itinera Geobotanica* 15: 434–922.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., COSTA, M., CASTROVIEJO, S. & VALDÉS-BERMEJO, E., 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazaroa* 2: 5-189.
- ROMERO, M.I., 2007. La Flora vascular amenazada de Galicia. Catalogación y protección de las especies. *Naturalia cantabricae* 3: 15-22.
- SILVA, F.J., RODRÍGUEZ GRACIA, V., GARCÍA MARTÍNEZ, X.R. & VALDÉS BERMEJO, E., 1987. Aportaciones a la Flora de Galicia, II. *Boletín da Sociedade Broteriana* serie 2 60: 29-68.
- SPEIGHT, M.C.D. & CASTELLA, E., 2006. StN Database: Content and Glossary of Terms, Ferrara, 2006. In: Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.P. & C. Monteil, C. (eds.). *Syrph the Net, the Database of European Syrphidae*, volumen 52. Syrph the Net. p. 77.
- SPEIGHT, M.C.D., C. MONTEIL, E. CASTELLA & SARTHOU, J.P., 2008. En: Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.P. & C. Monteil (eds.). Syrph the Net on CD, Issue 6. *The Catabase of European Syrphidae*. Syrph the Net Publication. ISSN 1649-1917.
- VALDÉS, E. & SILVA PANDO, F.J., 1986. *Vegetación del istmo de La Lanzada*. Pontevedra: Diputación Provincial de Pontevedra.
- VALDÉS, B., 2007. Notas sobre el género *Echium* L. *Lagascalia* 27: 53-71.
- VALDÉS, B., (inédito). *Echium* L. En: Castroviejo, S. et al. (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* 21. Real Jardín Botánico, CSIC.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E., (eds.), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad. Colección Técnica.
- VV.AA., 2000. Lista Roja de Flora Vasculare Española (valoración según categorías de la UICN). *Conservación vegetal* 6 (extra): 11-38.

ANEXO 2

INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. INTRODUCCIÓN

En general este tipo de hábitat comprende dunas estabilizadas, fijas o terciarias que también se denominan dunas grises. Se extienden sobre las costas arenosas del litoral atlántico, desde el Cantábrico hasta Cádiz, y en las Canarias.

Los principales factores que afectan a la morfología de los sistemas dunares son la influencia marina, los vientos, el tipo de vegetación, las características del sedimento y, por supuesto, la influencia humana (Williams *et al.*, 2001). En principio, los suelos de las dunas son arenosos, pobres en nutrientes, con escasa estructura, lo que facilita el transporte de las partículas de arena por el viento, y con baja capacidad de retener agua útil para las plantas. Todo esto genera un medio hostil para la implantación de la vegetación, a lo que hay que sumar el efecto del viento sobre las partes aéreas de las plantas debido a la abrasión que pueden provocarles las partículas de arena transportadas en suspensión y, adicionalmente en sistemas dunares costeros, el efecto de la maresía (gotas de agua salada transportadas por el viento). En función de la intensidad con la que actúen todos estos factores, los sistemas dunares van a presentar diferentes microambientes que serán colonizados por un tipo u otro de vegetación adaptada a las condiciones particulares del medio.

Así, las dunas más cercanas a las playas estarán más expuestas a los vientos marinos, sufriendo con más intensidad el efecto de la maresía y presentando un sustrato más inestable, por lo que constituyen los cordones de dunas móviles. En ellas, la cubierta vegetal suele ser escasa y está adaptada a la intensidad del viento y a la movilidad del suelo. Son especies de crecimiento rastrero, con hojas pequeñas y endurecidas para protegerse del efecto del viento y de la maresía, y/o especies que han desarrollado largos sistemas radiculares, especialmente adaptados a sujetarse a un medio inestable y a obtener agua de los horizontes más profundos y húmedos del suelo.

Conforme aumenta la distancia a la costa las dunas se van haciendo más estables debido a una menor fuerza del viento y a la acumulación de arena gracias al efecto barrera que ejercen las plantas. Aparece todo un mosaico de micrositios en los que las condiciones varían de forma importante en pocos metros: las laderas orientadas a barlovento (que reciben directamente la fuerza de los vientos), las crestas, las partes altas medias y bajas de las laderas orientadas a sotavento (protegidas de los vientos) y las depresiones interdunares.

2. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

Los Arenosoles son suelos desarrollados a partir de sustratos no consolidados de textura fuertemente arenosa. Aunque pueden encontrarse localizados en muy diversas áreas en función de características geomorfológicas, litológicas o climáticas peculiares, son característicos de las zonas arenosas litorales.

Aunque es necesario diferenciar un Arenosol de un sustrato arenoso sin presencia de rasgos o procesos edáficos, este tipo de suelo se forma sobre dunas con distinto grado de estabilización en los que se percibe un incipiente epipedón como consecuencia de los aportes de materia orgánica procedentes de la vegetación herbácea y leñosa.

El perfil de los suelos característicos de las dunas grises muestra una secuencia simple de horizontes, de tipo A-C, sin otros horizontes de diagnóstico más que un ócrico superficial.

3. RIESGOS DE DEGRADACIÓN

Los tipos de hábitat de dunas se encuentran entre los más vulnerables debido a la facilidad con que los suelos se pueden alterar al estar formados sobre materiales no consolidados. A esto se une que los sistemas dunares suelen encontrarse en áreas de notable atractivo turístico como son los alrededores de las

playas, lo que contribuye de forma importante a su degradación a causa del paso continuado de las personas y los animales que puedan llevar con ellas. Es común encontrar avisos sobre la fragilidad de las dunas y de su vegetación en los accesos a muchas playas, pero también es habitual que muchas personas atraviesen las dunas o busquen sus enclaves menos accesibles y solitarios para descansar.

3.1. Riesgos de degradación física

La compactación debida al pisoteo y la remoción de la arena, a causa del paso de personas y animales, son dos de los riesgos de degradación física más importantes. A eso hay que añadir la destrucción de las propias dunas para sacar arena y utilizarla como sustrato para cultivos u otros fines.

Otro aspecto importante a considerar es que la eliminación de la cubierta vegetal puede alterar profundamente el ecosistema, al desaparecer el efecto de fijación que ejercen las plantas, lo que facilita el movimiento y transporte de la arena. En ese caso, las dunas podrían regenerarse colocando captadores de arena que permitan la acumulación de ésta. No obstante, hay que ser cuidadoso con el manejo de los captadores y utilizarlos únicamente en el caso en que sea preciso, ya que de otra manera podrían alterarse las condiciones de otros tipos de hábitat como pueden ser los propios de las dunas móviles.

Algunos efectos de la degradación física son:

- Pérdida de la estabilidad estructural.
- Compactación.
- Erosión eólica como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal.
- Erosión hídrica como consecuencia de la concentración del flujo superficial en puntos concretos del microrrelieve sin protección. Aunque la tasa de infiltración es generalmente alta, la existencia de microáreas con cierto grado de hidrofobicidad o la erosión lateral por pequeñas corrientes efímeras pueden potenciar los procesos de pérdida de material.

3.2. Riesgos de degradación química

En general, no existen grandes riesgos de degradación química de los suelos dunares. Sin embargo,

como consecuencia de características geomorfológicas o climáticas locales es posible la aparición de algunos de los siguientes procesos:

- Gleyficación, como consecuencia de la existencia de capas de agua cercanas a la superficie en diversos puntos de la morfología dunar e interdunar.
- Pérdida de nutrientes, como consecuencia del lavado vertical.
- Pérdida de materia orgánica, como consecuencia de la desaparición de cobertura vegetal.
- Acidificación.
- Salinización.

3.3. Otros riesgos

- Movilización de la duna.

4. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

En la actualidad, la información disponible acerca de los suelos de los sistemas dunares es muy reducida y además es posible que los métodos tradicionales de análisis edafológicos, en los que el suelo es analizado por horizontes, no permitan diferenciar las propiedades de los suelos de los diferentes sistemas de dunas (blancas, grises etc.). Así, por ejemplo, Sánchez (1995) estudiando diferentes comunidades dunares sólo encuentra diferencias significativas para la comunidad de *Carici-Juncetum acute* (ver apartado anterior). En este caso concreto, y teniendo presente que se trata de un sustrato sobre el cual apenas se han iniciado los procesos edafogénicos, los estudios deberían diferenciar entre las propiedades de la rizosfera (suelo adherido a la raíz) y las del suelo no rizosférico.

Por otra parte, como consecuencia de los cambios temporales que se pueden llegar a producir en este tipo de medios (por ejemplo, efecto de las tormentas, los vientos, etc.) parece recomendable que el seguimiento de las variables que se proponen debiera realizarse al menos estacionalmente. Por otra parte, también se debería realizar un estudio integrado de las diferentes franjas de vegetación dunar para poder definir las variables que contribuyen a la zonación.

Trabajos previos realizados en zonas dunares del litoral europeo (Lammerts & Grootjans, 1997; Lam-

merts *et al.*, 1999), y tras ensayos de larga duración (ochenta años) en los que se adicionó al suelo diferentes combinaciones de N, P y K, han puesto de manifiesto la existencia de una co-limitación para el desarrollo vegetal del N y P que es especialmente importante durante las primeras fases de la colonización. La eutrofización del suelo conlleva también a su acidificación y a un incremento de la materia orgánica, pudiendo hacer más asimilables algunos nutrientes (por ejemplo, fósforo). En base a este conocimiento, las variables que se proponen analizar son:

- Granulometría.
- Compactación. Esta variable puede ser de especial interés para determinar el efecto del pisoteo.
- pH en agua y KCl (0,1M). Como medida de la acidez del suelo.
- Conductividad eléctrica. Como medida de la salinidad.
- Contenido de carbonatos: Como medida de la capacidad neutralizante.
- Porcentaje de saturación de agua. Como medida de la hidromorfía y disponibilidad de agua para la planta.
- Profundidad de la capa freática. Como medida de la hidromorfía.
- C orgánico. Como medida de la materia orgánica del suelo.
- N total y NH_4^+ cambiante. Como medida de la reserva y biodisponibilidad de nitrógeno.
- P total y asimilable (P-Olsen). Como media de la reserva y biodisponibilidad de fósforo.
- K total y cambiante. Como media de la reserva y biodisponibilidad de potasio.

4.1. Protocolo para determinar el estado de conservación y nutricional del suelo

En cada estación/zona de estudio se debería determinar el estado ecológico del tipo de hábitat ana-

lizando para ello los factores biológicos y físico-químicos recogidos en la presente ficha. A esta información, se le debería de añadir la derivada del suelo, lo cual podría permitir establecer una relación causa-efecto entre las variables del suelo y el grado de conservación del tipo de hábitat. El protocolo a seguir es:

En cada estación o zona se deberían establecer como mínimo tres parcelas de unos 5×15 m y en cada una de ellas, establecer tres puntos de toma de muestra de suelo. El seguimiento debería hacerse mensual o estacionalmente. Las muestras de suelo se deberían de tomar de la siguiente manera:

- **Suelo rizosférico:** con extremo cuidado se debe extraer el sistema radicular de *Ammophila arenaria* y limpiar las partículas adheridas a las raíces.
- **Suelo no rizosférico:** se recomienda tomar una muestra de la parte superficial (0-5 cm) y de la parte más profunda (5-10 cm).

El peso de la muestras debería de ser de unos 200 g para el suelo no rizosférico y de unos 30-50 g para el rizosférico.

5. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSERVACIÓN

- Control de incendios.
- Recuperación de la cubierta herbácea original y estabilización del sistema dunar.
- Frenar el proceso de degradación sufrido por la vegetación herbácea como consecuencia de la acción abrasiva de los vientos.
- Eliminar construcciones y otros elementos artificiales, como bordillos, caminos asfaltados, paseo marítimo, etc.
- Desviar la fuerte presión turística y humana hacia otras zonas menos sensibles.

6. FOTOGRAFÍAS



Fotografía A2.1

Vista del borde transicional del área dunar con vegetación herbácea hacia depresiones interdunares (Huelva).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LAMMERTS, E. J. & GROOTJANS, A.P., 1997. Nutrient Deficiency in Dune Slack Pioneer Vegetation: a review. *J. of Coastal Conservation* 3: 87-94.
- LAMMERTS, E.J., PEGTEL, D.M., GROOTJANS, A.P. & VAN DER VEEN, A., 1999. 1997. Nutrient Deficiency in Dune Slack Pioneer Vegetation: A Review. *J. of Coastal Conservation* 10: 111-122.
- SOIL TAXONOMY, 1999. *A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. 2nd Edition. Washington, DC: US Dep. Agricult. Nat. Res. Cons. Serv. Agriculture Handbook n° 436.
- WILLIAMS, A.T., ALVEIRINHO-DIAS, J., GARCÍA NOVO, F., GARCÍA MORA, M.R., CURRO, R. & PEREIRA, A., 2001. Integrated Coastal Dune Management: Checklist. *Continental Shelf Research* 21: 1937-1960.
- WRB, 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos n° 103. Roma: FAO.

