



1330

PASTIZALES SALINOS ATLÁNTICOS
(*GLAUCO-PUCCINELLIETALIA*
***MARITIMAE*)**

AUTOR

José Luis Espinar

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).

Autor: José L. Espinar¹.

Revisor: José Prenda Marín².

¹Southeast Environmental Research Center, Florida International University, ²Univ. de Huelva.

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.

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general) y M^a Inmaculada Romero Buján (coordinadora regional y colaboradora-autora).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Xosé Luis Otero Pérez.

Fotografía de portada: Tomás E. Díaz González.

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:

ESPINAR, J. L., 2009. 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*). 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. 52 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. Descripción	7
1.3. Problemas de interpretación	8
1.4. Esquema sintaxonómico	8
1.5. Distribución geográfica	8
2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	13
2.1. Factores biofísicos de control	13
2.1.1. Factores abióticos	13
2.1.2. Factores bióticos	14
2.2. Subtipos	17
2.3. Exigencias ecológicas	17
2.4. Taxones de los anexos II, IV y V	17
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	19
3.1. Determinación y seguimiento de la superficie ocupada	19
3.2. Identificación y evaluación de las especies típicas	19
3.3. Evaluación de la estructura y funciones	19
3.3.1. Factores, variables y/o índices	19
3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y funciones	22
3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y funciones	22
3.4. Evaluación de las perspectivas de futuro	22
3.5. Evaluación del conjunto del estado de conservación	23
4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN	25
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	27
5.1. Bienes y servicios	27
5.2. Líneas prioritarias de investigación	27
6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	29
Anexo 1: Información complementaria sobre especies	31
Anexo 2: Información edafológica complementaria	34



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

1330. Pastizales salinos atlánticos
(*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

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

1330 Pastizales salinos atlánticos
(*Glauco-Puccinellietalia maritimae*).

1.2. DESCRIPCIÓN

Comunidades vegetales que colonizan áreas costeras del litoral cantábrico peninsular, abarcando desde zonas con influencia mareal, que limitan con formaciones de *Spartina* spp., hasta áreas más elevadas con importantes aportes de aguas no salinas de estuarios o marismas. Se asientan sobre sustratos formados por depósitos sedimentarios recientes, de arcillas o arenas, con fuertes aportes continentales, pudiendo estar asociados a cauces fluviales, que originan condiciones de salinidad variables. Están constituidas por formaciones herbáceas compuestas por especies anuales y perennes que forman praderas de fisonomía variable. En unos casos son juncuales densos de mediana altura (*Juncus maritimus*, *Juncus gerardi*, *Carex* spp. y *Eleocharis* spp.) que están frecuentemente acompañados por un segundo estrato herbáceo compuestos por pastizales de gramíneas y otras especies tolerantes a la salinidad como *Plantago maritima*, *Frankenia laevis*, *Lytrum salicaria*, *Artemisia maritima*, *Triglochin maritima*, *Aster tripolium*.

La composición de este pastizal variará en función de la salinidad y régimen de inundación, y constituye un elemento que aporta una gran riqueza florística y parte importante de la productividad de este tipo de hábitat. En otros casos pueda estar constituido por especies rizomatosas (*Festuca* spp., *Paspalum vaginatum*, *Parapholis* spp., *Puccinellia* spp. o *Agrostis stolonifera*) de pequeño porte que forman praderas densas. Pueden estar compuestos por formaciones de vegetación dominadas por especies halófilas crasas como *Halimione portulacoides* que pueden alcanzar una elevada productividad. Este tipo de hábitat está frecuentemente sometido a usos tradicionales como el pastoreo y constituyen un importante elemento paisajístico del litoral cantábrico.

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

Pastizales salinos atlánticos (Mar Báltico, Mar del Norte, Canal de la Mancha, y costas atlánticas)..

Relación con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Habitat Classification 2004
A 2.5 Coastal saltmarshes and saline reedbeds
Palaeartic Habitat Classification 1996
15.3 Boreo-nemoral coastal salt meadows

1.3. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

El principal problema es la escasa información disponible sobre este tipo de hábitat en España.

1.4. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre Científico
1330	133030	<i>Glauco maritimae-Juncion maritimi</i> Géhu & Géhu-Franck 1984
1330	133031	<i>Agrostio stoloniferae-Juncetum maritimi</i> Izco, P. Guitián & J.M. Sánchez 1993
1330	133032	<i>Junco maritimi-Caricetum extensae</i> Géhu 1976

Tabla 1.1
Clasificación del tipo de hábitat 1330.
Datos del Atlas y Manual de los Hábitat de España (inédito).

1.5 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

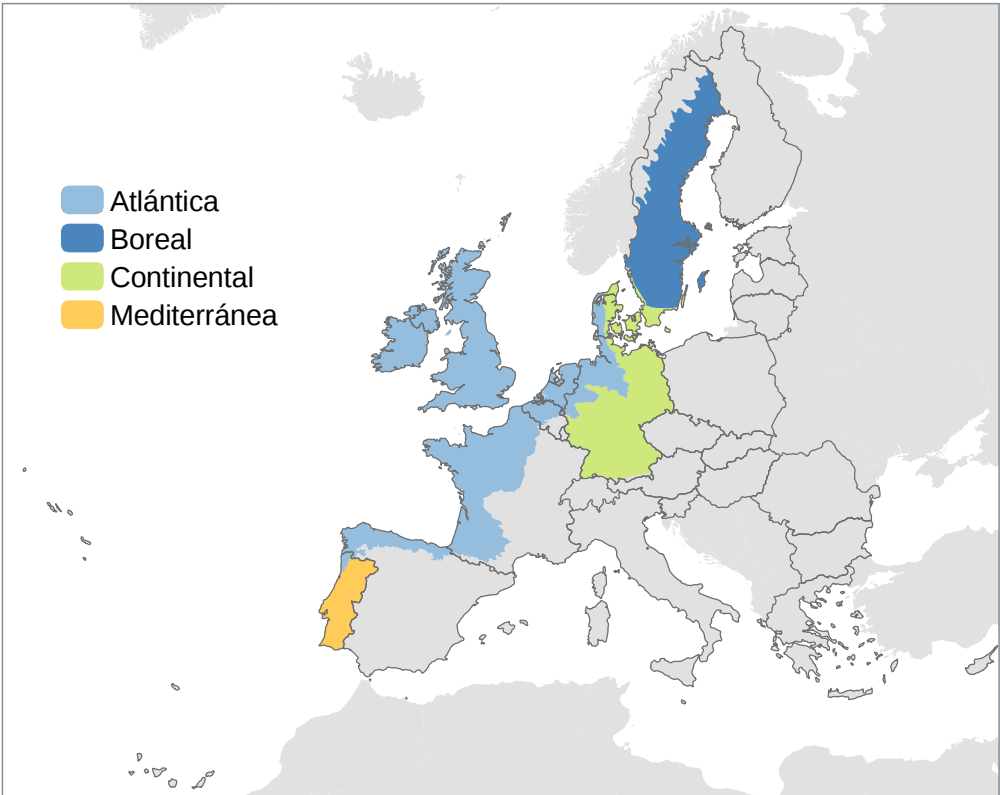


Figura 1.1
Mapa de distribución del tipo de hábitat 1330 por regiones biogeográficas en la Unión Europea.
Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.



Figura 1.2
Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 1330.
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	2.240,81	1.681,94	75,06
Macaronésica			
Mediterránea			
TOTAL	2.240,81	1.681,94	75,06

Tabla 1.2
Superficie ocupada por el tipo de hábitat 1330 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 1.3
Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 1330.
Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Región biogeográfica	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina					
Atlántica	15	18	5	2	2.109,60
Macaronésica					
Mediterránea					
TOTAL	15	18	5	2	2.109,60

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 1.3
Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 1330, 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.

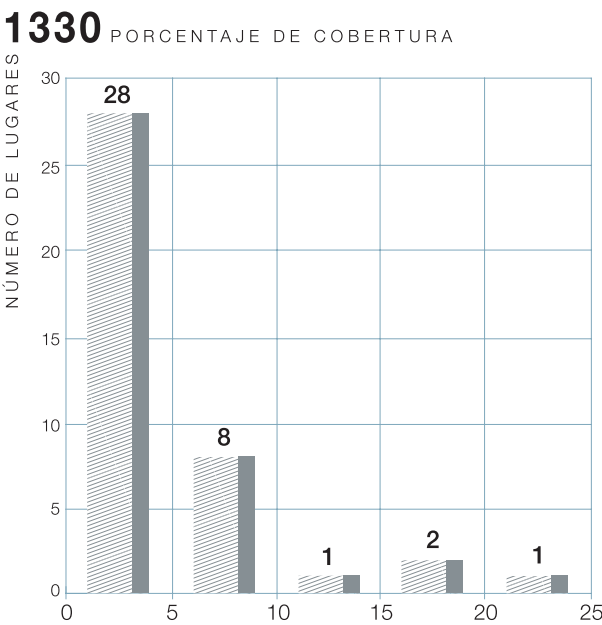


Figura 1.4
Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 1330 en LIC.
La variable *porcentaje de cobertura* expresa la superficie que ocupa un tipo de hábitat con respecto a la superficie total de un determinado LIC

		ALP	ATL	MED	MAC
Asturias	Sup.		7,51%		
	LIC		15,78%		
Cantabria	Sup.		10,26%		
	LIC		18,42%		
Galicia	Sup.		79,32%		
	LIC		50%		
País Vasco	Sup.		2,89%		
	LIC		15,78%		

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.

Tabla 1.4
Distribución del tipo de hábitat 1330 en España por comunidades autónomas en cada región biogeográficas y comunidades autónomas.



2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

La presencia de este tipo de hábitat en España se limita a las costas de Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco. La información referente a los factores biofísicos de control de este tipo de hábitat en nuestras costas es muy escasa, con la excepción de algunos trabajos fitosociológicos (ver referencias en Izco *et al.*, 1992). El tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) ha sido tratado en otras latitudes, sobre todo en trabajos relacionados con el efecto de herbívoros sobre las comunidades vegetales, el ciclo de nutrientes, el banco de semillas, la zonación y diversos aspectos relacionados con la restauración de marismas en las costas atlánticas de Europa, Mar del Norte y Mar Báltico. Sin embargo, conviene considerar que las condiciones climáticas que afectan a este tipo de hábitat en nuestro territorio son menos extremas que en otras áreas de Europa. La Península Ibérica presenta temperaturas más suaves, más horas de radiación solar y sus costas están raramente expuestas a precipitaciones en forma de nieve. Esto se manifiesta en una composición florística que presenta muchos componentes con clara influencia de la flora mediterránea (para una completa lista de especies, ver inventarios de flora en Izco *et al.*, 1992). Por tanto conviene aclarar que, desde el punto de vista biogeográfico, las costas españolas (y portuguesas) representarían el límite más meridional de distribución de este tipo de hábitat.

Considerando algunos de los trabajos relacionados con el tipo de hábitat 1330 en otras latitudes, así como trabajos realizados en hábitat similares es posible delimitar varios factores biofísicos de control:

2.1.1. Factores abióticos

En líneas generales, la salinidad y las condiciones de oxido-reducción del sedimento (ambos directamente relacionados con la frecuencia y duración de la

inundación) son los factores tradicionalmente reconocidos como responsables de la zonación de comunidades vegetales en tipos de hábitat costeros. En el caso del tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*), las abundantes precipitaciones propias de climas termo-atlánticos hacen que los valores de salinidad no sean tan extremos como en los hábitat de clima mediterráneo.

Sánchez *et al.* (1998) estudiaron la zonación de marismas costeras del noreste de España determinando que *Halimione portulacoides* dominaba en suelos de salinidad media y suelos fuertemente oxidados; *Juncus maritimus* dominaba en suelos más reducidos y, cuando las condiciones de reducción del suelo aumentaban, *Spartina maritima* y *Scirpus maritimus* eran las especies dominantes.

a) Pendiente de la zona intermareal

El tipo de hábitat 1330 se localiza en una posición topográfica superior a las praderas de *Spartina* spp. (tipo de hábitat 1320 Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimae*)) pudiendo estar en contacto con formaciones de matorral halófilo (tipo de hábitat 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*)). Por su posición fisiográfica pueden estar sometidos a influencia mareal variable. La pendiente de la zona litoral sobre la que se asienta puede modificar la intensidad de las perturbaciones físicas sobre las poblaciones por exposición al oleaje, condicionar la dinámica de inundación y acumulación de restos vegetales flotantes, determinar la dinámica de sedimentación en las poblaciones ya establecidas, así como delimitar el espacio físico sobre el que se asientan.

b) Salinidad

La salinidad constituye un elemento de control de la productividad y la zonación en tipos de hábitat salinos tanto continentales como costeros.

Izco *et al.* (1992) recogen inventarios de flora de este tipo de hábitat en las costas de Galicia, indicando la presencia de taxones con una variada tolerancia a la salinidad. *Juncus maritimus* puede dominar en ciertas situaciones, sustituyendo a esta especie, *Halimione portulacoides* en áreas con salinidad mas elevada y *Juncus gerardi* en áreas de menor salinidad. Los autores indican que en áreas frecuentemente encharcadas con aguas salobres es frecuente la presencia de praderas densas y pequeño porte de *Paspalum vaginatum* acompañada por *Bacopa monnieri* y *Samolus valerandi*.

En otras ocasiones *Juncus maritimus* puede estar acompañado por *Agrostis stolonifera*, ocupando depresiones inter-dunares o situaciones de marisma alta con elevada influencia de aguas estancadas no salinas o ligeramente salobres, pudiendo presentar diversas especies de helófitos como *Scirpus maritimus* y *Phragmites australis*.

En pastizales costeros intensamente pastoreados de las costas alemanas (Schroder, 2002), la salinidad y los niveles de anoxia en el sedimento fueron los factores que mejor explicaron la distribución de las especies

En líneas generales la mayoría de especies presentes en este tipo de hábitat toleran salinidades variables, por lo que muchos de los mecanismos descritos en otros tipos de hábitat salinos son aplicables en este caso: por ejemplo, las interacciones entre especies anuales y perennes en ambientes salinos, la importancia del banco de semillas y los factores que determinan la germinación. Sin embargo, conviene resaltar dos aspectos fundamentales: a) esta comunidad presenta un gran número de especies perennes; b) a diferencia de los tipos de hábitat salinos con influencia mediterránea, las oscilaciones anuales en los valores de salinidad y humedad edáfica son, aquí, menores.

c) Perturbaciones

(Alteraciones hidrológicas y del sustrato)

Todas las modificaciones del tipo de hábitat que cambien la salinidad del suelo y los patrones de inundación y drenaje constituyen un elemento de control que afectará a estas comunidades.

Impactos humanos, como diques asociados a ríos y estuarios, embalses, y la introducción de gran cantidad de herbívoros pueden alterar la productividad, diversidad y patrones de sucesión en comunidades

vegetales asociadas a hábitat litorales (Ibáñez *et al.*, 2002).

Castellanos *et al.* (2000) destacan la importancia de mantener la dinámica natural de drenaje en el mantenimiento de la zonación y los patrones de sucesión en hábitat litorales.

Otros autores argumentan que las alteraciones producidas por las variaciones en las tasas de sedimentación afectan considerablemente a la sucesión de comunidades costeras de este tipo de hábitat (Olf *et al.*, 1997; Leendertse, 1997).

Tessier *et al.* (2002) resaltan el papel que las pequeñas perturbaciones tienen en crear heterogeneidad espacial en poblaciones de especies perennes (*Puccinellia maritima* y *Halimione portulacoides*) que son aprovechadas para el establecimiento de especies anuales como *Suaeda maritima* en tipos de hábitat costeros de la costa atlántica francesa.

2.1.2. Factores bióticos

a) Interacciones biológicas

Las interacciones biológicas entre especies vegetales se pueden clasificar como: (1) interacciones negativas o competencia entre especies, cuando dos especies que comparten los mismos requerimientos ecológicos compiten por recursos, (2) interacciones positivas o facilitación, cuando la presencia de una especie modifica las condiciones ambientales favoreciendo el establecimiento de otras especies. Obviamente competencia y facilitación son dos conceptos estrechamente conectados y su importancia relativa puede variar en función del nivel de estrés producido por variables abióticas (salinidad, inundación, nutrientes, etc.)

La presencia de especies perennes puede crear una enorme heterogeneidad espacial, al modificar considerablemente las condiciones edáficas bajo su cobertura, creando áreas manifestamente diferentes a las áreas sin especies perennes e induciendo diversos procesos de facilitación ecológica (Bertness, 1991; Bertness y Shumway, 1993; Callaway, 1994; Castellanos *et al.*, 1994).

Castellanos *et al.* (1994) y Castillo *et al.* (2000) describen cómo la colonización por parte de especies

de *Spartina* proporciona un ambiente ideal para que se establezcan otras especies anuales pioneras como *Salicornia* spp. o *Halimione* spp.

Se dispone de poca información que cuantifique estos procesos para las especies de este tipo de hábitat, pero podría asumirse que estos procesos ocurren regularmente también en este tipo de hábitat, tal y como se ha constatado en otros tipos de hábitat salinos.

Un aspecto a considerar son las relaciones de competencia que las especies de este tipo de hábitat pueden establecer con especies invasoras, especialmente con especies de *Spartina* spp. (ver Huckle, 2002; Huckle *et al.*, 2000, para un ejemplo de *Spartina anglica* y *Puccinellia maritima*). No se dispone de mucha información al respecto y, con seguridad, es una línea de investigación a desarrollar.

b) Herbívoros

El pastoreo, probablemente, es uno de los factores más importante que afecta a este tipo de hábitat en las costas atlánticas y cantábricas.

Las comunidades vegetales del tipo de hábitat 1330 son frecuentemente sometidas a pastoreo por parte de ganado doméstico. Este factor está propiciado por su localización en áreas costeras, frecuentemente próximas a áreas con agua dulce, así como por presentar componentes (alto régimen de precipitaciones y gran número de especies perennes) que proporcionan una buena fuente de pastos verdes durante todo el año. Estos pastizales, por tanto, pueden ser especialmente productivos; Benito & Onaindia (1991) estimaron una biomasa de 1.267 g m^{-2} para poblaciones de *Halimione portulacoides* en marismas cantábricas, así como valores de productividad neta anual de 952 g m^{-2} .

Los trabajos relacionados con los efectos que diversos herbívoros producen en este tipo de hábitat han sido tratados por diversos autores, principalmente en las costas atlánticas europeas. Por ejemplo, los pastizales costeros de *Festuca rubra* son frecuentemente consumidos por ánsares y barnaclas, pudiendo provocar la pérdida de la cobertura vegetal que ocasiona variaciones importantes en la salinidad del suelo y en la temperatura y produciendo calvas en la

vegetación que resultan difíciles de recuperar (Kotanen, 2005).

Festuca rubra, *Puccinellia maritima*, *Plantago maritima* son consumidas por ánsares y barnaclas (Olff *et al.*, 1997). El pastoreo por ovejas determina la dominancia y composición de comunidades de pastizales induciendo la dominancia de *Puccinellia maritima* sobre *Festuca rubra*, *Halimione portulacoides* y *Aster tripolium* (Kiehl, 1996). Las poblaciones de *Puccinellia maritima* y *Triglochin maritimum* son intensamente consumidas por ánsares y barnaclas en costas europeas (Rowcliffe *et al.*, 1998).

En pastizales costeros de las costas alemanas (Schroder, 2002), la intensidad del pastoreo afectó a la composición de las comunidades y la ausencia de éste no disminuyó la diversidad de especies. En áreas no pastoreadas dominadas por *Juncus gerardi* la abundancia y riqueza en especies del banco de semillas es mayor que en áreas pastoreadas (Erkkila, 1998). En otros casos el pastoreo moderado producido por ovejas en comunidades dominadas por *Festuca rubra* crea patrones espaciales en forma de mosaico caracterizado por las diferencias de altura del pasto en zonas pastoreadas y no pastoreada (Berg *et al.*, 1997). El pastoreo por parte de ungulados terrestres tiene una gran influencia en las poblaciones de *Salicornia europaea* y sus relaciones competitivas con otras especies como *Puccinellia maritima*, *Suaeda maritima* o *Halimione portulacoides* (Tessier *et al.*, 2002).

c) Banco de semillas

En general, el banco de semillas de especies anuales en tipos de hábitat salinos se comporta como una reserva potencial de todas las especies presentes en el área; en cada situación se producen “ventanas de germinación” que permitirán el establecimiento de unas u otras especies dependiendo de sus requerimientos, principalmente, de condiciones de salinidad y humedad edáfica (ver Noe & Zedler, 2000; Noe & Zedler, 2001; Noe, 2002).

En comunidades compuestas por pastizales salinos se han detectado pocas similitudes entre las especies presentes en la vegetación en un determinado momento y la composición del banco de semillas. Este aspecto resulta característico de pastizales dominados por especies anuales donde, a partir de un

banco de semillas rico en especies, se establecen estacionalmente unas u otras especies dependiendo de las condiciones ambientales (Marañón, 1998; Egan & Ungar, 2000). Todo un conjunto de estrategias producen que la germinación y el establecimiento de las plántulas se produzcan en situaciones de baja salinidad y elevada humedad edáfica, condiciones que asegurarán el éxito reproductivo y el aporte de semillas al suelo que garantizará el mantenimiento de las poblaciones en el área.

El tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) no es esperable que presente unas condiciones tan extremas como los tipos de hábitat mediterráneos. Además, su flora presenta un gran número de especies perennes. En este sentido, puede que la dinámica del banco de semillas sea ligeramente diferente, pero no se dispone de mucha información.

d) Germinación

En relación a la influencia de la salinidad durante la germinación, los patrones detectados son similares a otras especies de tipos de hábitat salinos: la germinación puede producirse a salinidades elevadas, pero su velocidad se reduce al aumentar ésta; las condiciones hipersalinas llegan a inhibir la germinación, pero sin que exista una pérdida de viabilidad en las semillas.

Hanslin & Eggen (2005) determinaron que la germinación decae considerablemente a salinidades entre 200 y 400 mM de NaCl para las especies más tolerantes a la salinidad, como *Plantago maritima*, *Juncus gerardi*, *Artemisia vulgaris*, *Agrostis* spp. y *Rumex* spp. Sólo *Agrostis stolonifera* y *Artemisia vulgaris* germinaron a valores de 400 mM. Las semillas de especies que no germinaron en salinidades elevadas conservaron su viabilidad e, incluso, germinaron más rápidamente al ser transferidas a medios no salinos. Por tanto, se trata de un patrón de germinación muy común en plantas tolerantes a la salinidad.

e) Dispersión

Wolters (2005) indica que la dispersión de propágulos sexuales de muchas de las especies de este tipo de hábitat (principalmente propágulos de *Aster tripolium*, *Limonium vulgare*, *Puccinellia* spp., *Spergularia media*, *Suaeda maritima* y otros que son dispersados mediante flotación) tienen un componente eminentemente local, por lo que la disponibilidad de propágulos procedentes de poblaciones vecinas tendrá un gran importancia en la recuperación de áreas alteradas o restauradas.

Las aves migratorias podrían desempeñar un importante papel en la dispersión de semillas a largas distancias, aunque no se dispone de datos cuantitativos para las especies de este tipo de hábitat.

f) Especies invasoras

Las costas cantábricas presentan, desde hace tiempo, especies invasoras muy agresivas como *S. alterniflora* (Benito & Onaindia, 1991; Campos *et al.*, 2004) o *Baccharis halimifolia*, sin que existan datos cuantitativos de cómo la presencia de estas y otras especies puede afectar a las comunidades vegetales que constituyen el tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*).

En tipos de hábitat salinos extremos, las condiciones ambientales limitan el número de especies invasoras que pueden competir con las nativas. En tipos de hábitat muy salinos, Pino *et al.* (2006) no encontraron diferencias en el número de especies invasoras y la cobertura entre sitios alterados y no alterados, mientras que en sistemas de menor salinidad la presencia, cobertura y porcentaje de especies invasoras era mayor en los sitios alterados. En el caso del tipo de hábitat 1330, con gran influencia de aguas no salinas, el número de especies invasoras podría ser potencialmente mayor.

2.2. SUBTIPOS

No existen trabajos que proporcionen datos de composición florística combinados con datos ambientales que puedan utilizarse como base para determinar subtipos de este tipo de hábitat en las costas del norte de España. Podríamos tomar como punto de partida una aproximación fitosociológica elaborada por Izco *et al.* (1992), pero la ausencia de una cuantificación de las variables ambientales hace esta aproximación insuficiente.

2.3. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

No se dispone de datos que pudieran tomarse como referencia para delimitar las exigencias ecológicas de este tipo de hábitat en las costas del norte de España. En general, podríamos tomar como referencia trabajos europeos, pero habría que tener en cuenta que: (1) las costas del norte peninsular constituyen el área de distribución más septentrional de este tipo de hábitat en Europa, por lo que podrían estar presentes muchos componentes de floras mediterráneas, (2) las condiciones climáticas son más suaves, con temperaturas menos extremas en invierno y casi ausencia de nieve o hielo en las costas.

Por tanto, de manera muy general, podemos establecer:

a) Valores fisiográficos

Ambientes muy fluctuantes, constituidos por depósitos sedimentarios finos o muy finos asociados a la dinámica litoral. Éstos, a menudo, constituyen la parte superior de taludes de pendiente variable sometidos a influencia mareal diaria. También pueden estar formados por depósitos de granulometría variable (arena y arcillas) asociados, por ejemplo, a barras arenosas litorales y/con importantes aportes de sedimentos fluviales.

b) Valores climáticos

Variables climáticas asociadas a masas de agua marinas atlánticas que presentan un régimen de temperaturas típico del clima atlántico.

c) Valores litológicos

Este tipo de hábitat tiene una gran dependencia de procesos relacionados con la erosión y la sedimentación, sobre todo, asociada a cuencas fluviales con importantes aportes de sedimentos.

d) Valores edafológicos

Por definir.

e) Valores hidrológicos

Pueden estar directamente relacionados con los valores hidrológicos asociados a las mareas y sus oscilaciones diarias o asociados a la dinámica del estuario. Las aguas fluviales no salinas pueden ejercer una importante influencia en este tipo de hábitat.

2.4. TAXONES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

Ninguno de los taxones citados en los anexos presenta una afinidad característica de este tipo de hábitat diferente a otros ecosistemas salinos litorales.

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado de las especies características y diagnósticas aportado por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP) y la Asociación Herpetológica Española (AHE).



3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SUPERFICIE OCUPADA

La información disponible procede del formulario red Natura 2000, del *Primer Inventario Nacional de Hábitat y del Atlas de los Hábitat de España*.

Se detecta un aumento considerable en la superficie ocupada hasta la última versión del formulario normalizado de datos de la red Natura 2000 (enero de 2006) debido, seguramente, a un mejor conocimiento de la distribución real de este hábitat en España.

El empleo de métodos de teledetección para determinar la superficie ocupada por este tipo de hábitat constituye una herramienta muy útil para poder valorar cambios a lo largo del tiempo. A una mayor escala sería más útil el uso de ortofotos (por ejemplo, escala 1:10.000).

A la hora de realizar la determinación de la superficie ocupada por este tipo de hábitat, distinguimos lo siguiente:

a) El escenario temporal inicial para evaluar el cambio en el área de distribución

Como punto de partida podemos establecer el *Atlas de los Hábitat de España*.

b) Obtener un área de distribución favorable de referencia

No se dispone de la información necesaria para proporcionar los criterios que determinen una superficie favorable de referencia.

c) Área de distribución real (actual)

La información recogida en el apartado de “Presentación General” de la presente ficha parece recoger de forma bastante exacta el área de distribución actual del tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glaucopuccinellietalia maritimae*).

d) Superficie favorable de referencia

Se proponen todas las localidades en las que este tipo de hábitat esta presente en España.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En base a la escasa información disponible sobre este tipo de hábitat en España, se hace difícil definir especies típicas y mucho más evaluar su situación.

Como punto de partida se pueden establecer los trabajos de Izco *et al.* (1992) y Sánchez *et al.* (1998), proponiéndose las siguientes especies típicas:

- *Juncus maritimus*
- *Juncus gerardi*
- *Limonium serotinum*
- *Triglochin maritima*
- *Aster tripolium*
- *Paspalum vaginatum*
- *Agrostis stolonifera*
- *Halimione portulacoides*
- *Festuca rubra*
- *Puccinellia maritima*

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 FUNCIONES.

3.3.1. Factores, variables y/o índices

a) Variable 1: Área potencial de desplazamiento

Cuantificación de las construcciones en primera línea de pleamar. Presencia de estructura que eviten el desplazamiento de la banda litoral que ocupan los pastizales salinos atlánticos ante un eventual incremento del nivel del mar.

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.
Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: porcentaje de la superficie total de la población que presenta construcciones en primera línea de pleamar.

Procedimiento de medición: teledetección.

Tipología de “Estados de conservación”: 0%: favorable, <50%: desfavorable-inadecuado, >50%: desfavorable-malo.

Las condiciones de referencia han de ser definidas con más detalle pero, en general, variarán dependiendo de la pendiente de la zona litoral y de la presencia de especies invasoras de *Spartina* spp. que puedan competir con las especies nativas del tipo de hábitat 1330.

b) Variable 2: Dinámica hidrológica

Presencia de diques, espigones, dragados y/o alteraciones de la dinámica litoral. Presencia de estructuras que modifiquen la dinámica de drenaje de aguas fluviales o la intrusión de aguas marinas, pudiendo afectar a la dinámica de sedimentación/erosión o a los niveles de salinidad.

Tipo de variable (estructural/funcional): funcional.
Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: por definir.

Procedimiento de medición: teledetección.

Tipología de “Estados de Conservación”: por definir

Las condiciones de referencia han de ser definidas, pero, en general, un estado de conservación óptimo sería el de aquellas localidades sin estructuras que alteren la hidrología local.

c) Variable 3: Cloacas y/o vertidos industriales. Aportes de áridos

Presencia de vertidos en las proximidades de los tipos de hábitat.

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.
Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: Ppr definir.

Procedimiento de medición: teledetección y evaluación sobre el terreno.

Tipología de “Estados de conservación”: por definir.

Las condiciones de referencia han de ser definidas en base a la Directiva Marco del Agua (DMA) y a los requerimientos de las especies.

d) Variable 4: Monitorización de nutrientes en el suelo (fósforo y nitrógeno)

De especial interés es contar con series temporales para evaluar el grado de eutrofización del hábitat, así como su evolución y el posible efecto tanto de alteraciones antrópicas directas como de aquellas producidas por el ganado doméstico en el uso del hábitat.

Tipo de variable (estructural/funcional): funcional.
Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: concentraciones totales de P y N en suelos y su disponibilidad (p.p.m. o % peso seco).

Procedimiento de medición: muestreo directo. Toma de muestras de suelos/sedimentos. Protocolos para la cuantificación de nutrientes en suelos y/o sedimentos (Golterman, 2004).

Tipología de “Estados de conservación”: a determinar en base al estudio de localidades de referencia.

e) Variable 5: Grado de alteración física del suelo

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.

Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria, muy importante en sustratos arcillosos.

Propuesta de métrica: valoración del porcentaje del suelo que presenta alteración directa como pisoteo de ganado o tránsito de vehículos a motor.

Procedimiento de medición: muestro directo. Uso de cuadrantes para estimar el nivel de alteración y su persistencia en el tiempo.

Tipología del “Estados de conservación”: se considerará un estado de conservación óptimo cuando

las áreas no presenten alteración del sustrato por pisoteo de ganado o tránsito de vehículos. Se podrían determinar situaciones intermedias en base al estudio de localidades de referencia.

f) Variable 6: Cobertura-Densidad de la población

La cobertura y/o densidad de la población puede ser una buena estima de su productividad y su estado de conservación.

Tipo de variable (estructural/funcional): funcional.

Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: cobertura-densidad.

Procedimiento de medición: teledetección, fotografías aéreas. Uso de índices (por ejemplo: NDVI, ver Goward et al., 1991; Gu et al., 2007; Weier y Herring, 2007)

Tipología de “Estados de conservación”: estos criterios han de ser definidos para el tipo de hábitat 1330 en base al estudio de localidades de referencia.

g) Variable 7: Presencia de especies invasoras

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.

Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: Por definir.

Procedimiento de medición: teledetección. Muestreos directos. Especialmente destinados a detectar la presencia de especies de *Spartina* spp. que puedan desplazar a las especies nativas del tipo de hábitat 1330.

Tipología de “Estados de conservación”: estos criterios han de ser definidos en base al estudio de localidades de referencia y a partir de la determinación de los efectos perjudiciales que las distintas especies invasoras puedan tener en este tipo de hábitat.

h) Variable 8: Presencia de especies típicas y/o de interés para la conservación

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.

Aplicabilidad: obligatoria.

Propuesta de métrica: cobertura-densidad.

Procedimiento de medición: fotografías aéreas.

Muestreo directo. Uso de transectos.

Tipología de “Estados de conservación”: es recomendable realizar un estudio detallado de las especies típicas para cada tipo de hábitat. Se pueden tomar como referencia las especies propuestas en este documento. Además, sería conveniente constatar la presencia de aquellas especies de *Limonium* spp. de interés para la conservación.

i) Variable 9: Estructura de la comunidad

Existe una gran variedad de índices para evaluar la estructura de una comunidad; tales combinaciones serán válidas mientras se basen en los dos parámetros principales: la riqueza de especies y su equitatividad (Magurran, 1991).

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.

Aplicabilidad (obligatoria/recomendada): obligatoria.

Propuesta de métrica: índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), índice de riqueza de especies (S), e índice de equitatividad de Pielou.

Procedimiento de medición: muestreo de poblaciones y cálculo de índices. Procedimiento de muestreo directo. Uso de cuadrantes (0,5 m x 0,5 m).

Tipología de “Estados de conservación”: no se dispone de valores de referencia; éstos deberán ser calculados para este tipo de hábitat en base al estudio de localidades de referencia.

j) Variable 10: Banco de semillas (diversidad potencial de especies)

La determinación de la diversidad potencial de especies mediante el banco de semillas es una cuantificación muy laboriosa.

Tipo de variable (estructural/funcional): estructural.

Aplicabilidad: recomendada.

Propuesta de métrica: índices de diversidad (ver apartado anterior).

Procedimiento de medición: muestreo directo. Toma de muestras de suelo y uso de protocolos de análisis del banco de semillas.

Tipología de “Estados de conservación”: similar a la variable anterior. En general, un banco de semillas más diverso y abundante indica un mejor estado de conservación. Obviamente se han de establecer los umbrales en base al estudio de ecosistemas de referencia y a la importancia relativa de los mecanismos de reproducción sexual en las especies que constituyen el tipo de hábitat 1330.

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

Al igual que otros tipos de hábitat salinos no se dispone de mucha información. Es necesario el estudio de localidades de referencia para poder establecer los valores umbrales de las variables propuestas que permitan determinar el estado de conservación del tipo de hábitat.

Para la mayoría de las variables propuestas en el apartado anterior no se conocen los valores que han de considerarse como óptimos para garantizar su conservación.

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

Seguimiento intensivo:

- a) Caracterización inicial. Determinación del estado de conservación en base al estudio de las variables propuestas en el apartado anterior.
- b) Seguimiento del estado de conservación con una frecuencia, al menos, anual.

Se proponen las siguientes localidades: Marismas de Santoña, Victoria y Joyel. Código ES1300007.

Seguimiento de baja intensidad:

- a) Caracterización inicial. Determinación del estado de conservación en base al estudio de las variables propuestas en el apartado anterior.
- b) Seguimiento de baja intensidad (al menos, cada 5 años).

Se proponen todas las localidades donde se ha constatado la presencia de este tipo de hábitat en España (*Atlas de los Hábitat de España*).

3.4. EVALUACIÓN DE LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

No se dispone de la información cuantitativa necesaria que permita evaluar las perspectivas de futuro de este tipo de hábitat.

3.5. EVALUACIÓN DEL CONJUNTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

A modo indicativo se propone la siguiente tabla:

Variable	Estado de conservación		
	Favorable	Desfavorable -inadecuado-	Desfavorable -malo-
Cambio dinámica inundación	Sin cambios		Cambios manifiestos
Área potencial de desplazamiento	Sin estructuras en límite superior de marea que impidan el desplazamiento de poblaciones		Con estructuras en límite superior de marea que impidan el desplazamiento de poblaciones
Especies invasoras y/o híbridos	Sin especies invasoras		Presencia de especies invasoras
Dinámica litoral	Sin diques, espigones, dragados o estructuras que puedan alterar la dinámica de drenaje		Con diques, espigones o estructuras que puedan alterar la dinámica de drenaje
Cobertura densidad	Elevada cobertura-densidad		Baja cobertura-densidad
Cloacas-Vertidos /Aportes de áridos y/o residuos	Ausencia		Presencia de vertidos de aguas residuales, de aportes de áridos y/o residuos
Aporte de nutrientes/ uso ganadero	Sin aportes nutrientes/sin ganado Sin signos de eutrofización		Aporte nutrientes/ presencia de ganado. Eutrofización
Alteración del suelo	Sin alteración del suelo		Alteración manifiesta

Tabla 3.1

Criterios para la valoración del estado de conservación del tipo de hábitat de interés comunitario 1330.



4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Las principales recomendaciones para la conservación de este tipo de hábitat coinciden con las propuestas para otros tipos de hábitat salinos litorales:

- Evitar el depósito de áridos y vertidos de residuos, tanto directamente a las localidades como en áreas de su cuenca próximas a éstas.
 - Evitar las construcciones en el litoral. La presencia de estructuras (edificios, paseos marítimos, puertos deportivos y espigones) que pudieran dificultar el desplazamiento de las poblaciones de las especies del tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) en previsión de la elevación del nivel del mar. Por tanto, la protección de zonas en el límite superior que actualmente ocupa este tipo de hábitat es fundamental para asegurar su conservación a largo plazo.
 - Evitar, en la medida de lo posible, la alteración de la dinámica fluvial-litoral (diques, espigones, dragados) que puedan modificar la dinámica de sedimentación-erosión, así como modificar la salinidad por variaciones en la proporción de los aportes de aguas fluviales frente a aguas marinas.
- Cualquier alteración de la dinámica de inundación o del drenaje incidirá sobre las relaciones de competencia y los patrones de zonación de especies típicas, así como sobre los patrones de reclutamiento de especies anuales a partir del banco de semillas.
- Evitar el pastoreo y la carga ganadera excesiva. En particular en suelos arcillosos, el pisoteo excesivo y el aumento de nutrientes puede producir daños importantes a este tipo de hábitat.
 - Evaluar los riesgos potenciales derivados de la presencia de especies invasoras. Especial atención requiere la presencia de especies invasoras e híbridos de *Spartina* spp. debido a que, potencialmente, pueden ocupar el espacio que normalmente ocupa el tipo de hábitat 1330.
 - Conservar la superficie que ocupan y evitar la fragmentación de las poblaciones existentes.
 - Desarrollar programas de difusión y concienciación social sobre el valor de este tipo de hábitat y su importancia ecológica, funcional y paisajística.



5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1. BIENES Y SERVICIOS

En general, deben considerarse todos los valores asociados a humedales, estuarios, lagunas litorales y a ecosistemas costeros.

5.2. LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN

- En primer lugar, debe obtenerse más información cuantitativa sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales con el objetivo de definir mejor los subtipos.
- En general, existe un conocimiento muy escaso de las variables que determinan la estructura y función del tipo de hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) (por ejemplo, amplitud de los gradientes, interacciones múltiples entre variables, influencia relativa de cada variable y su variación a lo largo de gradientes). Gran parte de los conocimientos que han permitido elaborar esta caracterización ecológica preliminar del tipo de hábitat 1330 se basan en estudios de ecosistemas situados en otras latitudes, principalmente en las costas atlánticas de Europa.
- Es necesario el estudio de este tipo de hábitat en las localidades españolas (ya que éste alcanza su distribución europea más meridional en las costas peninsulares) para establecer los valores de referencia de las variables propuestas con objeto de determinar su estado de conservación, así como establecer las bases para su seguimiento temporal. Es necesario, a su vez, desarrollar líneas de trabajo que permitan definir y delimitar posibles subtipos.
- Se requiere evaluar cómo la presencia de especies invasoras puede modificar los mecanismos de control biológico (facilitación y competencia) y sucesión en este tipo de hábitat y sus relaciones con tipos de hábitat colindantes (1320 Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimae*), 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*) y 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*)).
- Determinar las causas que condicionan que unas comunidades sean más susceptibles a ser invadidas por especies invasoras y la capacidad de las especies nativas para “resistir” estas invasiones.



6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- BENITO, I., ONAINDIA M., 1991. Biomass and Aboveground Production of 4 Angiosperms in Cantabrian (N. Spain) Salt Marshes. *Vegetatio* 96: 165-175.
- BERG, G., ESSELINK, P., GROENEWEG, M., KIEHL, K., 1997. Micropatterns in Festuca Rubra-Dominated Salt-Marsh Vegetation Induced by Sheep Grazing. *Plant Ecology* 132: 1-14.
- BERTNESS, M.D., 1991. Interspecific Interactions Among High Marsh Perennials in a New England Salt Marsh. *Ecology* 72: 125-137.
- BERTNESS, M.D. & SHUMWAY, S.W., 1993. Competition and Facilitation in Marsh Plants. *American Naturalist* 142: 718-724.
- CALLAWAY, R.M., 1994 Facilitative and Interfering Effects of *Arthrocnemum subterminale* on Winter Annuals. *Ecology* 75: 681-686.
- CASTELLANOS, ELOY M., NIEVA, F. JAVIER J., CASTILLO, JESÚS M., LUQUE, CARLOS J. & FIGUEROA, M. ENRIQUE., 2000. Successional and Competitive Mechanisms During Early Succession in a Tidal Salt-Marsh. *Proceedings IAVS Symposium*. pp 67-70.
- CASTELLANOS, E.M., FIGUEROA, M.E. & DAVY, A.J., 1994. Nucleation and Facilitation in Saltmarsh Succession: Interactions Between *Spartina maritima* and *Arthrocnemum perenne*. *Journal of Ecology* 82: 239-248.
- CASTILLO, J.M., FERZANDEZ-BACO, L., CASTELLANOS, E.M., LUQUE, C.J., FIGUEROA, M.E. & DAVY, A.J., 2000. Lower Limits of *Spartina densiflora* and *S. maritima* in a Mediterranean Salt Marsh Determined by Different Ecophysiological Tolerances. *Journal of Ecology* 88: 801-812.
- EGAN, T.P. & UNGAR, I.A., 2000. Similarity Between Seed Bank and Aboveground Vegetation Along a Salinity Gradient. *Journal of Vegetation Science* 11: 189-194.
- ERKKILA, H.M.J.B. 1998. Effect of Different Treatments on the Seed Bank of Grazed and Ungrazed Baltic Seashore Meadows. *Canadian Journal of Botany* 76: 1.188-1.197.
- GOLTERMAN, H.L., 2004. The Chemistry of Phosphate and Nitrogen Compounds in Sediments. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. 251 p.
- GOWARD, S.N., MARKHAM, B., DYE, D.G., DULANEY, W. & YANG, J., 1991 Normalized Difference Vegetation Index Measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer. *Remote Sensing of the Environment* 35: 257-277.
- GU, Y.X., BROWN, J.F., VERDIN, J.P. & WARDLOW, B., 2007. A Five-Year Analysis of MODIS NDVI and NDWI for Grassland Drought Assessment Over the Central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters* 34, article L06407.
- HANSLIN, H.M. & EGGEN, T., 2005. Salinity Tolerance During Germination of Seashore Halophytes and Salt-Tolerant Grass Cultivars. *Seed Science Research*: 43-50.
- HUCKLE, J.M., POTTER J.A, MARRS, R.H., 2000. Influence of Environmental Factors on the Growth and Interactions Between Salt Marsh Plants: Effects of Salinity, Sediment and Waterlogging. *Journal of Ecology* 88: 492-505.
- HUCKLE, J.M, MARRS, R.H, POTTER, J.A., 2002. Interspecific and Intraspecific Interactions Between Salt Marsh Plants: Integrating the Effects of Environmental Factors and Density on Plant Performance. *OIKOS* 96: 307-319.
- IBÁÑEZ, C., DAY, J.W. & PONT, D., 2002. Primary Production and Decomposition of Wetlands of the Rhone Delta, France: Interactive Impacts of Human Modifications and Relative Sea Level Rise. *Journal of Coastal Research* 15: 717-731.
- IZCO, J., GUITIÁN, P. & SANCHEZ, J.M., 1992 La marisma superior cantabro-atlántica meridional: estudio de las comunidades de *Juncus maritimus* y de *Elymus pycnanthus*. *Lazaroa* 13: 149-169.
- KIEHL K, EISCHEID I, GETTNER S, & WALTER J., 1996. Impact of Different Sheep Grazing Intensities on Salt Marsh Vegetation in Northern Germany *Journal of Vegetation Science* 7: 99-106.

- KOTANEN, O.P.C., ABRAHAM, K.F., 2005. Survival and Growth of the Forage Grass *Festuca Rubra* in Naturally and Artificially Devegetated Sites in a Sub-Arctic Coastal Marsh. *Ecoscience* 12: 279-285.
- LEENDERTSE, P.C., ROOZEN, A.J.M., ROZEMA, J., 1997. Long-Term Changes (1953-1990) in the Salt Marsh Vegetation at the Boschplaat on Terschelling in Relation to Sedimentation and Flooding. *Vegetation* 132: 49-58.
- MAGURRAN, A.E., 1991. *Ecological Diversity and its Measurement*. London: Chapman & Hall.
- MARAÑÓN, T., 1998. Soil Seed Bank and Community Dynamics in an Annual Dominated Mediterranean Salt-Marshes. *Journal of Vegetation Science* 9:3 71-378.
- NOE, G.B. 2002. Temporal Variability Matters: Effects of Constant vs. Varying Moisture and Salinity on Germination 72: 427-443.
- NOE, G.B. & ZEDLER, J.B., 2001 Spatio-Temporal Variation of Salt Marsh Seedling Establishment in Relation to the Abiotic and Biotic Environment. *Journal of Vegetation Science* 12: 61-74.
- NOE, G.B. & ZEDLER, J.B., 2000. Differential Effects of Four Abiotic Factors on the Germination of Salt Marsh Annuals. *American Journal of Botany* 87: 1.679-1.692.
- OLFF, H., DE LEEUW, J., BAKKER, J.P., PLATERINK, R.J., VAN WIJNEN H.J., DE MUNCK, W., 1997. Vegetation Succession and Herbivory in a Salt Marsh: Changes Induced by Sea Level Rise and Silt Deposition Along an Elevational Gradient. *Journal of Ecology* 85: 799-814.
- PINO, J., SEGUÍ, J.M. & ALVAREZ, N., 2006. Invasibility of Four Plant Communities in the Llobregat Delta (Catalonia, NE of Spain) in Relation to Their Historical Stability. *Hydrobiologia* 570: 257-263.
- ROWCLIFFE, J.M., WATKINSON, A.R. & SUTHERLAND, W.J., 1998. Aggregative Responses of Brent Geese on Salt Marsh and Their Impact on Plant Community Dynamics. *Oecologia* 114: 417-426.
- SANCHEZ, J.M., OTERO, X.L. & IZCO J., 1998. Relationships Between Vegetation and Environmental Characteristics in a Salt-Marsh System on the Coast of Northwest Spain. *Plant Ecology* 136: 1-8.
- SCHRODER, H.K., KIEHL, K., STOCK, M., 2002. Directional and Non-Directional Vegetation Changes in a Temperate Salt Marsh in Relation to Biotic and Abiotic Factors. *Applied Vegetation Science* 5: 33-44.
- TESSIER, M., GLOAGUEN, J.C., BOUCHARD, V., 2002. The Role of Spatio-Temporal Heterogeneity in the Establishment and Maintenance of *Suaeda maritima* in Salt Marshes. *Journal of Vegetation Science* 13: 115-122.
- TESSIER, M., GLOAGUEN J.C. & LEFEUVRE, J.C., 2000. Factors Affecting the Population Dynamics of *Suaeda maritima* at Initial Stages of Development. *Plant Ecology* 147: 193-203.
- UNGAR I.A. & WOODDELL S.R.J., 1996. Similarity of Seed Banks to Aboveground Vegetation in Grazed and Ungrazed Salt Marsh Communities on the Gower Peninsula, South Wales. *International Journal of Plant Sciences* 157: 746-749
- WEIER, J. & HERRING, D., 2007. *Measuring Vegetation* (NDVI and EVI). <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/> (consultado enero 2008).
- WOLTERS M., GARBUTT A., BAKKER J.P., 2005. Plant Colonization After Managed Realignment: the Relative Importance of Diaspore Dispersal. *Journal of Applied Ecology* 42: 770-777.



ANEXO 1

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE ESPECIES

ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En la tabla A1.1 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP y AHE), pueden considerarse

como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*). 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 (SEBCP y AHE), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 1330.

* **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.
Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.
NOTA: 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	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Puccinellia maritima</i>			Habitual, Diagnóstica	Dominante		
<i>Halimione portulacoides</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Triglochin maritima</i>			Habitual	Moderada		
<i>Plantago maritima</i>			Habitual	Moderada		
<i>Limonium vulgare</i>			Habitual	Moderada		
<i>Limonium humile</i>			Habitual	Moderada		
<i>Aster tripolium</i>			Habitual	Escasa		
<i>Matricaria maritima</i>			Habitual	Moderada		
<i>Frankenia laevis</i>			Habitual	Moderada		
<i>Carex extensa</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Juncus gerardi</i>			Habitual	Moderada		
<i>Parapholis strigosa</i>			Habitual	Escasa		
<i>Glaux maritima</i>			Habitual	Moderada		
<i>Spergularia marina</i>			Habitual	Moderada		
<i>Apium graveolens</i>			Habitual	Escasa		

► Continuación Tabla A1.1

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Agrostis stolonifera</i>			Habitual	Moderada		
<i>Festuca rubra</i>			Habitual	Moderada		
<i>Atriplex prostrata</i>			Habitual	Moderada		
<i>Elymus pycnanthus</i>			Habitual, Diagnóstica	Muy abundante		

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

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES						
<i>Chalcides striatus</i>			Habitual	Moderada		
<i>Podarcis bocagei</i>			Habitual	Rara		

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

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En la tabla A1.2 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés

comunitario 1330. 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 funcional).

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>Puccinellia maritima</i> (Hudson) Parl.	Hábitat 1330(1,5,6)	Litoral atlántico	Desconocida	Desconocida				

Tabla A1.2 Identificación y evaluación de los taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 1330.

* 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.
Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.
NOTA: 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.

ANEXO 2. INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Consideraciones previas

Los pastizales salinos atlánticos están constituidos por diferentes comunidades de plantas herbáceas halófitas que conforman la marisma alta y media de la costa cantábrica y atlántica de la Península Ibérica. Son ambientes de baja energía que permite la sedimentación de materiales de textura fina (principalmente limo). Una de las principales variables que controla la distribución de las especies y comunidades de plantas es el grado de influencia mareal al que queda sometido el suelo. En este sentido, la formación de la marisma alta se entiende como un proceso de evolución o sucesión vegetal que comenzaría con los pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimae*) (hábitat 1320). La acreción de sedimento, favorecida por *Spartina*, conlleva una progresiva elevación de la superficie y una reducción de la acción mareal que permite la instalación de los pastizales salinos atlánticos.

A pesar de la menor influencia mareal que existe en la marisma alta respecto a la marisma baja, ésta juega un papel crucial en su configuración vegetal, fundamentalmente como resultado del

efecto sobre la salinidad. Así, por ejemplo, los cálculos realizados para las marismas del Sur de Inglaterra han puesto de manifiesto que cuando la elevación de la marisma es igual a la altura media de las pleamares muertas éstas son cubiertas por más de 400 pleamares al año y el tiempo de inundación es de 2.600 horas; mientras que si la elevación es igual a la altura media de las pleamares vivas, sólo son cubiertas por 50 pleamares y el tiempo de inundación se reduce a 400 horas (calculado a partir de Ranwell, 1972; citado en Long & Mason, 1983).

Otro aspecto que influye en las condiciones redox de los suelos es la posición fisiográfica. En este sentido, hay que destacar que en las marismas, debido a la propia dinámica del litoral (por ejemplo, cambios en las corrientes, etc.), se producen pequeños cambios en el relieve que dan como resultado relieves que afectan sustancialmente al drenaje de la misma durante la bajamar y, por tanto, van a condicionar significativamente el tiempo de encharcamiento y los procesos de oxidación-reducción del suelo. A continuación se describen las principales formas fisiográficas de la marisma alta en base a los trabajos de Chapman (1973) y Long & Mason (1983):

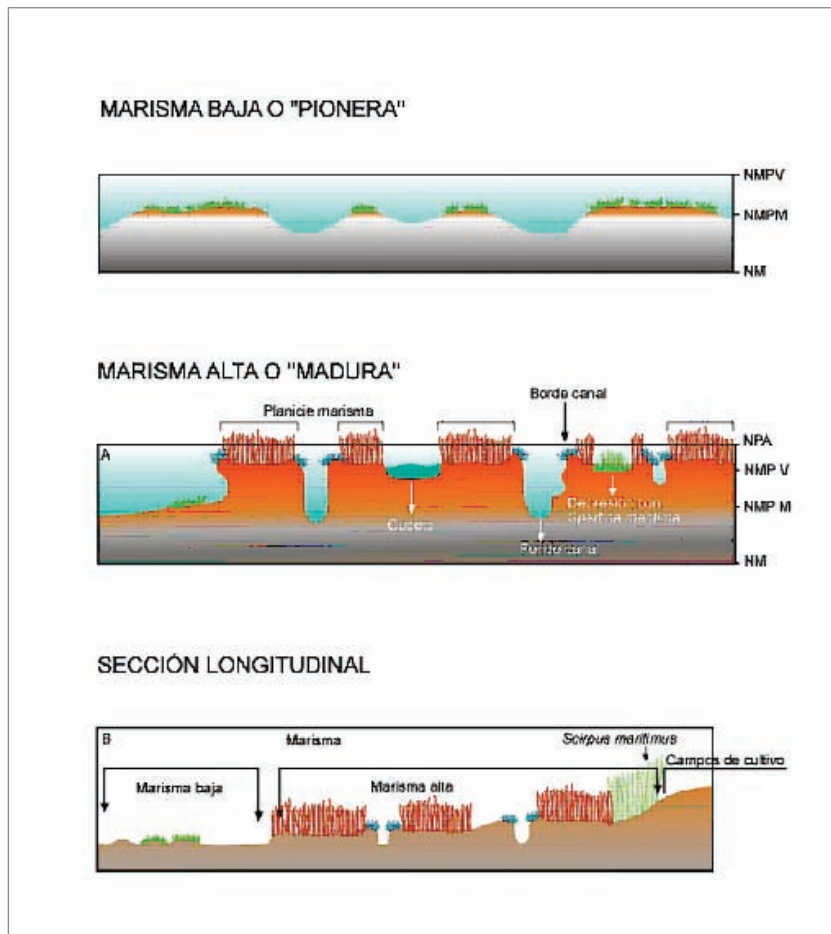


Figura A2.1

Sección longitudinal y transversal de una marisma indicando las diferentes formas fisiográficas y la altura de las diferentes pleamares: NM: nivel medio del mar. NMPM: nivel medio pleamares muertas, NMPV: nivel medio pleamares vivas, NPA: nivel medio de las pleamares astronómicas.

■ Canales o esteros de drenaje mareal

Son uno de los rasgos morfológicos más evidentes de la marisma madura o alta. Se presentan formando un denso reticulado de anchura y profundidad variable. Su formación no está bien establecida y parece que puede estar asociada a la propia dinámica de crecimiento de la marisma, que se ve acelerada por la colonización de las plantas. En las zonas ocupadas por plantas la deposición del sedimento se ve favorecida, incrementando con más rapidez su elevación con respecto a las zonas próximas no colonizadas. Estas últimas son las que acaban convirtiéndose en canales. El flujo y reflujo mareal impide su colonización posterior y permite su permanencia a lo largo del tiempo. No obstante, la red de canales de una marisma se puede alterar con bastante rapidez si la dinámica hidrológica inicial es modificada

(Long & Mason, 1983). Los sedimentos de los canales se encuentran fuertemente reducidos, ya que son los primeros en ser inundados con la pleamar y los últimos en quedar expuestos al aire durante la bajamar.

■ Bordes de canal

Suelen presentarse como ligeras elevaciones respecto al entorno y en las marismas del norte de la Península se caracterizan por estar ocupados por *Halimione portulacoides* (Asociación *Bostrychio scorpioidis-Halimionetum portulacoidis*; Sánchez *et al.*, 1998). Se trata de suelos con un potencial redox más elevado que el resto del entorno (en general $Eh > 350$ mV). Su mayor grado de aireación parece que está relacionado con una mayor conductividad hidráulica que permite un rápido drenaje (Price *et al.*, 1988).

■ Planicie de marisma

Representa la forma que mayor espacio ocupa en la marisma, por ello se divide en planicie alta, media y baja, que lleva asociado un gradiente en las condiciones de salinidad del suelo de manera que la parte superior, con menor influencia mareal, corresponde a un medio salobre, mientras que los suelos de la planicie baja muestran una mayor concentración salina. Asociado a este gradiente se disponen las diferentes comunidades del juncal (*Limonio serotini-Juncetum maritimae* subass. *typicum*, *Limonio serotini-Juncetum maritimi* subass. *juncetosum gerardi*, *Agrostis stolonifera-Juncetum maritimae*, Sánchez *et al.*, 1998) que es la formación vegetal característica de la marisma alta.

■ Cubetas hipersalina

Son depresiones intercaladas en la planicie de la marisma alta que no se encuentran colonizadas por plantas vasculares. Su formación parece que ocurre a través de diferentes procesos. Una de las posibles explicaciones es similar a la comentada para la formación de los canales de drenaje. Inicialmente la superficie de la marisma baja es irregular, de manera que cuando se producen las primeras fases de colonización vegetal las plantas ocupan las zonas más elevadas. Éstas tienden a evitar las pequeñas depresiones que representan un medio más hostil por su prolongado período de inundación. De esta manera, poco a poco, las depresiones quedan inmersas en un entorno colonizado por plantas, que rápidamente incrementa su elevación debido a que la retención y deposición del sedimento es mayor, formándose así las cubetas. Otros autores establecen que las cubetas pueden ser antiguos canales de drenaje que, por derrumbamiento de sus paredes, quedaron aislados (Butler *et al.*, 1981 citado en Long & Mason, 1983). Las cubetas permanecen sin ser colonizadas por la vegetación ya que ofrecen condiciones extremas, debido a la permanente inundación y excesiva salinidad en el período estival.

■ Borde de la marisma alta

Son zonas sometidas a fuertes procesos erosivos en donde la marisma alta es erosionada por las corrientes y marea, dando lugar a escarpes que pueden alcanzar 1-2 m de desnivel.

2. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

2.1. Características generales

Los pastizales salinos se distribuyen en la Península Ibérica sobre todo en el litoral cantábrico y atlántico, colonizando la totalidad de la marisma alta y media. Se trata de una amplia zona del litoral cuya influencia mareal es muy variable, de tal forma que se da un amplio gradiente de salinidad que va desde zonas hipersalinas (por ejemplo, cubetas) hasta zonas en donde domina el carácter dulceacuícola (por ejemplo, borde superior de la marisma, desembocaduras de pequeños regatos, etc.). De igual manera, el grado de aireación del suelo presenta diferencias espaciales notables según la mayor o menor influencia mareal, textura del suelo o posición fisiográfica. La combinación de estos dos factores (salinidad y aireación del suelo) desempeñan un papel primordial en la distribución de las diferentes comunidades y subasociaciones citadas en el anterior apartado. Aspectos más concretos como la disponibilidad de nutrientes (por ejemplo, nitrógeno), también son citados por diferentes autores como la causa que explica la presencia de comunidades nitrófilas como *Inulo-Elymetum pycnanthi*, no obstante este aspecto está todavía por estudiar.

Trabajos previos concluyen que los principales limitantes abióticos que determinan la distribución de las comunidades vegetales en la marisma alta son la salinidad y las condiciones redox del suelo (Snow & Vince, 1984, Bertness, 1991; Sánchez *et al.*, 1998; Otero *et al.*, 1998, Pennings & Callaway, 1992, Pennings & Moore, 2001). El estrés generado por una elevada salinidad y un sustrato anóxico ha sido considerado como la principal causa que condiciona la distribución de las comunidades vegetales en la marisma alta. En el caso de comunidades vegetales de amplia valencia ecológica, lo que se produce es un cambio sustancial en el elenco de especies características de la asociación, originando diferentes subasociaciones. En este sentido, estudios realizados en las marismas gallegas han puesto de manifiesto que la zonación observada en la marisma alta se puede explicar satisfactoriamente combinando la salinidad y los procesos redox (Sánchez *et al.*, 1998). Otros trabajos establecen, además, que en la marisma alta, menos sometidas a la acción de la marea y por tanto con un menor grado de estrés ambiental, la

competencia interespecífica puede también ser un factor importante en la zonación vegetal (Snow & Vince, 1984, Bertness, 1991).

2.2. Caracterización edafológica

Como se comentó anteriormente, bajo la denominación de *pastizales salinos atlánticos* se incluyen una serie de comunidades dominadas por el juncal que ocupan, prácticamente, la totalidad de la marisma alta y media de la costa cantábrica e atlántica española. Por tanto, el sustrato presenta variaciones importantes tanto en su composición como en sus propiedades. En cuanto a su composición la textura puede llegar a oscilar

entre arcillosa a franco arenosa (ver figura A2.2, tabla A2.1), dependiendo en buena medida de la geología del entorno y de la hidrodinámica del sistema. Así, las texturas más finas aparecen en las marismas con un predominio en su cuenca de rocas básicas o ultrabásicas (por ejemplo, ría de Ortigueira); mientras que las texturas más gruesas correspondieron a zonas graníticas y con depósitos arenosos importantes en las proximidades. (por ejemplo, marismas de Caldebarcos). No obstante, en la mayor parte de los casos, el limo suele ser la fracción dominante con valores que oscilan entre el 40-65%, seguido de la arcilla y la arena, lo que le confiere una textura predominante de franco limosa o franco-arcillo- limosa. (ver figura A2.2).

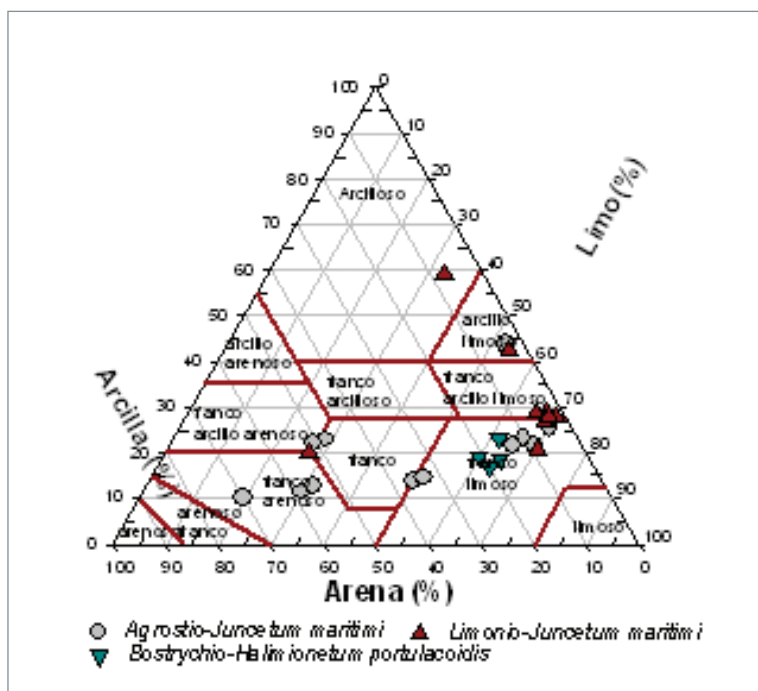


Figura A2.2

Clases texturales incluidas dentro del hábitat 1330 Pastizales salinos atlánticos (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

Otro de los componentes que presenta una amplia variación es el contenido en materia orgánica, la cual puede oscilar entre 7-25% dependiendo, en buena medida, del tipo de comunidad vegetal y de la posición fisiográfica. En general el borde superior de la marisma suele presentar un mayor contenido de carbono orgánico. En esta posición, a la materia

orgánica generada por el propio juncal (habitualmente *Agrostio-Juncetum maritimi* en contacto con *Scirpetum maritimo-compacti*) se le incorporan los residuos que deja el frente de marea.

La salinidad y las condiciones redox también experimentan cambios notables según la posición

en la marisma. La salinidad puede oscilar entre medios salinos (comunidad de *Limonio-juncetum maritimi*), o incluso hipersalinos en el caso de las cubetas, a casi dulceacuícolas en la parte posterior de la marisma (ver por ejemplo, Izco *et al.*, 1992, Sánchez *et al.*, 1998).

Las condiciones redox muestran también una amplia gama de situaciones, pudiendo aparecer desde suelos fuertemente reducidos, habitualmente

asociados a los fondos de canal o pequeñas depresiones colonizadas por *Spartina maritima*, con condiciones anóxicas ya en superficie, a suelos con condiciones óxicas en superficie. No obstante, las condiciones más representativas de este medio son las condiciones subóxicas (Eh-100-300 mV) que corresponden a la zona ocupada por los diferentes tipos de juncal. Sólo en los bordes de los canales se han encontrado condiciones predominantemente óxicas (ver figura A2.3, tabla A2.2).

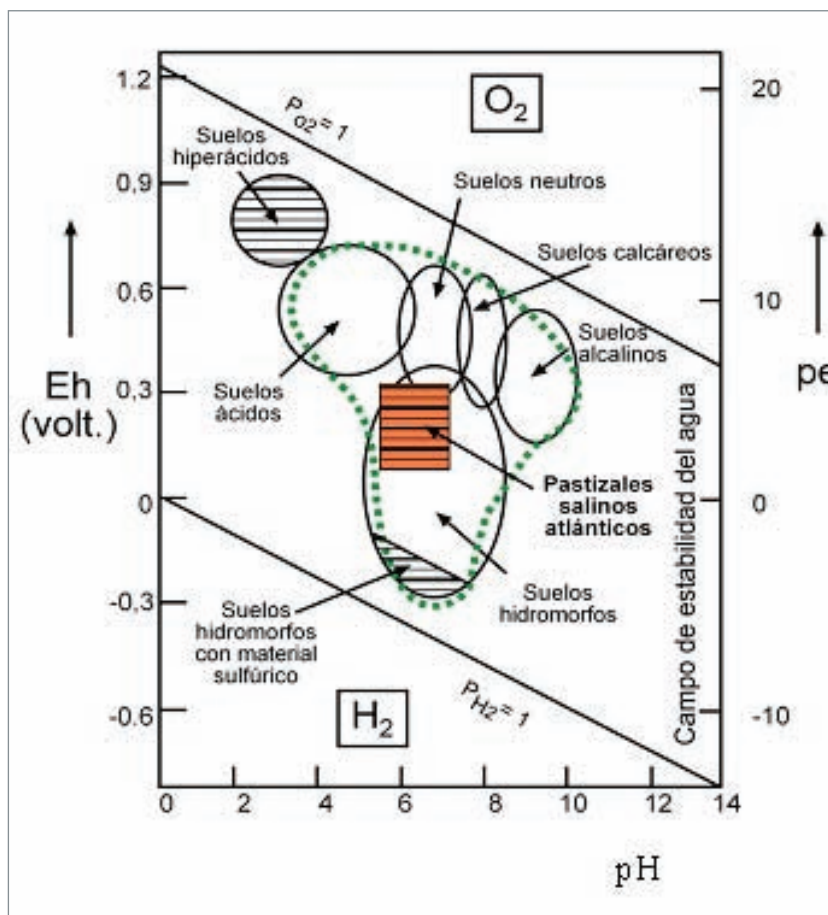


Figura A2.3

Condiciones Eh-pH de los suelos sobre los que se asienta el pastizal salino atlántico. Las condiciones Eh-pH son propias de medios subóxicos en donde se produce la reducción los óxidos e hidróxidos de Fe y Mn pero no se alcanza la reducción del sulfato.

Sánchez *et al.* (1998), después de analizar un número elevado de variables (por ejemplo, altura del agua de inundación, composición química del agua, etc.), encuentran que la salinidad y condi-

ciones redox explican satisfactoriamente la distribución de las comunidades y subasociaciones más representativas de los pastizales salinos atlánticos (ver figura A2.4).

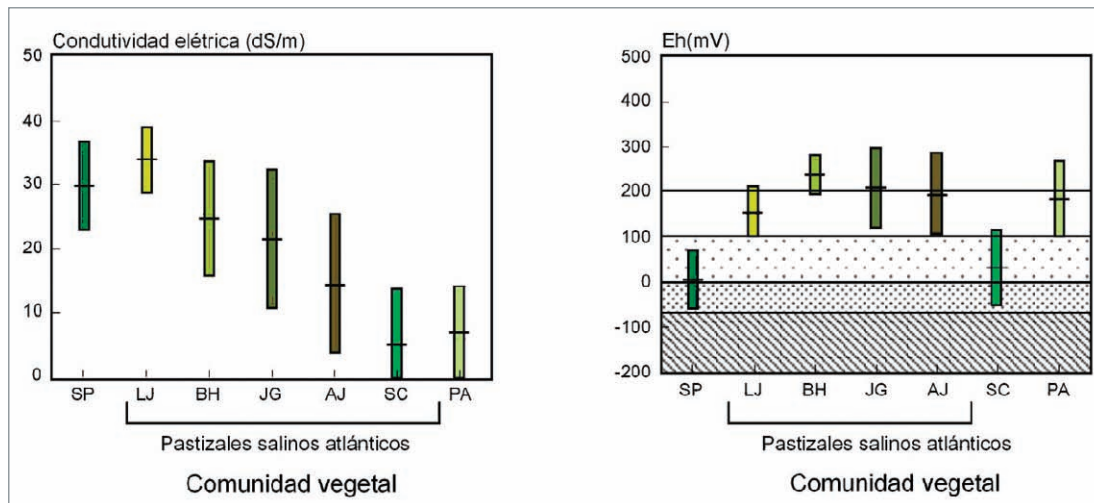


Figura A2.4

Condiciones de salinidad y redox de los suelos sobre los que se asientan las principales comunidades vegetales de la marisma alta. Los diferentes sectores de la figura correspondientes al Eh indican los intervalos de reducción para Mn, Fe y S. Por debajo de 200 mV comienza la reducción de los óxidos e hidróxidos de Mn (IV) a Mn^{2+} , por debajo de los 100 mV la de los oxihidróxidos de Fe (III) a Fe^{2+} y por debajo de los 0 mV comienza la reducción del sulfato (SO_4^{2-}) a sulfuro (HS^-) que alcanza los máximos valores por debajo de los -70 mV (modificado de Sánchez *et al.*, 1998).

SP: *Spartina maritima*, LJ: *Limonio-Juncetum maritimi* subass. *typicum*, BH: *Bostrychio-Halimionetum portulacoidis*, JG: *Limonio-Juncetum maritimi* subass. *juncetosum gerardii*, AJ: *Agrostio-Juncetum maritimi*, SC: *Scirpetum maritimo-compacti*, PA: *Com. Phragmites australis*

Así, *Spartina maritima* en la marisma alta aparece siempre sobre suelos fuertemente reducidos y salinos, mientras que *Scirpus maritimus* aparece también sobre suelos fuertemente reducidos pero de baja salinidad. Los diferentes tipos de juncal aparecen en medios subóxicos, en donde Fe y Mn pueden estar en forma reducida, pero con diferentes condiciones de salinidad. Esta variable es la que parece que determina la distribución de los juncal en la marisma, de manera que la comunidad de *Limonio-Juncetum maritimi* ocupa las zonas más salinas que corresponde con la parte media y baja de la marisma alta (con mayor influencia mareal) y *Agrostio-Juncetum maritimi* las zonas más alejadas de carácter oligohalino, mientras que la subass. *juncetosum gerardii* ocupa una

situación intermedia. Finalmente, la comunidad de *Bostrychio-Halimionetum portulacoides* tolera un amplio rango de condiciones de salinidad pero no la anoxia, por lo que aparece asociada a suelos bien aireados, por lo menos en superficie. La alta sensibilidad de la dicotiledónea *Halimione portulacoides* a la toxicidad del Fe^{2+} y Mn^{2+} , probablemente debido a que carece de un arénquima bien desarrollado que limita su capacidad para oxidar la rizosfera, mantiene a esta comunidad relegada, casi exclusivamente, a los bordes de los canales. En ocasiones, cuando el suelo es de textura arenosa o la inundación por la marea es poco frecuente, se expande hacia el juncal dando lugar a la subasociación *Limonio-Juncetum maritimi* subass. *halimionetum portulacoidis*.

Tabla A2.1

Principales características físico-químicas de la fracción sólida.

Horizonte	Prof. (cm)	pH campo	pH incub	pH oxidac	Mat. %	Stotal %	Spirit. %	Textura	madurez (n)
Borde marisma alta con <i>Scirpus maritimus</i>									
Hg	0-20	6,4	5,8	5,4	38,0	2,2	0,93	Arcillo-limosa	1,4-2
Cr	>20	6,4	3,2	2,5	19,7	2,8	0,90	Franco-arc.-limosa	1,4-2
Depresión marisma alta con <i>Spartina maritima</i> (forma alta)									
Ag	0-10	6,6	4,7	5,6	12,9	0,5	0,23	Franco-arc.-limosa	1,4-2
ACg	10-15	6,4	3,6	2,9	16,0	2,4	1,65	Franco-arc.-limosa	1,4-2
Cr	>15	6,5	3,1	2,8	13,1	2,3	1,46	Franco-arc.-limosa	1,4-2
Borde canal de marisma alta con <i>Halimione portulacoides</i>									
Ag	0-25	5,5	5,2	5,0	9,9	0,3	0,04	Franco-limos	1,4-2
Cg	>25	6,8	5,8	2,6	6,3	0,5	0,04	Franco-limosa	1,4-2
Planicie de marisma alta con <i>Juncus maritimus</i>									
Ag	0-17	5,8	5,6	5,0	17,1	0,3	0,01	Franco-arc.-limosa	0,4-0,7
2Cg	17-40	6,0	5,6	2,2	9,8	0,3	0,01	Franco-arc.-limosa	1,4-2
3Cr	>40	6,5	5,5	2,2	14,6	0,4	nd	Franco-arc.-limosa	1,4-2
Depresión marisma alta con <i>Spartina maritima</i> (forma baja)									
Ag	0-10	6,3	6,5	5,4	9,2	0,5	0,10	Franco-arc.-limosa	1-1,4
2Cg	10-25	6,3	4,7	2,9	8,4	0,7	0,60	Franco-limosa	1,4-2
3Cg	>25	6,6	3,3	2,5	9,9	2,1	0,80	Franco-arc.-limosa	1,4-2
Cubeta marisma alta, sin vegetación									
Ar	0-10	6,6	6,1	2,7	6,4	0,9	0,58	Franco-arc.-limosa	>2
Cg	10-25	6,7	6,3	4,7	2,4	0,1	0,04	Arcillosa	1-1,4

Tabla A2.2

Características físico-químicas del agua intersticial.

Horizonte	Prof. (cm)	pH	C. eléctrica dS m ⁻¹	SO ₄ ⁼ mg l ⁻¹	Cl ⁻¹ mg l ⁻¹	SO ₄ ⁼ /Cl
Borde marisma alta con <i>Scirpus maritimus</i>						
H	0-20	7,6	0,82	148	166	0,89
Cr	>20	7,4	3,50	276	662	0,41
Depresión marisma alta con <i>Spartina maritima</i> (forma alta)						
Ag	0-10	7,6	29,9	1243	9490	0,13
ACg	10-15					
Cr	>15	7,5	48,3	1760	17931	0,10

► Continuación Tabla A.2.2

Horizonte	Prof. (cm)	pH	C. eléctrica dS m ⁻¹	SO ₄ ⁼ mg l ⁻¹	Cl ⁻ mg l ⁻¹	SO ₄ ⁼ /Cl
Borde canal de marisma alta con <i>Halimione portulacoides</i>						
Ag	0-25	7,0	15,5	713	4512	0,16
Cg	>25	6,8	6,20	2624	22320	0,12
Planicie de marisma alta con <i>Juncus maritimus</i>						
Ag	0-17	7,6	19,8	904	5506	0,16
Cg	17-40					
Cr	>40	6,6		2740	20992	0,13
Depresión marisma alta con <i>Spartina maritima</i> (forma baja)						
Ag	0-10	7,0	34,6	1335	11197	0,12
Cg	10-25					
Cg	>25	7,0	44,8	1906	16631	0,11
Cubeta marisma alta, sin vegetación						
Ar	0-10	7,4	54,1	1840		
Cg	10-25	7,4	12,3	1735		

Los horizontes y propiedades de diagnóstico más representativos son: en superficie, un horizonte sódico y raras veces un Hístico y en profundidad, material flúvico, y condiciones reductoras debido a la inundación mareal y/o abundantes precipitaciones del norte y noroeste peninsular. Al predominar condiciones subóxicas —no se alcanza la sulfato— reducción y por tanto es poco frecuente la presencia de material sulfúrico. Cuando éste aparece, lo suele hacer asociado al horizonte Hístico.

Los suelos corresponden según la WRB (2006), a Tidalic Fluvisol (Sodic) y Hemic Histosol (Thionic); mientras que por la Soil Taxonomy (1999) corresponden a Typic Hydraquents e Histic Sulfaquents, respectivamente.

2.3 Riesgos de degradación

Dentro de los ambientes costeros, las marismas son uno de los más afectados por la acción humana. Históricamente las marismas fueron consideradas como zonas insalubres, proyectándose sobre ellas diferentes tipos de actividades que llevaron a su total destrucción. Uno de estos procesos fue el *recla-*

mado o *polderización*, denominado *porreo* en Asturias e *itzak* en el País Vasco. El reclamado consistió en la transformación de los sistemas marismeños en zonas agrícolas. Para ello se construía un dique que protegía la zona reclamada de la acción de la marea, se drenaba y se adecuaba el suelo aplicando enmiendas y materiales de relleno (por ejemplo, marismas de Villaviciosa, Foz).

En la actualidad estas zonas se encuentran abandonadas y, en la costa cantábrica (por ejemplo, Reserva de Urdaibai), la marisma esta siendo de nuevo regenerada. Paralela y paradójicamente, muchas de las marismas que todavía se conservan están siendo aterradas o fuertemente transformadas por la actividad urbanística, industrial (depuradoras, plantas piscícolas) o de recreo (paseos marítimos, puertos deportivos).

■ Riesgos de degradación física

La formación de una marisma es resultado de un delicado equilibrio entre la morfología del litoral, las corrientes marinas y los aportes de sedimentos de origen continental. La alteración de estas variables puede conducir a su destrucción por erosión.

En suelos muy arcillosos el pastoreo o la siega con maquinaria pesada puede conllevar a la compactación del suelo y a cambios en las comunidades vegetales e la vegetación.

■ Riesgos de degradación química

Las marismas son el receptor último de la mayoría de los vertidos de aguas residuales que se realizan en el litoral y en los ríos. Se ha observado un claro enriquecimiento en nutrientes (P y N), así como de metales tóxicos, en muchas de las marismas del noroeste peninsular; sin embargo no se ha identificado ningún proceso de degradación del hábitat. No obstante, son necesarios estudios más detallados sobre los efectos de la eutrofización en las relaciones competitivas interespecíficas, ya que cambios en la biodisponibilidad de los nutrientes pueden incidir sobre las relaciones competitivas entre especies.

■ Otros riesgos

El efecto derivado de la introducción de especies alóctonas está todavía mal evaluado. En Galicia se ha identificado en la marisma alta zonas totalmente colonizadas por *Spartina patens* (Sanleón *et al.*, 1999). Otras invasoras presentes son *Stenotaphrum secundatum*, *Paspalum vaginatum* y *Bacopa monnieri*.

3. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN Y CALIDAD DEL SUELO

3.1.-Factores o variables índice

La salinidad y la hidromorfía son los dos factores de mayor relevancia en cuanto a la distribución de las asociaciones vegetales y hábitat en este tipo de medios. Por consiguiente, las parámetros que se proponen como índice de calidad van a estar íntimamente relacionados con estas dos variables. Por otra parte, aunque algunas marismas con *Spartina* han sido intensamente estudiadas (por ejemplo, Marismas de la Ría de Ortigueira, ver por ejemplo, Sánchez, 1995, Sánchez *et al.*, 1998) indicar valores o umbrales de referencia para un hábitat que presenta una amplia zona de distribución no sería adecuado. Cuando menos se debería disponer de estudio comparables en la zona atlántica, cantábrica y mediterránea, ya que según cambian las condicio-

nes climáticas, también lo pueden hacer el comportamiento y exigencias ecológicas de las especies.

Los parámetros a analizar que se proponen son los siguientes y la periodicidad debería ser, cuando menos, estacional, excepto para la determinación de la contaminación y eutrofización del sistema (ver apartado 5):

1. Estado de oxidación reducción del suelo

- a) Variable: funcional
- b) Grado de relevancia: obligatoria.
- c) Determinación de potencial de oxidación reducción (Eh).
 - Procedimiento de medición: mediante un potenciómetro portátil previamente calibrado, insertando en el suelo el electrodo correspondiente. Las medidas de Eh deben corregirse añadiendo al potencial de campo el valor correspondiente al electrodo de referencia que, en el caso del electrodo Ag/AgCl, es + 200 mV (Vepraskas & Faulkner, 2001) o 244 mV si se trata del electrodo de colomelanos $\text{Cl}|\text{Hg}_2\text{Cl}_2$, $\text{KCl}|\text{Hg}$. Las medidas se realizarán siempre que exista suficiente humedad en el suelo y serán como mínimo por triplicado.
- e) Determinación de especies sensibles a cambios de las condiciones redox del suelo y fitotóxicas: Mn^{2+} , Fe^{2+} y HS^- .
 - Procedimiento de medición: se extraerá el agua intersticial del suelo bajo atmósfera inerte de N_2 o argón, con el fin de evitar la oxidación de las formas reducidas de Fe, Mn y S. Las muestras del agua intersticial se deben filtrar por 0,45 μm , también bajo atmósfera de nitrógeno. Una alícuota se acidifica con HNO_3 (6M) hasta pH ~ 1 y, en ella, se determina Fe y Mn disueltos (presumiblemente Fe^{2+} y Mn^{2+}) por adsorción atómica. En otra de las alícuotas se debe analizar, inmediatamente, los sulfuros (HS^-) por el método colorimétrico de Cline (1969).
- f) Profundidad de la capa freática.
 - Procedimiento de medición: instalación de tubos de PVC taladrados adecuadamente

en su parte inferior y que dispongan de un tapón en la parte superior. Para la medida se levantará el tapón y se introducirá un metro o una cinta métrica con un sensor adecuado que indicará a qué profundidad se encuentra en agua.

- g) Períodos de inundación del suelo. Se propone medir la duración, al cabo del año, en la que el agua se encuentra sobre la superficie del suelo.
 - Procedimiento de medición: se contabilizará el número de días en los que el agua se encuentre por encima de la superficie del suelo.
- h) Profundidad del horizonte anóxico del suelo. Se propone medir la profundidad a la que aparece una matriz gley en el perfil del suelo.
 - Procedimiento de medición: extracción de testigos con barrena hasta la profundidad en la que aparezca una matriz gley (USDA-NRCS, 2003). Dicha matriz debe reconocerse por las coloraciones grisáceas indicadoras de condiciones gley, según la guía Munsell (Munsell Corporation®). La profundidad de los sondeos no debería ser menos de 1 m.

2. Salinidad del suelo

- a) Variable: funcional
- b) Grado de relevancia: obligatoria
- c) Se propone su medida a través de la conductividad eléctrica de extractos suelo:agua.
 - Procedimiento de medición: realización del extracto saturado (Richards, 1974) o, únicamente en el caso de suelos arenosos, el extracto 1:5 (Richards, 1974).
- d) Iones disueltos. Análisis del extracto de saturación en el que se haya medido la conductividad eléctrica.
 - Procedimiento de medición: absorción atómica (Ca^{2+} y Mg^{2+}), emisión de llama (Na^+ y K^+), cromatografía iónica (Cl^- y SO_4^{2-}).

3. Acidez

- a) Variable: funcional.

- b) Grado de relevancia recomendada.
- c) Se propone su medida a través de la determinación del pH.
- d) Procedimiento de medición: pH de campo y de laboratorio en muestra seca al aire en una suspensión suelo:agua 1:1 (Peech, 1965).

4. Humedad

- a) Variable: funcional.
- b) Grado de relevancia: obligatoria.
- c) Se propone su medida a través de gravimetría.
- d) Procedimiento de medición: pesado en húmedo, secado de la muestra a 50°C hasta peso constante para evitar pérdidas de agua por la posible presencia de yeso y pesado de nuevo en seco. Cálculo del % de agua de la muestra.

5. Contaminación y eutrofización

- a) Variable: funcional.
- b) Grado de relevancia: recomendable.
- c) Se propone la determinación del análisis total y fracción biodisponible de metales pesados y nutrientes (P).
 - Procedimiento de medición: concentración total de metales pesados: la extracción se realizará en vasos de Teflón™ con un ataque triácido, añadiendo 15 ml de una mezcla de $\text{HNO}_3:\text{HCl}:\text{HF}$ (9:3:3, v/v/v) en un microondas durante 20 minutos. P asimilable y P total: la extracción del P asimilable se realizará con NaHCO_3 0,5 M según el método de Olsen *et al.* (1954). La concentración se determinará por colorimetría del complejo azul fosfomolibdico a una longitud de onda de 880 nm.
El P total se determinará por el mismo método a partir del extracto obtenido para el análisis total de metales pesados anteriormente descrito. Todo el material utilizado durante la toma de muestras y análisis de laboratorio debe ser cuidadosamente lavado en ácido, manteniéndolo, al menos, una noche en una disolución de HCl 10% y lavados posteriormente con agua destilada (dos veces) y con agua Milli-Q (una vez) a fin de evitar errores por contaminación. En este caso un único muestreo sería suficiente.

3.2. Protocolo para la determinación del grado de conservación del suelo

Para evaluar las condiciones del suelo deberá establecerse una red de puntos de muestreo en las estaciones que se indican en el apartado siguiente. Dado que la zonación de la vegetación en cada marisma estará determinada por las condiciones regionales, parece imprescindible establecer, cuando menos, una localidad de seguimiento en cada región biogeográfica en la que se encuentra el hábitat. Por otra parte, es también importante conocer las condiciones del entono del hábitat para establecer con mayor precisión las condiciones edáficas que marcan las diferencias entre este hábitat y el entorno.

Debido a que la distribución de especies en los humedales puede variar en cortos períodos de tiempo como consecuencia de variaciones bruscas en ciertos factores ambientales, se deben tener en cuenta algunas consideraciones importantes a fin de interpretar correctamente los cambios que se observen (Álvarez-Rogel *et al.*, 2006). Eventos aislados, tales como episodios de lluvias excepcionales que lleven a períodos de inundación inusualmente prolongados, deben ser diferenciados de las tendencias a largo y medio plazo. Dichas tendencias pueden estar originadas por prácticas de manejo, tales como incrementos en los vertidos de aguas procedentes de áreas agrícolas (Álvarez-Rogel *et al.*, 2007b), o tendencias a escala global, como puede ser una subida del nivel del mar a consecuencia de un cambio del clima.

Por tanto, son necesarios programas de monitorización a largo plazo a fin de diferenciar entre cambios al azar, cambios estacionales y tendencias. En dichos programas se debe hacer un seguimiento de las especies clave de cada hábitat, pero se debe incluir también los parámetros edáficos considerados adecuados a fin de evitar errores de interpretación por la mera observación de la cubierta vegetal.

Procedimiento de trabajo en las estaciones de referencia

El método de trabajo que se propone está diseñado para incluir en la monitorización todos los hábitat que aparecen en las marismas. Se considera absurdo hacer seguimientos aislados a determinados hábitat,

ya que, como se ha comentado en diversas ocasiones en ésta y otras fichas, las marismas funcionan como sistemas en los que las transferencias de energía y nutrientes entre los diversos compartimientos son fundamentales para el funcionamiento del conjunto.

Lo que a continuación se describe debe hacerse para cada una de las marismas que se incluya en el programa de seguimiento.

Paso 1. Identificar con detalle la zonación de la vegetación en el saladar y realizar una primera aproximación a sus posibles relaciones con factores como la topografía y microtopografía del terreno, distancia al mar (si procede), distancia a los flujos de agua, etc. Puede hacerse utilizando imágenes aéreas o teledetección, pero es imprescindible el trabajo de campo, ya que la escala espacial de las variaciones puede ser de escasos metros o incluso de centímetros. De esta forma, se tendrá una primera visión global del sitio.

Paso 2. En base a la información del punto anterior, diseñar una red de parcelas de muestreo que incluya todas las comunidades vegetales cuyos hábitats se encuentren en el Listado Nacional. Dicha red puede ser en forma de transectos o en mosaico, pero debe abarcar, en lo posible, las diferentes situaciones en las que se desarrolla cada hábitat en la marisma. Se recomienda un mínimo de cinco parcelas por hábitat, aunque, cuando se considere oportuno, pueden ser más. No todos los hábitat deben tener, necesariamente, el mismo número de parcelas.

Paso 3. Cada parcela debe quedar caracterizada por la especie/especies dominantes. Para dicha caracterización se puede tomar un inventario.

Paso 4. En cada parcela se tomarán tres muestras valiéndose para ello de un tubo de PVC, la muestra inalterada se transporta al laboratorio en posición vertical y sumergida en hielo. Adicionalmente se instalarán un mínimo de tres tubos de PVC, previamente agujereados, en los cuales se realizará el seguimiento de la profundidad del nivel freático. Se medirá, además, el potencial redox y pH de los diferentes horizontes.

Paso 5. Una vez en el laboratorio, se realizarán las determinaciones anteriormente descritas.

Paso 6. Tratamiento de los datos. Con los datos de campo y los resultados obtenidos de analizar las muestras de suelo se realizará un estudio estadístico, a fin de caracterizar los gradientes con respecto a las variables y establecer cuáles de ellas, y en qué medida, determinan las diferencias entre los distintos hábitat. Los datos de la estación seca y la estación húmeda se analizarán por separado.

Paso 7. Para cada marisma se intentará elaborar un modelo conceptual que recoja las relaciones suelo-vegetación. Se proponen las siguientes estaciones de referencia para este hábitat:

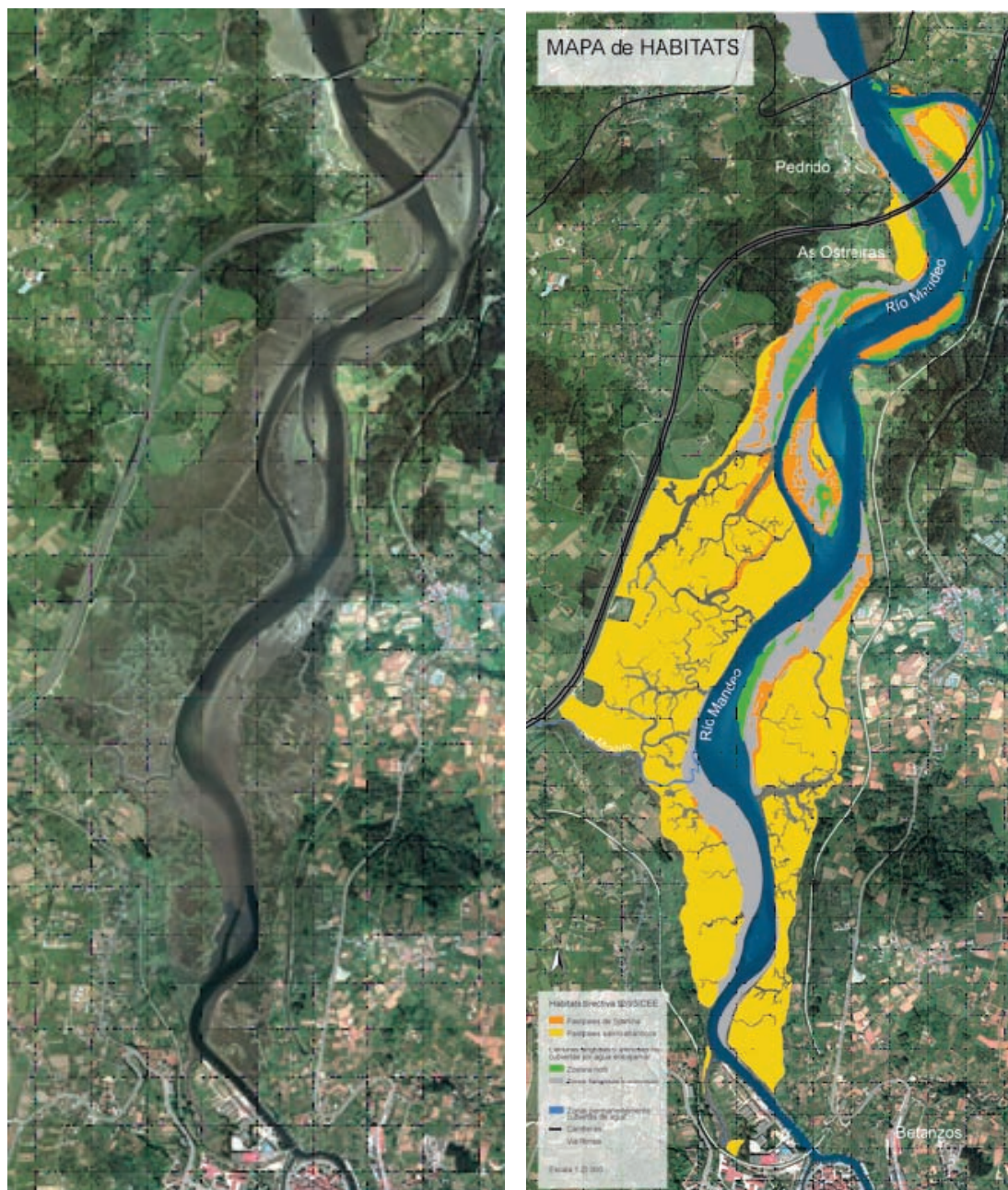
- Subtipo mediterráneo: Marismas de Odiel y Marismas de Doñana
- Subtipo atlántico: Marismas de Santoña (Cantabria) y Marismas de la Ría de Ortigueira (A Coruña)

4. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSERVACIÓN

Preservar la franja marítimo-terrestre de los impactos anteriormente citados y mantener la calidad de sus aguas.

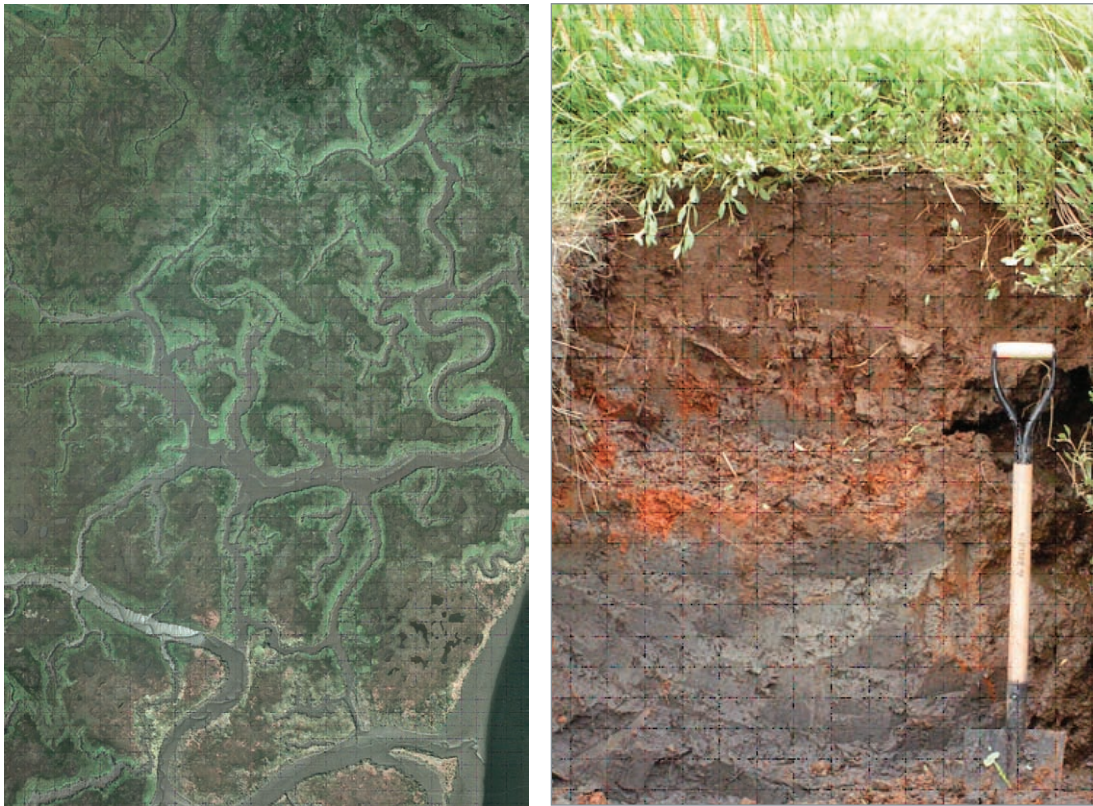
Adicionalmente, es necesario mejorar el conocimiento acerca de las variables que determinan la distribución de las diferentes comunidades vegetales para poder evaluar, con mayor precisión, la respuesta de este ecosistema a los cambios inducidos por el hombre. Entre ellos es de especial importancia conocer su respuesta a un aumento del nivel marino como resultado del cambio climático global. El conocimiento de la calidad del suelo también resulta fundamental en las labores de restauración de zonas degradadas.

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y FOTOGRAFÍAS



Fotografía A2.1

Ría de Betanzos (A Coruña). A) Vista aérea de la marisma alta que corresponde en su mayor parte al hábitat 1330. En la fotografía B se representa la distribución de los diferentes hábitats: El pastizal salino atlántico (1330) aparece en amarillo, el pastizal de *Spartina* (1320) en naranja, finalmente en gris y en verde (zona con *Zostera*) se representan los llanos fangosos y arenosos (1140).



Fotografía A2.2

Ría de Betanzos (detalle de la anterior). A) Los cambios de color corresponden a cambios de vegetación. Los tonos marrón oscuro corresponden al juncal (*Agrostio-Juncetum maritimi*), los tonos amarillentos *Scirpetum maritimo-compacti* y el verde claro, asociado al borde de los canales, a la comunidad *Bostrychio-Halimionetum portulacoidis*.

En ambientes encharcados los oxihidróxidos de Fe y Mn son reducidos por la actividad microbiana dando lugar a un incremento de la concentración de Fe^{2+} y Mn^{2+} en el agua intersticial que puede resultar tóxico para muchas plantas. Las monocotiledóneas, como los juncos o *Spartina*, resuelven este problema transportando aire desde su parte aérea hasta las raíces y desprendiéndolo a través de éstas, oxidando la rizosfera. Para ello se valen de un tejido muy poroso denominado arénquima. Las dicotiledóneas, como *Halimione portulacoides*, carecen de este tejido, por lo que se ven relegadas a ocupar suelos que presenten un horizonte superficial bien aireado (con condiciones óxicas) como son los bordes de los canales.

La fotografía B) corresponde a un perfil del borde de canal. El color rojizo de la parte superior corresponde a precipitados de oxihidróxidos de Fe lo que indica condiciones oxidantes para este elemento ($Eh > 350$ mV). Por el contrario, el color negro de la parte inferior indica la precipitación de sulfuros de Fe, indicando condiciones anóxicas ($Eh < 100$ mV).



Fotografía A2.3

En distancias muy cortas se pueden producir cambios bruscos en la vegetación de la marisma alta. Los cambios que aparecen recogidos en la fotografía son resultado de variaciones en la salinidad y condiciones redox del suelo. *Spartina* aparece en pequeñas depresiones que permanecen permanentemente inundadas y con condiciones anóxicas. *Phragmites* aparece en zonas de baja salinidad y el juncal va asociado a ambientes salinos y con condiciones subóxicas.

NUMERO DE PERFIL: 3

A. Información general acerca del sitio

- Código: Mera 2
- Localización: Marisma de Mera (Ortigueira)
- Fecha: marzo de 1996
- Posición fisiográfica: borde de canal situado en la marisma alta.
- Vegetación: *Bostrychio-Halimionetum portulacoidis*
- Condiciones de humedad: suelo bien drenado en superficie.
- Clasificación del suelo: FAO (1990): Fluvisol sálico
- *Soil Taxonomy* (1999): Sodic Hidraquents.

B. Descripción general de la unidad

Los bordes de los canales de la marisma alta presentan, en general, un buen drenaje y casi siempre ocupados por *Halimione portulacoides*. Corresponde con zonas relativamente bien aireadas en superficie, con condiciones rédox que oscilan entre óxicas y subóxicas (Eh-

350 mV). Por debajo de los 25 cm pueden presentarse condiciones de hidromorfía alternante, con moteados rojizos, situados entorno a canales o raíces que se encuentran inmersos en una matriz gris (Eh ~ 100 mV). No presenta material sulfúrico, por lo menos en los 60 cm superficiales, y muestra una variación irregular del C orgánico con la profundidad.

C. Descripción del perfil

Horizonte	prof. (cm)	Descripción
Ag	0-25	Horizonte con abundantes raíces finas y gruesas . Matriz marrón , 7.5 YR 5/4 (h) y 7.5YR 3/2 (s). Moteados rojos 2.5 YR 3/6 (h) y 2.5 YR 5/8 (s). Fluye fácilmente entre los dedos, prácticamente no maduro (n: 1.4-2). Muy adherente y plástico. Límite gradual y ondulado
Cg	>25	Raíces finas poco frecuentes. Matriz oliva oscuro, 5 Y 4/4 (h), y gris, 2.5Y 6/1 (s). Moteados negros azulado, 5BG 2/1 (h) y rojo oscuro abundantes, 2.5 YR 4/8 (h) y 2.5YR 3/6 (s). Prácticamente no maduro (n: 1.4-2). Plástico y adherente

■ Características generales del perfil

Fracción sólida										
Horizonte	Prof. (cm)	C org.	S total	pH			FeS ₂ (%)	Granulometría		
								Arena	Limo	Arcilla
		(%)	Campo	H ₂ O(incub)	H ₂ O ₂	(%)				
Ag	0-20	5,7	0,34	5,5	5,2	5,0	0,08	15,04	61,74	23,22
Cg	+20	3,6	0,51	6,8	5,8	2,6	0,08	17,07	64,33	18,60

Agua intersticial					
Horizonte	pH	C. Elect. (dS m ⁻¹)	SO ₄ ⁼	Cl-	SO ₄ /Cl
			mg l ⁻¹		
Ag	7,0	15,5	713	4512	0,16
Cg	6,8	6,20	2624	22320	0,12

NUMERO DE PERFIL: 4

A. Información general acerca del sitio

Código: Mera 4
Localización: Marisma de Mera (Ortigueira)
Fecha: marzo de 1996
Posición fisiográfica: planicie mareal
Vegetación: *Limonio serotini-juncetum maritimi*
(Juncal halófito)
Condiciones de humedad: Suelo no encharcado en superficie.
Clasificación del suelo: WRB (2006): Thidalic Fluvisol (Salic)
Soil Taxonomy (1999): Sodic Hidraquents

B. Descripción general de la unidad:

El juncal halófilo ocupa la mayor parte de la marisma alta o madura (Sánchez, 1995), los suelos se caracterizan por estar bien drenados en superficie y

presentar en los 20 cm superficiales una gran densidad de rizomas y raíces que le confieren condiciones óxicas (Eh $\sim$ 400 mV; Fig. 4). En profundidad, se encuentran ambientes más reducidos, con abundantes moteados rojos.

C. Descripción del perfil

Horizonte	prof. (cm)	Descripción
Ag	0-17	Horizonte con abundantes raíces finas y rizoma. Matriz marrón amarillento, 10YR 4/5 (h) y 10YR 5/4 (s). Pegajoso, no fluye fácilmente entre los dedos, maduro (n: 0.4-0.7). Límite gradual y ondulado.
2Cg	17-40	Raíces finas poco frecuentes. Matriz gris oscuro, 5Y 4/1 (h), y gris, 2.5Y 6/1 (s), con y moteados rojos abundantes, 10R 3/6 (h) y 2.5YR 3/6 (s). Prácticamente no maduro (n: 1.4-2). Plástico y adherente. Límite gradual.
3Cr	+40	Abundantes restos de material vegetal muerto, ausencia de rizomas y raíces vivas. Matriz gris, 5Y 6/1 (h), ausencia de moteados. Prácticamente no maduro (n: 1.4-2).

■ Características generales del perfil

A. Fracción sólida										
Horizonte	Prof (cm).	C org.	S total	pH			FeS ₂	Granulometría		
		(%)		Campo	Agua(1:1)	H ₂ O ₂	(%)	Arena	Limo	Arcilla
								(%)		
Ag	0-17	9,8	0,34	5,8	5,6	5,0	0,01	1,90	70,20	27,9
2Cg	17-40	5,6	0,30	6,0	5,6	2,2	0,03	6,43	68,90	24,67
3Cr	+40	8,4	0,45	6,5	5,5	2,2	-	12,13	71,20	16,67

B. Agua intersticial					
Horizonte	pH	C. elect. (dS m ⁻¹)	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ /Cl
			mg l ⁻¹		
Ag	7,6	19,8	904	5506	0,16
2Cg	-	-	-	-	-
3Cr	6,6	26,5	2740	20992	0,13

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ-ROGEL, J., JIMÉNEZ-CÁRCELES, F.J., ROCA, M.J. & ORTIZ, R., 2007b. Changes in Soils and Vegetation in a Mediterranean Salt Marsh Impacted by Human Activities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73: 510-526.
- ÁLVAREZ-ROGEL, J., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., CARRASCO, L. & MARÍN, C.M., 2006. A Conceptual Model of Salt Marsh Distribution In Coastal Dunes of Southeast Spain. *Wetlands* 26: 703-717.
- BERTNESS, M.D. 1991. Interspecific Interactions Among High Marsh Perennials in a New England Salt Marsh. *Ecology* 72: 125-137.
- BUTLER, R.J., GREENSMITH, J.T. & WRIGHT L.W., 1981. Shingle Spits and Salt Marshes in the Colne Point Area of Essex: A Geomorphological Study. Occasional Papers in Geographys, 18, P.E. Ogden (ed.). London: University of London, Queen Mary College.
- CLINE, J.E., 1969. Spectrophotometric Determination of Hydrogen Sulfide in Natural Waters. *Limnol. Oceanogr.* 14: 454-458.
- CHAPMAN, V.J., 1974. Saltmarshes and Salt Deserts of the World. Bremerhaven: J. Cramer Verlag.
- LONG, S.D. & MASON, C.F., 1983. *Salt Marsh Ecology*. London: Blackie.
- PENNINGS, S. & CALLAWAY, R.M., 1992. Salt Marsh Plant Zonation: The Relative Importance of Competition and Physical Factors. *Ecology* 73: 681-690.
- PENNINGS, S. & MOORE, D.J., 2003. Zonation of Shrubs in Western Atlantic Salt Marshes. *Oecologia* 126: 587-594.
- PRICE, J., EWING, K., WOO, M.K. & KERHSAW, K.A., 1988. Vegetation Patterns in James Bay Coastal Marshes. II. Effects of Hydrology on Salinity and Vegetation. *Can. J. Bot.* 66: 2.586-2.594.
- KOSTKA J.E., LUTHER, G.W. III., 1994. Partitioning and Speciation of Soil Phase Iron in Salt Marsh Sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58: 1.701-1.710.
- RANWELL, D.S., 1972. *Ecology of Salt Marshes and Sand Dunes*. London: Chapman & Hall.
- SÁNCHEZ, J.M., OTERO, X.L., IZCO, J. & MACÍAS F., 1997. Growth Form and Population Density of *Spartina maritima* (Curtis) Fernald in Northwest Spain. *Wetlands* 17: 368-374.
- SÁNCHEZ, J.M., OTERO, X.L. & IZCO, J., 1998. Relationships Between Vegetation and Environmental Characteristics in a Salt-Marsh System on the Coast of Northwest Spain. *Plant Ecology* 136: 1-8.
- SNOW, A.A. & VINCE, S.W., 1984 Plant Zonation in an Alaskan Salt Marsh. *J. Ecology* 72: 669-684.