



**“Caracterización de la marisma mareal de la
Bahía de Cádiz” Proyecto LIFE 14
CCM/ES/000957 “Blue Natura Andalucía”**

Expte. 2016/000225/M

Certificación final



Servicio realizado por



Persona de contacto: Dr. Rafael Porras Alonso
e-mail: rafael@biogeos.es
telf.: 606162192

Indice

	Pág.
1. Introducción	3
1.1. Objetivos	3
2. Productos entregados según PPT con modificaciones	5
3. Flujograma de trabajo	5
4. Plan de trabajo definitivo	5
4.1. Plazo de ejecución	5
4.2. Cronograma y sinopsis del trabajo	6
5. Metodologías	9
5.1. Cartografía de vegetación e HICs	9
5.1.1. Ámbito de estudio	9
5.1.2. Fuentes de información de partida	10
5.1.3. Generación de nueva información	18
5.1.3.a. Fotografía aérea	18
5.1.3.b. Muestreos de campo	19
5.1.3.c. Descripción de metodología de muestreo. Inventarios y fichas. Modelo	20
5.1.3.d. Mejoras cartografía SIPNA por Fotointerpretación	24
5.1.3.e. Proceso de simplificación de categorías. Zonas de oportunidad	24
5.1.3.f. Capas vectoriales de información generada (GDB) y BD puntos de muestreo	28
6. Resultados	32
6.1. Fotografía Aérea	32
6.2. Fase de campo	33
6.2.1. Muestreos de campo	33
6.2.2. Fotografías de campo	34
6.2.3. Caracterización especies vegetales de la Marisma Mareal	35
6.3. Cartografía SIPNA	41
6.3.1. Resumen Datos principales de la capa SIPNA_fanerógamas	41
6.3.2. Relación de Comunidades vegetales presentes en la cartografía	42
6.3.3. Hábitats de Interés Comunitario	70
6.4. Categorías de simplificación de la cartografía	85
6.4.1. Zonas oportunidad	87
6.5. Incidencias y dificultades	89
7. Agradecimientos	92

1. Introducción

En la actualidad los ecosistemas terrestres y marinos absorben aproximadamente la mitad de las emisiones de CO₂ que genera la humanidad. Para que la captura y almacenamiento del carbono puedan contribuir de forma notable a la mitigación del cambio climático, resulta esencial el mantenimiento de los depósitos naturales de este elemento existentes en todo el mundo.

A pesar de que la biomasa de plantas en los océanos es muy inferior a los que hay en la tierra (0.05%) absorbe casi la misma cantidad de carbono anual que los organismos fotosintéticos terrestres, y por tanto presentan sumideros de carbono extremadamente eficientes, bautizados como sumideros de carbono azul. En especial los ecosistemas costeros representados por las marismas mareales son sumideros intensos de carbono a largo plazo.

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT) de la Junta de Andalucía, socio coordinador del proyecto LIFE 14 CCM/ES/000957 “Blue Natura Andalucía (Agosto 2015-Diciembre 2019) debe llevar a cabo trabajos preparatorios, cuyo objetivo principal es la caracterización de la marisma mareal en el espacio Bahía de Cádiz para evaluar en trabajos posteriores su capacidad como sumidero de carbono azul.

Para la realización de dicho Servicio se ha realizado la contratación mediante procedimiento de licitación abierto de la empresa consultora Biogeos, Estudios Ambientales, S.L.

1.1. Objetivos

La caracterización de la Bahía de Cádiz consiste en la generación de cartografía actualizada de la marisma mareal en la zona, que contemple la gran variabilidad espacial y temporal de estos ecosistemas. Para ello se ha levantado información actualizada, mediante toma de fotografías aéreas en el espectro visual, y se ha llevado a cabo un proceso de cartografiado mediante muestreo en campo y fotointerpretación, con el objetivo de generar una geometría actual de las unidades de vegetación presentes en la zona de estudio, lo que además ha permitido generar dos tipos de mapas temáticos:

- Mapa actualizado de la distribución de los hábitats presentes en el área, la mayoría de los cuales son Hábitats de Interés Comunitarios (HICs) recogidos en el anexo I de la directiva hábitats 92/43/CEE;
- Mapa de categorías simplificadas de la información cartográfica en un conjunto de compartimentos concretados con la Dirección Técnica del presente Servicio (Soledad Vivas) y el equipo por el Centre d’Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC), encargado de realizar la posterior estimación de capacidad de sumidero de carbono azul para la Marisma Mareal de la Bahía de Cádiz.

2. Productos entregados según PPT con modificaciones

Biogeos, Estudios Ambientales, S.L. para la realización del presente servicio ha generado una serie de productos según lo recogido en el PPT con las modificaciones necesarias realizadas en coordinación técnica con la dirección del proyecto LIFE. Para ello, tras la adjudicación se han

realizado diversas reuniones presenciales con la Dirección del Proyecto, el Equipo Técnico del Parque Natural Bahía de Cádiz y técnicos de la REDIAM:

PRODUCTO 1. Fotogrametría 2D de alta resolución de 19 cm/píxel en espectro visible, siguiendo la metodología según el Plan Nacional de Ortofotografía. Dos vuelos en diferentes momentos del ciclo mareal: uno en bajamar escorada y uno en pleamar viva, para comprobar el ámbito de inundación.

PRODUCTO 2. Base de datos con muestreos de campo. Fichas e Inventarios Fitosociológicos siguiendo una metodología similar a la recogida en el proyecto 'Cartografía y evaluación de la vegetación de la masa forestal de Andalucía (VEGE10)'.

PRODUCTO 3. Material fotográfico georreferenciado obtenido in situ durante el periodo de visitas al campo.

PRODUCTO 4: Cartografía de unidades de vegetación actualizada y mejorada mediante el análisis de la información fotográfica y procesos de fotointerpretación.

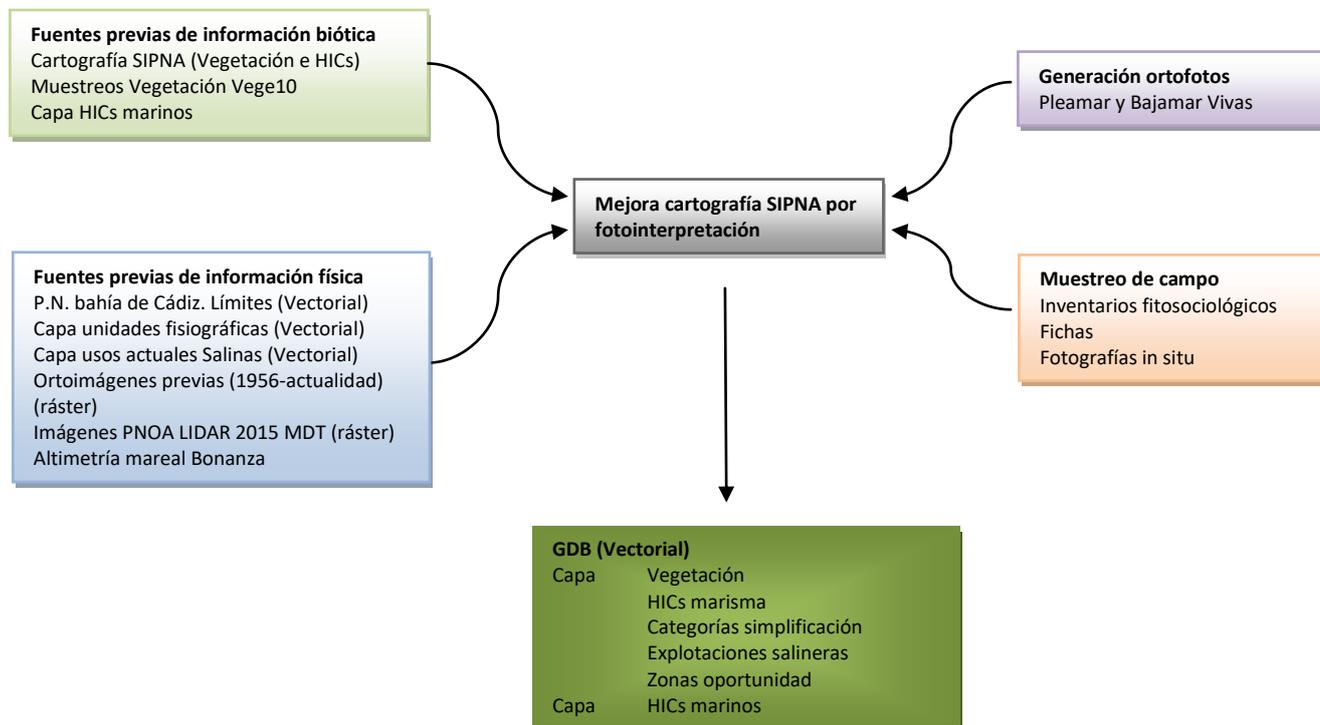
PRODUCTO 5: Cartografía revisada y actualizada de los HICs en el ámbito de trabajo (1130, 1140, 1150, 1310, 1320, 1410, 1420 y 1510). También se adjuntan HICs marinos suministrados por la REDIAM.

PRODUCTO 6. Cartografía temática simplificada en compartimentos mediante características bióticas y físicas, para la estimación de capacidad de sumidero azul de la marisma mareal de Bahía de Cádiz.

PRODUCTO 7. Cartografía revisada de Marisma Mareal de Bahía de Cádiz transformadas en explotaciones salineras y situación de uso actual.

PRODUCTO 8. Cartografía de las denominadas "Zonas de Oportunidad" correspondientes a ámbitos de marisma en mal estado de conservación sean susceptibles de realización de actuaciones de regeneración de la marisma y su capacidad de captura de Carbono Azul.

3. Flujo de trabajo



4. Plan de trabajo definitivo

El presente Servicio, se enmarca dentro del proyecto LIFE14 CCM/ES/000957 “Blue Natura Andalucía (Agosto de 2015 - Diciembre de 2019)” del que la Consejería de Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT, Actual Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible) de la Junta de Andalucía es socio coordinador debiendo de llevar a cabo trabajos preparatorios, cuyo objetivo principal es la caracterización de la marisma mareal en el espacio Bahía de Cádiz.

4.1. Plazo de ejecución. De forma oficial se estableció un periodo de ejecución total del servicio de 18 meses (30/10/2017 a 30/04/2019). No obstante, y a petición de la Dirección Facultativa, se ha llegado a un acuerdo para reducir en la medida de lo posible la entrega definitiva, que finalmente se ha concretado en el 5 marzo de 2019 y, por tanto, un periodo de ejecución de unos 16 meses.

Dentro de dicho periodo se han establecido un total de 6 FASES que a continuación de describen

4.2. Cronograma y sinopsis del trabajo

	2017		2018												2019		
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
FASE 1																	
Organización previa y elaboración plan de trabajo definitivo																	
Recopilación y selección de información																	
Criterios relación Uds. vegetación-HICs																	
FASE 2																	
Vuelos																	
FASE 3																	
Revisión información cartográfica de partida																	
Selección de áreas a muestrear en campo																	
FASE 4																	
Gestión de permisos de acceso																	
Visitas al campo																	
Base datos muestreos y Catálogo fotográfico																	
FASE 5																	
Fotointerpretación y Generación cartografía vegetación																	
Generación cartografía HICs																	
Generación Bases de datos geográfica (GDB)																	
Generación cartografías simplificadas por compartimentos																	
FASE 6																	
Control de errores geométricos (topología)																	
Control de errores temáticos																	
Validación: revisión visual de polígonos																	
Subsanación errores detectados por la Dirección Facultativa																	
Elaboración informe final																	
ENTREGAS																	
Plan de trabajo																	
Certificaciones. Entrega de productos e informes																	

FASE 1. Preliminar. Duración 1 mes.

El día 7 noviembre de 2017 se realizó una primera reunión presencial con la dirección del proyecto, el equipo técnico del Parque Natural Bahía de Cádiz y técnicos de la REDIAM, para determinar la situación de la información actual disponible, las líneas generales del plan de trabajo y la problemática de la generación de ortoimágenes.

En base a dicha reunión y a las directrices marcadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas se elaboró un plan de trabajo con todas las actuaciones y técnicas a emplear hasta finalizar la duración del contrato. Se hace entrega de dicho plan de trabajo a la dirección del proyecto en el día 17 de noviembre de 2017, dentro del plazo de un mes contemplado para esta fase.

Durante dicho periodo también se procede a la recopilación y análisis de información disponible en la CMAyOT (REDIAM) y se establecen, en colaboración de Yolanda Gil, de la AMAyA los criterios base que permiten determinar la relación Comunidades vegetales indicadoras de los Hábitats de Interés Comunitario (HICs). No obstante, queda abierta la posibilidad de realizar variaciones de manera flexible en función de los conocimientos y experiencia adquiridos durante la fase de campo.

FASE 2. Vuelos para generación de ortoimágenes

La realización de los vuelos para la generación de ortoimágenes ha sido subcontratada a SPASA, Servicios Politécnicos Aéreos, S.A. especialista de holgada experiencia en la realización de este tipo de imágenes. La fecha de la realización de los vuelos, se concretó finalmente julio de 2018. Aunque se intentaron realizar salidas en los meses previos de 2018, no fue posible como consecuencia de las condiciones meteorológicas adversas.

Con anterioridad se estuvo barajando la posibilidad de utilizar Imágenes satélite de alta resolución para uno de los periodos de bajamar. Para ello se realizaron gestiones en colaboración con Juan José Vales de la Amaya para determinar si era factible su uso. Finalmente se descartó debido a la gran dificultad de obtener imágenes de satélite en las fechas y horas concretas requeridas.

FASE 3. Revisión preliminar de la cartografía de vegetación de base

Durante dicha fase se ha realizado una revisión y análisis de la información cartográfica disponible de las unidades de vegetación presentes y muestreos realizados en el ámbito de estudio. Ello permitió establecer las pautas a seguir en la selección de ubicación de puntos de muestreo a realizar siguiente fase (4), de campo.

FASE 4. Fase de campo.

Inicialmente durante esta fase de muestreo se han realizado las gestiones oportunas para la obtención de permisos de acceso y posible coordinación con otros trabajos que se pudieran estar realizando dentro del marco del Proyecto LIFE, con el Director Técnico del P.N. de Bahía de Cádiz, Antonio Gómez Ferrer, otro personal del Parque y propiedades privadas.

De acuerdo con la metodología planteada más adelante, durante esta fase se ha procedido a la toma de muestreos y fotografías in situ, que han permitido validar, mejorar y corregir errores de la cartografía de vege10 (escala 1:10000) previamente existente y que data de 2005.

FASE 5. Fotointerpretación. Generación definitiva de cartografías

A partir de la cartografía de base, con la información proporcionada por las ortoimágenes realizadas ex profeso para este servicio y la información generada durante la fase de campo, durante esta quinta fase se han generado de las cartografías definitivas de acuerdo con los requerimientos contemplados en el PPT (vegetación, HICs y cartografía simplificada en compartimentos) y las bases de datos asociadas.

En dicha fase también se incluye un proceso de control de calidad interno, previo a la entrega definitiva de dichas cartografías.

FASE 6. Elaboración informe final y corrección de errores

La ejecución del servicio finaliza con la elaboración del presente informe final en el que se recoge la metodología empleada, análisis de los resultados obtenidos así como las incidencias encontradas a lo largo del trabajo realizado.

También se contempla que en caso de de la Dirección Facultativa detecte cualquier error o incidencia en el material entregado, se proceda a su subsanación.

5. Metodologías

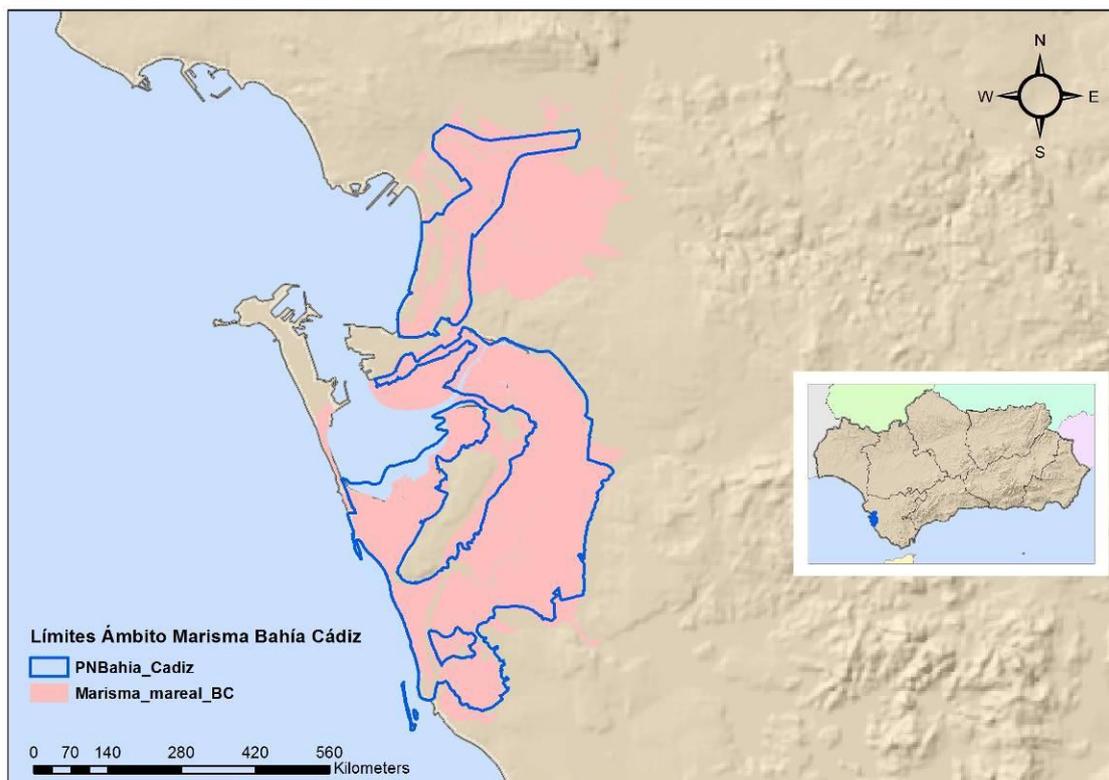
5.1. Cartografía vegetación e HICs

Como ya se ha comentado con anterioridad, el objetivo principal de este trabajo ha sido la generación de cartografía revisada y actualizada de vegetación y usos del territorio, y de los Hábitats de Interés Comunitario en la marisma mareal de Bahía de Cádiz, que sirva como base para la generación de categorías simplificadas para la realización de una estimación fiable de la capacidad de retención de carbono azul que tiene esta marisma mareal.

A continuación se abordan los principales aspectos metodológicos desarrollados para la consecución de dicho objetivo.

5.1.1. Ámbito del estudio

El ámbito de trabajo se corresponde con la marisma mareal de Bahía de Cádiz. Como punto de partida de referencia espacial se han tomado tanto los límites del P.N. de Bahía de Cádiz como la marisma mareal procedente de la cartografía de Unidades Fisiográficas del Litoral de Andalucía (2007, REDIAM). Según las estimaciones de dicha cartografía se contempla una superficie de 13339 has. A posteriori, ésta ha permitido delimitar los límites actuales con la generación de las ortoimágenes ex profeso para este trabajo y la revisión por fotointerpretación.



5.1.2. Fuentes de información de partida

a) SIPNA (Vege10). Comunidades vegetales e HICs

Actualmente el SIPNA (Sistema de Información sobre el Patrimonio Natural de Andalucía) contiene de manera integrada gran cantidad de la información cartográfica generada durante más de 20 años sobre vegetación (vege10), usos del suelo (SIOSE_Andalucía), Hábitats de interés Comunitario (HICs de Andalucía), etc., trabajos en los que Biogeos, Estudios Ambientales, S.L. ha participado en su elaboración de forma activa (consultar <http://www.biogeos.es/cartografias-y-entornos-sig> y <http://www.biogeos.es/habitats-y-poblaciones>).

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (actual Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible) dispone de una Cartografía de vegetación natural a escala 1:10000 y muestreos asociados realizada durante 2004-2005 para el P.N. de Bahía de Cádiz, mediante un Acuerdo específico suscrito entre dicha Consejería y la Universidad de Sevilla.

Dicho Espacio Natural Protegido se localiza entre las localidades de El Puerto de Santa María al norte, la autopista Sevilla-Cádiz por el Este, y Chiclana de la Frontera por el Sur. Cubre unas 10.600 Ha, principalmente de marismas mareales, por lo que una parte importante del ámbito territorial contemplado en la presente licitación (unas 13300 Ha) está recogido en dicho estudio previo y puede ser utilizado como cartografía de base para su posterior actualización y corrección de posibles errores.



b) Muestreos de vegetación Vege10

Se dispone de un total de 263 muestreos en el ámbito de la Marisma Mareal de Bahía de Cádiz, procedente de la cartografía de Vege10.

c) Aplicación de la REDIAM

También está disponible en el laboratorio de la REDIAM para su consulta buena parte de la información generada sobre vegetación, hábitats y coberturas del suelo en Andalucía.

http://laboratoriorediam.cica.es/AplicacionVegetacion/?lr=lang_es

A través de dicho portal se puede acceder de manera sencilla a información cartográfica y documentación para su consulta, de gran utilidad tanto en oficina como en las salidas al campo.

Entre la información disponible cabe destacar la consulta de inventarios fitosociológicos georreferenciados en el visor de la REDIAM y las fichas descriptivas de HICs.



Ejemplo de inventario obtenido a partir de la aplicación de la REDIAM:

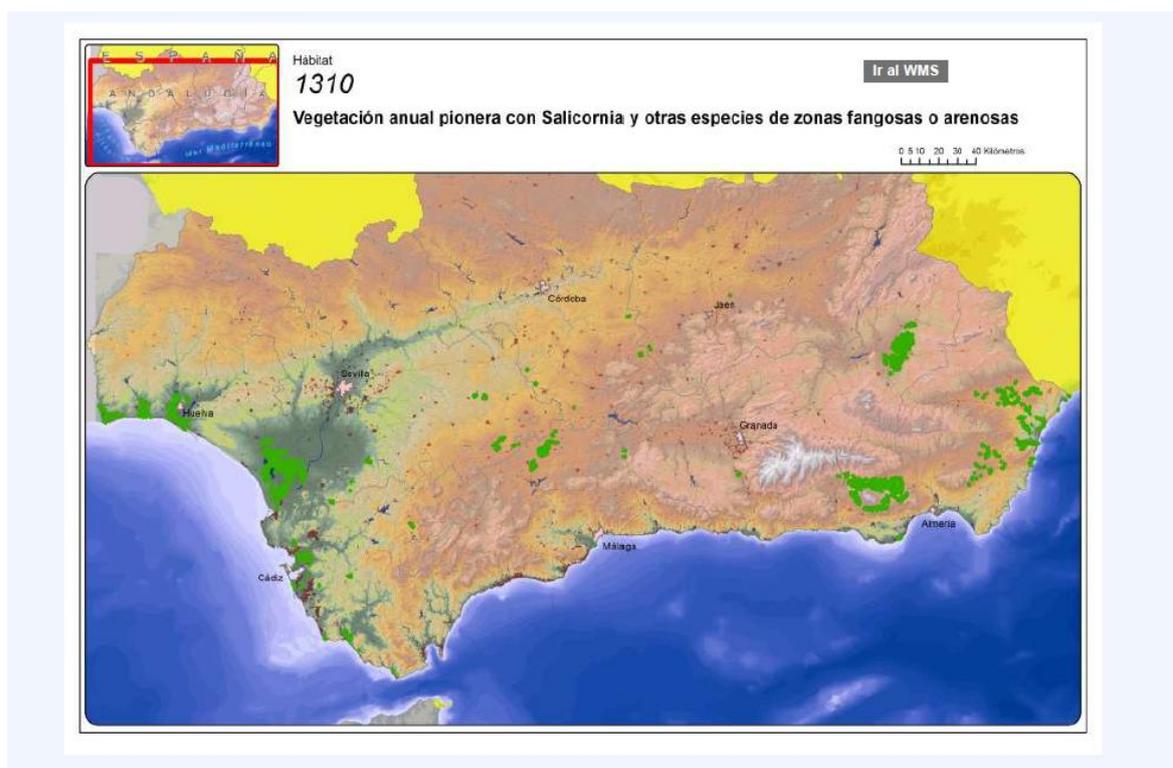
Punto de Inventario N°: 7063

Comunidad: *Puccinellio maritimae-Sarcocornietum perennis* Géhu 1976

Cobertura de la vegetación (%): 90
 Fecha: 11/01/2005
 Altura de la vegetación (m): 20
 Área muestreada (m2): 25
 Autores del muestreo: Alfredo Rubio y Jerónimo Muñoz

Código	Especie	Estrato	% Cobertura
6245	<i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i>	Arbustivo	75
6243	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Arbustivo	05
27770	Suelo desnudo	Ningún estrato vivo	05
6251	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	Arbustivo	01
6262	<i>Suaeda vera</i>	Arbustivo	(<0,5)

Las fichas de HICs describen las principales características de los Hábitats, su distribución conocida en Andalucía, así como las entidades fitosociológicas relacionadas según el conocimiento actual.



Entidades fitosociológicas relacionadas con el hábitat

[Ir a la ficha](#)

SAGINETEA MARITIMAE	<input type="checkbox"/>
<i>Frankenietalia pulverulentae</i>	
<i>Hordeion marini</i>	
<i>Plantagini coronopi-Hordeetum marini</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Hainardio cylindricae-Rostrarietum phleoidis</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Polypogono maritimi-Hordeetum marini</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Frankenion pulverulentae</i>	
<i>Bupleuro semicompositi-Filaginetum mareoticae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae</i>	<input type="checkbox"/>
THERO-SALICORNITEA	<input type="checkbox"/>
<i>Thero-Suaedetalia</i>	
<i>Thero-Suaedion</i>	
<i>Suaedo splendidis-Salsoletum sodae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Cressetum villosae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Thero-Salicornietalia</i>	
<i>Salicornion patulae</i>	
<i>Suaedo braun-blanquetii-Salicornietum patulae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Suaedo splendidis-Salicornietum patulae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Comunidad de Salicornia patula</i>	
<i>Suaedo spicatae-Salicornietum patulae</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Microcnemion coralloidus</i>	
<i>Halopeplidetum amplexicaulis</i>	
<i>Microcnemetum coralloidus</i>	



d) Capa de usos actuales en Salinas

Desde la dirección del P.N. de Bahía de Cádiz, se ha proporcionado una capa de las Salinas y estado de uso actual de las mismas que ha facilitado la compartimentación de algunas de categorías simplificadas de la cartografía generada.



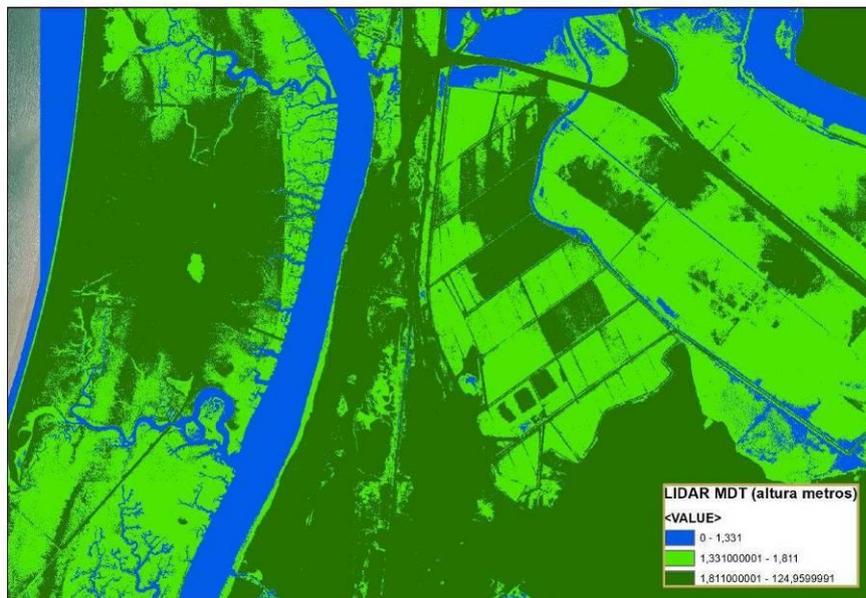
e) Fotografías aéreas periodos previos

Para la resolución de dudas por cambios de la cubierta vegetal y usos en el territorio dentro de la revisión de la cartografía por fotointerpretación, se ha dispuesto, cuando era necesario de un histórico de ortofotografías para distintos periodos temporales, desde 1956 hasta la actualidad.



f) LIDAR sombras y MDT

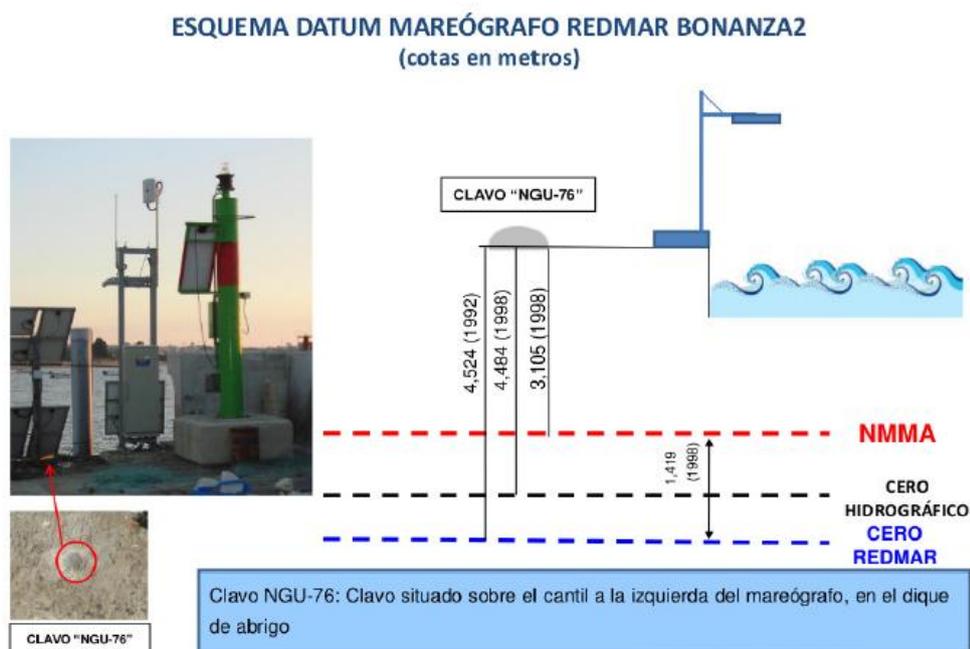
Aunque el establecimiento de las distintas categorías de simplificación está basado como fuente primaria en los elementos biológicos (cobertura vegetal) y usos del territorio (p.ej. salinas), el Modelo Digital del Territorio (MDT) de Andalucía de 2m de resolución generado a partir de información PNOA LiDAR 2014-15 combinado con los valores de altimetría mareal, son una fuente de información complementaria de gran utilidad para diferenciar Marisma Alta-Media-Baja en caso de situaciones de duda.



g) Altimetría mareal Mareógrafo de Bonanza

Altimetría mareal/Lidar MDT

Se han utilizado como referencia los parámetros de marea del mareógrafo de Puerto de Sevilla-Bonanza. Informe de REDMAR (Puertos del Estado), Resumen de parámetros relacionados con el nivel del mar Serie histórica 1992-2013.



Nota: La posición relativa de Clavo y Mareógrafo está simplificada. NMMA: Cero IGN



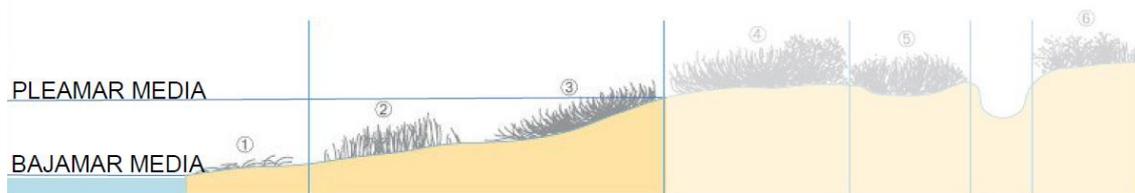
Niveles (cm)

	Observados				Marea astronómica			
	Máx	Mín	Med	D.E.	Máx	Mín	Med	D.E.
Pleamar	386	184	275	33	359	190	273	32
Bajamar	170	-3	76	26	142	18	79	23
Pleamar viva	381	274	323	21	359	282	319	18
Bajamar viva	122	-3	46	17	76	18	49	14
Pleamar muerta	366	184	227	18	254	190	224	14
Bajamar muerta	170	61	114	16	142	91	115	11

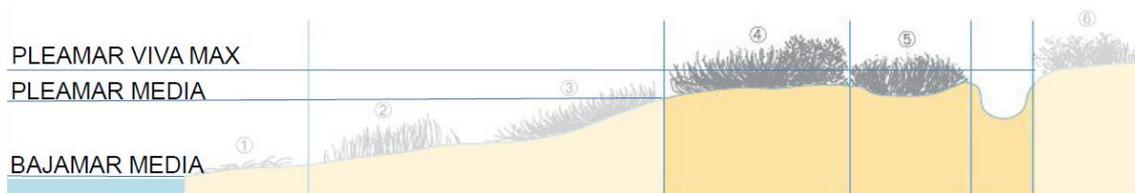
Tabla 2. Estadísticas de bajamares y pleamares observadas y astronómicas. Estos parámetros se calculan sobre toda la serie de pleamares (bajamares) y sobre las pleamares (bajamares) coincidentes con mareas vivas y con mareas muertas. La unidad de todos los parámetros es el centímetro.

	CERO REDMAR (0 m)	NMMA (1,419 m)
Bajamar media	0,76	-0,659
Pleamar media	2,75	1,331
Pleamar viva	3,23	1,811

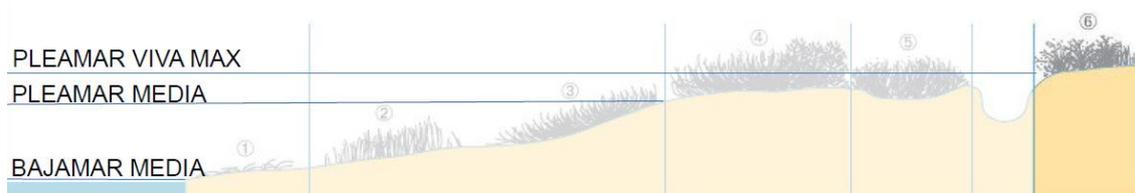
	Valor mínimo altura (m)	Valor máximo altura (m)
Marisma baja	-0,659	1,331
Marisma media	1,331	1,811
Marisma alta	1,811	Sin influencia marina



Esquema Marisma Baja. Ámbito comprendido entre bajamar media y pleamar media (Autor Jesús Chaves Posadillo - AMAyA).



Esquema Marisma Media. Ámbito comprendido entre pleamar media y pleamar viva media (Autor Jesús Chaves Posadillo - AMAyA).



Esquema Marisma Alta. Ámbito comprendido por encima de la pleamar pleamar viva media y presencia de vegetación sin influencia mareal (Autor Jesús Chaves Posadillo - AMAyA).

h) Capas de fanerógamas e HICs marinos

Desde la REDIAM tb se ha proporcionado las capas de información más actual relativa a fanerógamas marinas e HICs de carácter Marino (1110, 1130, 1140, 1160 1170 y 1180)

5.1.3. Generación de nueva información

a) Fotografía Aérea

Para la realización ex profeso de las fotografías aéreas del ámbito pleamar y bajamar se ha subcontratado a la empresa Spasa, Servicios Politécnicos Aéreos, S.A. Los datos técnicos más relevantes se indican a continuación:

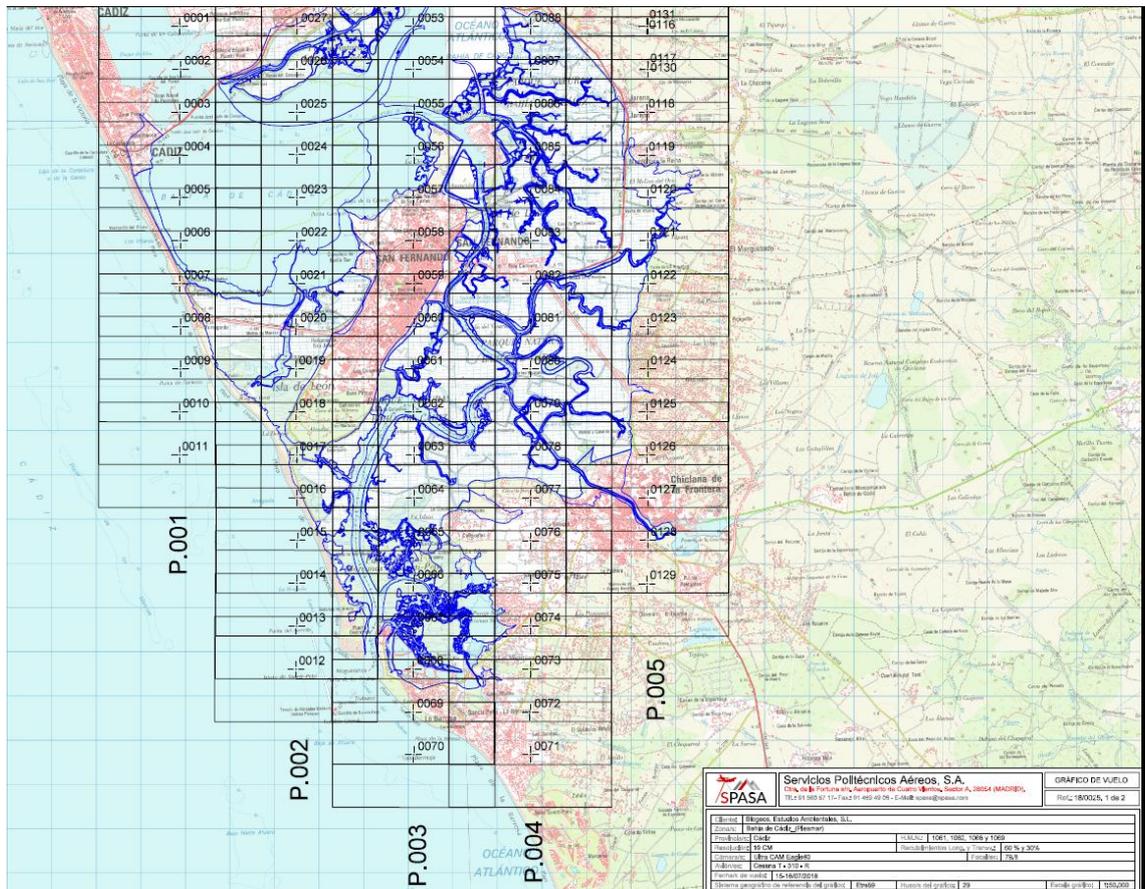
2 Vuelos. Pleamar y bajamar vivas

Fecha realización 15-16/07/2018

Coefficiente de marea 96 y 88 respectivamente.

GSD: 19 cm

Ejemplo gráfico de vuelo en pleamar



b) Muestreos de campo

Para la planificación de la campaña de muestreos in situ se establecieron una serie de **criterios** la hora de seleccionar las **localizaciones concretas para realización de muestreos**:

- Muestreo estratificado por todo el ámbito de estudio
- Localización de muestreos procedentes de vege10 para la distribución de nuevos muestreos en zonas no muestreadas o zonas de cambio.
- Tipos de ecosistemas y formaciones vegetales
- Polígonos dudosos
- Zonas de cambio respecto a cartografía disponible
- Accesibilidad a la zona a muestrear

El conjunto de itinerarios propuestos ha sido supervisado, por Antonio Gómez, Director Conservador del P.N. de Bahía de Cádiz., el cual sido de gran ayuda a la hora de aconsejar puntos a visitar o descartar , localización de accesos, contactos con la propiedad y gestionar los permisos necesarios para transitar por el espacio.

Durante las visitas realizadas se han realizado fichas e inventarios fitosociológicos y se han tomado fotografías de campo georreferenciadas para caracterizar las distintas formaciones vegetales y resolver dudas a posteriori de los puntos muestreados.

Tanto los puntos de muestreo como fotografías muestreadas han quedado registrada su geolocalización en sendas capas shp.

Por su parte, la información asociada a los muestreos fitosociológicos realizados se han integrado en una **base de datos** de Access siguiendo la estructura de tablas habitual utilizado en la cartografía de vegetación natural a escala 1:10000 (Vege10).

Especie	Indice BL_BK	Estrato
6262 Suseda vera	1 5	2 Arbustivo
6251 Anthrocnemum macrostachyum	5 1	2 Arbustivo
6912 Limnistrum monopetalum	7 +	2 Arbustivo
12174 Bromus lanceolatus	7 +	1 Herbáceo
12137 Phalaris paradoxa	7 +	1 Herbáceo
11839 Lolium rigidum	7 +	1 Herbáceo

c) Descripción de metodología de muestreo. Inventarios y fichas. Modelos

Con objeto de tipificar las distintas comunidades seminaturales y naturales presentes en el área de estudio se realizarán inventarios según el método fitosociológico de la escuela de Zurich-Montpellier, conocido como método sigmatista de Braun-Blanquet (1979), y teniendo en cuenta la revisión hecha por Gèhu & Rivas-Martínez (1980). Se seguirá el sistema de muestreo centralizado (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), por lo que el lugar de los muestreos no es elegido en ningún caso al azar. La superficie del inventario se delimita mediante una cinta métrica y varía en función del tipo de comunidad:

Formaciones arboladas:	100-200 m ² ;
Formaciones arbustivas:	microfanerófitos: 100-200 m ² nanofanerófitos: 50-100 m ² caméfitos: 25-50 m ²
Pastizales:	1-25 m ²
Otras comunidades (rupícolas, acuáticas)	< 1 m ²

En cada inventario (ver modelo adjunto estándar) se consigna: área de muestreo, pendiente, orientación, altitud, litología, cobertura total de la vegetación y cobertura-altura media por estrato (ver modelo adjunto).

También se anotan las especies presentes, diferenciadas por estratos, e indicando el índice de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet para cada una de ellas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974):

5. Cualquier número de individuos, cobertura > 75%
4. Cualquier número de individuos, cobertura 50-75%
3. Cualquier número de individuos, cobertura 25-50%
2. Cualquier número de individuos, cobertura 5-25%
1. Individuos numerosos, pero cobertura < 5% o individuos dispersos pero con cobertura de hasta un 5%.
- +. Pocos individuos, cobertura pequeña
- r. Un solo individuo, cobertura pequeña

Adicionalmente, en las hojas de inventario se pueden anotar otras características de la comunidad muestreada: serie de vegetación, piso bioclimático, ombroclima, contacto catenal con otras comunidades, presencia de alguna otra especie en las inmediaciones del inventario, así como cualquier otra observación considerada de interés.

Según las características de la mancha a muestrear, así como la disponibilidad previa de inventarios fitosociológicos ya realizados, se han realizado fichas o notas de campo. Este tipo de muestreo, aunque de menor detalle que los inventarios permiten obtener una información básica de gran utilidad con un menor gasto de recursos temporales. En ellas (ver modelo adjunto) se recoge información sobre especies dominantes en los distintos estratos, presencia o no de comunidades en el polígono y, en su caso, identificación de las mismas. Ello permite la obtención eficiente de información para la revisión y mejora de la cartografía de vegetación (Vege10) de partida.

d) Mejoras cartografía SIPNA por Fotointerpretación

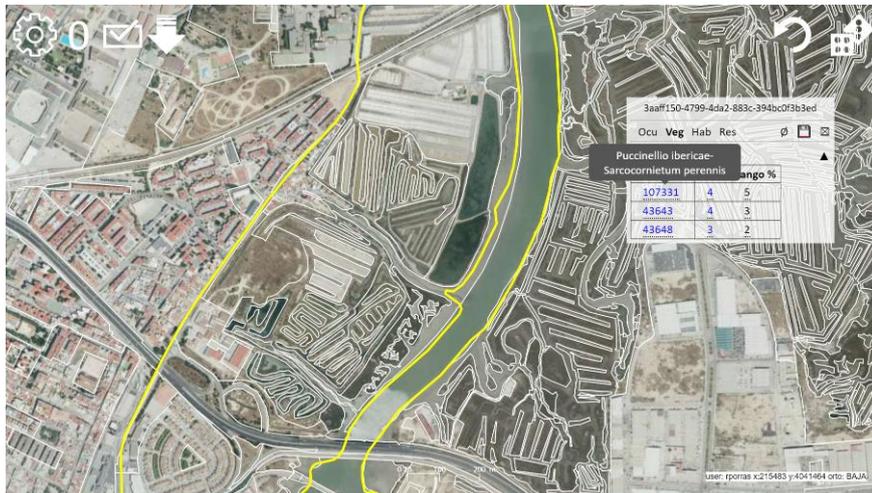
Proceso de fotointerpretación

Se ha realizado una revisión geométrica y temática a escala 1:5000 por fotointerpretación de dentro del ámbito de la Marisma mareal de Bahía de Cádiz, prestando particular atención a:

- Lodos/suelo desnudo
- Láminas de agua
- Comunidades vegetales
- Caños de marea
- Salinas

También se han revisado los Hábitats de Interés Comunitario asociados a los distintos ecosistemas y comunidades vegetales presentes.

Para ello se han utilizado el conjunto de fuentes de información disponibles descritas anteriormente, y se ha utilizado para la edición de la cartografía de SIPNA, resultando de gran practicidad, una aplicación software GIS on line suministrada por la AMAYa y el técnico responsable de la misma (Yolanda Gil y Daniel Romero, de RQUER, Tecnología y Sistemas, S.L.)



e) Proceso de simplificación de categorías. Zonas de oportunidad

El proceso de simplificación de la cartografía para el establecimiento de categorías para el cálculo proviene de la utilización como cartografía base de referencia la capa SIPNA convenientemente revisada y actualizada por fotointerpretación.

No obstante, como se generan problemas de adscripción a las Categorías de Marisma Alta-Media-Baja en una parte de los polígonos, se ha utilizado como fuente adicional de referencia la información de altimetría de LiDAR y valores de pleamar y bajamar del mareógrafo de Bonanza. Para cada polígono cartografiado se ha calculado el valor medio de altitud a partir del MDT, y la información se ha integrado dentro de la capa vectorial de vegetación en un campo denominado "Alt_med". Un caso particular, son aquellos polígonos dominados por *Sarcocornia* de gran extensión que poseían un valor heterogéneo de altitud, y que han sido fragmentados en función de la distribución de altitudes del polígono original, para una adscripción más realista a las categorías de marisma baja-media.

Tras diversas reuniones con los diversos agentes implicados en el Proyecto (Jesús Vilches, responsable cartografía Marisma Odiel, Antonio Gómez, Director P.N. Bahía de Cádiz, responsables del CISC de análisis de capacidad de secuestro de carbono,...) se ha considerado establecer las siguientes categorías de simplificación

Caños de marea (Estuarios)

Esta categoría comprende las láminas de agua en bajamar de los caños de marea. Estrictamente, por tanto, no puede considerarse que forme parte de la marisma mareal, sino que es una tipología adyacente a ésta.

Marisma Baja

- Biotopo: Parte del terreno que se inunda dos veces al día por acción de la marea. Son suelos desnudos o con vegetación escasa formada por especies que soportan grandes periodos de inundación y un carácter pionero y colonizador
- Inundación: alta por efecto de la marea diaria.
- Límites: Su cota se define entre la bajamar media y la pleamar media.
- Vegetación: Las principales especies son *Zostera noltii* (sintaxon *Zosteretum noltii*), *Spartina maritima* (sintaxon *Spartinetum maritimae*), *Salicornia ramossissima* (sintaxon *Suaedo splendidis-Salicornietum patulae*) y *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* y subsp. *alpini* (sintaxones: *Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis* y *Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini*).
- Hábitats de interés Comunitario (HICs) 1140, 1320, 1410 y 1420
- Cota: Se sitúa entre los -0,659 m y los 1,331 cm Sobre el Nivel Medio del Mar en Alicante (SNMMA).

Subtipos:

Praderas de *Zostera noltii*: sintaxon *Zosteretum maritimae*

Marisma Baja suelo

Marisma Baja *Spartina*: sintaxon *Spartinetum maritimae*

Marisma Baja *Sarcocornias*:

Sintaxones considerados en dicho subtipo:

Código ENT_PK	Sintaxon
29815	<i>Sarcocornietea fruticosae</i>
29934	<i>Sarcocornietalia fruticosae</i>
43638	<i>Salicornienion fruticosae</i>
43639	<i>Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae</i>
43642	<i>Sarcocornienion alpini</i>
43643	<i>Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini</i>
43998	<i>Suaedo braun-blanquetii-Salicornietum patulae</i>
105770	<i>Suaedo splendidis-Salicornietum patulae</i>
107331	<i>Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis</i>

Marisma Media

- Biotopo: Parte del terreno que se inunda sólo con mareas vivas o en coeficientes mayores a la pleamar media.
- Inundación: media o escasa (habitualmente 1-3 días al mes).

- Límites: Su límite inferior lo marca la pleamar media y el superior el nivel de pleamar viva máxima. Por cota se sitúa entre la Marisma Baja y Marisma Alta.
- Vegetación: formada por matorrales halófitos mediterráneos y termoatlánticos, dominados por *Halimione portulacoides* (sintaxon *Sarcocornietalia fruticosae*), *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (sintaxon *Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini*), *Sarcocornia fruticosa* (sintaxon *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*).
- HICs: 1420
- Cota: Se sitúa entre los 1,331 m y 1,881 m SNMMA.

Sintaxones considerados:

Código ENT_PK	Sintaxon
29815	<i>Sarcocornietea fruticosae</i>
29934	<i>Sarcocornietalia fruticosae</i>
43638	<i>Salicornienion fruticosae</i>
43639	<i>Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae</i>
43642	<i>Sarcocornienion alpini</i>
43643	<i>Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini</i>
105770	<i>Suaedo splendentis-Salicornietum patulae</i>
107331	<i>Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis</i>

Marisma Alta

- Biotopo: Parte del terreno que por su altura se prácticamente no se inunda nunca, pero tienen una gran influencia de salinidad. Son terrenos prácticamente estabilizados desde el punto de vista geomorfológico.
- Inundación: Muy escasa. En periodos de marea equinocial.
- Límites: A nivel de cota se consideran terrenos por encima del nivel de la Pleamar Viva.
- Máxima. El nivel superior no está definido con precisión, ya que se asocia más a una transición a especies de interior, más que a una cota determinada. Por tanto, se situaría entre MM en cotas más bajas y zonas de No Marisma (NM).
- Vegetación: Su vegetación está compuesta por especies leñosas adaptada a suelos salinos continentalizados, dominados por *Arthrocnemum macrostachyum* (sintaxon *Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi*), *Limoniastrum monopetalum* (sintaxon *Polygono equisetiformis-Limoniastrum monopetali*) y *Suaeda vera* (sintaxon *Cistancho phelypaeae-Suaedetum verae*).
- HICs: 1420.
- Cota: Se sitúa entre los 1,881 m y 4 m aproximadamente SNMMA.

Sintaxones característicos:

Código ENT_PK	Sintaxon
29935	<i>Limonieta</i>
43646	<i>Cistancho phelypaeae-Suaedetum verae</i>
43647	<i>Polygono equisetiformis-Limoniastrum monopetali</i>
43648	<i>Arthrocnemion macrostachyi</i>
43650	<i>Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi</i>
104649	<i>Limoniastrum monopetali</i>

Salinas activas

Salinas con explotación salinera en la actualidad.

Salinas abandonadas con influencia mareal diaria

Salinas sin uso actual conocido con influencia mareal variable, que en algunos casos llega a tener un grado de naturalización elevada tras un periodo prolongado de desuso y la degradación de la mayor parte de las infraestructuras salineras.

Salinas abandonadas con escasa influencia mareal

Salinas recientemente abandonadas o más aisladas de la influencia mareal, que no se ven sometidas a periodos de inundación diarias.

Salinas transformadas para acuicultura

Salinas actualmente transformadas para su explotación como granjas marinas

Zonas de oportunidad

Zonas de marisma mareal degradada que son susceptibles de realización de actuaciones de regeneración.

f) Capas vectoriales de información generada (GDB) y BD puntos de muestreo

Dado el volumen de información generada, en la mayoría de los casos en formato vectorial, se ha optado por integrarla en una Geodatabase personal (GDB) con las siguientes capas de información:

Capa de Cartografía SIPNA fanerógamas

Capa de Cartografía SIPNA con el campo original "Label" heredado de ésta, a la que se le han integrado los polígonos de fanerógamas marinas, en su versión más actualizada disponible, y que ha sido suministrada por la Dirección Facultativa. Adicionalmente se le han integrado un conjunto de campos que facilitan el manejo de información sobre las comunidades vegetales presentes, suprausos heredados de SIOSE, Hábitats de Interés Comunitario, Categorías de simplificación para el cálculo de sumideros de carbono, altitud media por polígono según LiDAR, etc.

A continuación se enumeran y describen los campos integrados en dicha capa:

Nombre campo	Tipo	Descripción	Categorías
Label	Texto	Campo heredado de SIPNA con información asociada	
Com1	Double	Código comunidad vegetación 1	Según diccionario ENT_PK
Com1_Des	Texto	Descripción comunidad fitosociológica	
Com2	Double	Código comunidad vegetación 2	Según diccionario ENT_PK
Com2_Des	Texto	Descripción comunidad fitosociológica	
Com3	Double	Código comunidad vegetación 3	Según diccionario ENT_PK
Com3_Des	Texto	Descripción comunidad fitosociológica	
Com4	Double	Código comunidad vegetación 4	Según diccionario ENT_PK
Com4_Des	Texto	Descripción comunidad fitosociológica	
Com5	Double	Código comunidad vegetación 5	Según diccionario ENT_PK
Com5_Des	Texto	Descripción comunidad fitosociológica	
Suprauso1	Double	Código suprauso SIOSE 1	(2111, 2112, 203, 221, 222, 318...)
Suprauso1_des	Texto	Descripción	
Suprauso2	Double	Código suprauso SIOSE 2	
Suprauso2_des	Texto	Descripción	
Suprauso3	Double	Código suprauso SIOSE 3	
Suprauso3_des	Texto	Descripción	
Fanerógamas	Double	Código comunidad de fanerógamas marinas	Según diccionario ENT_PK
HIC1	Texto	Código HIC 1	
HIC2	Texto	Código HIC 2	
HIC3	Texto	Código HIC 3	
HIC4	Texto	Código HIC 4	
Alt_med	Double	Altitud media/pol Según LiDAR	
Alt_med_error	Double	Polígono con problemas en el valor de altitud de LiDAR	
Ma_Natur	Texto	Marisma mareal natural. Tipos. MB_Suelo: 1) Suprauso no 203 o 221 (Suprauso1 =203 OR Suprauso1 =221 OR Suprauso2 =203 OR Suprauso2 =221) 2) Suprauso1 =2112 OR Suprauso2 =2112 3) Alt_med <1.331 (corregida tercio norte - 0.7)	MB_Suelo MB_Spartina MB_Sarcoconia MM MA

		<p>4)</p> <p>MB_Spartina: Por presencia Spartina MB_Sarcocornia:</p> <p>5) suprauso no 203 o 221 (Suprauso1 =203 OR Suprauso1 =221 OR Suprauso2 =203 OR Suprauso2 =221)</p> <p>6) Cober_Sarcocornia >0</p> <p>7) Cober_Sarcocornia > Cober_MA</p> <p>8) Alt_med <1.331</p> <p>9) No presencia de Spartina</p> <p>MM:</p> <p>1) suprauso no 203 o 221(Suprauso1 =203 OR Suprauso1 =221 OR Suprauso2 =203 OR Suprauso2 =221)</p> <p>2) Cober_Sarcocornia >0</p> <p>3) Cober_Sarcocornia > Cober_MA</p> <p>4) Alt_med >= 1.331</p> <p>5) No presencia de Spartina</p> <p>MA: Según presencia comunidades. Cober_MA tiene que tener valor de cobertura superior a Cober Sarcocornias</p> <p>1) suprauso no 203 o 221(Suprauso1 =203 OR Suprauso1 =221 OR Suprauso2 =203 OR Suprauso2 =221)</p> <p>2) Cober_MA >0</p> <p>3) Cober_Sarcocornia < Cober_MA</p>	
Cober_Sarcocornias	Double	Cobertura comunidades Sarcocornias y otras comunidades de MB-MM Para determinar MB y MM	
Cober_MA	Double	Cobertura comunidades MA Para determinar MA. Tiene que tener valor de cobertura superior a Cober Sarcocornias	
Ma_Mareal	Texto	<p>MB Sarcocornia Criterios:</p> <p>1) Cober_Sarcocornia >0</p> <p>2) Cober_Sarcocornia > Cober_MA</p> <p>3) Alt_med <1.331</p> <p>MB Spartina Criterios:</p> <p>1) Com1-Com5: Código 104687 (<i>Spartinetum maritimae</i>)</p> <p>MB Suelo Criterios</p> <p>1) Suprauso 1-Suprauso 3 Cod 2112 (Marisma mareal sin vegetación)</p> <p>2) Alt_med <1.331</p> <p>MM Marisma Media Criterios:</p> <p>1) Cober_Sarcocornia >0</p> <p>2) Cober_Sarcocornia > Cober_MA</p> <p>3) Alt_med >=1.331</p> <p>MA Marisma Alta Criterios:</p> <p>1) Cober_MA >0</p> <p>2) Cober_Sarcocornia < Cober_MA</p>	
Categorías simplif	Texto	Categorías simplificación de cartografía para cálculos de secuestro de carbono	
ZO	Double	Zonas oportunidad según nivel 1 (grandes zonas) y nivel 2 (de segundo nivel).	
Salinas	Double	Situación salinas según manejo actual 1 Salinas activas 2 Salinas abandonadas con influencia mareal	

		diaria 3 Salinas abandonadas con escasa influencia mareal 4 Salinas Transformadas para acuicultura 5	
Salinas_des	Texto	Descripción situación salinas	
Salinas explotación	Texto	Salinas tradicionales/Salinas industriales	

Campo Cober_Sarcocornias

Para su estimación se ha realizado un cálculo aproximativo del valor de cobertura en función de la presencia de las siguientes comunidades vegetales a partir de los valores heredados de SIPNA. Hay que tener en consideración que los valores de cobertura de cada comunidad provienen de un rango de cobertura (1-25; 25-50; 50-75; 75-100). Se ha tomado el valor medio del rango de presencia, por lo que en caso de presencia de varias comunidades, el sumatorio de valores de cobertura puede ser superior a 100.

Código ENT_PK	Sintaxon
29815	SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE
29934	Sarcocornietalia fruticosae
43638	Salicornienion fruticosae
43639	Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae
43641	Puccinellio maritimae-Sarcocornietum perennis
43642	Sarcocornienion alpini
43643	Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini
43644	Sarcocornietum alpini
43998	Suaedo braun-blanquetii-Salicornietum patulae
104517	Puccinellio caespitosae-Sarcocornietum alpini
105770	Suaedo splendentis-Salicornietum patulae
106414	Comunidad de Salicornia patula
106935	Suaedo maritimae-Salicornietum patulae
107331	Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis

En verde sintaxones presentes en el territorio

Campo Cober_MA

Se ha procedido de igual manera al caso anterior tomando en consideración las siguientes comunidades vegetales:

Código ENT_PK	Sintaxon
29935	Limonietalia
43646	Cistancho phelypaeae-Suadetum verae
43647	Polygono equisetiformis-Limoniastretum monopetali
43648	Arthrocnemion macrostachyi

43649	Frankenio corymbosae-Arthrocnemetum macrostachyi
43650	Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi
43651	Arthrocnemo macrostachyi-Juncetum subulati
43659	Puccinellio caespitosae-Arthrocnemetum macrostachyi
44061	Suaedetum verae
104649	Limoniastrion monopetali
104942	Atriplici glaucae-Suaedetum verae

En verde sintaxones presentes en el territorio

Capa geolocalización "Puntos de muestreo"

Capa vectorial de puntos con información asociada de geolocalización de los muestreos realizados en campo

Capa de geolocalización "Fotografías de campo"

Capa vectorial de puntos con información asociada de geolocalización de las fotografías realizadas en campo

Capa "HICs marinos"

Capa vectorial de polígonos suministrada por la AMAyA con la información más actual disponible HICs de carácter costero marino (grupo 1) en el entorno del espacio de trabajo. Se ha optado por incluir la información en una capa independiente sin integrar al resto de información cartográfica para evitar problemas logísticos de integración geométrica.

Sistema de referencia Cartográfica: Teniendo en cuenta que el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, define que para la referenciación geográfica y cartográfica se utilice el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), en este proyecto se ha determinado que toda la cartografía utilizada y generada sea en dicho sistema de referencia cartográfico, Huso 30 y coordenadas formato UTM. Las fuentes que estaban desactualizadas en ED50 fueron convertidas a ETRS89.

6. Resultados

6.1. Fotografías Aéreas

Toda la información generada por la empresa SPASA relativa a los 2 vuelos realizados para la adquisición de imágenes en bajamar y pleamar viva ha sido entregada a la Dirección Facultativa del Servicio en formato físico de HDD, debido al elevado peso del material generado.

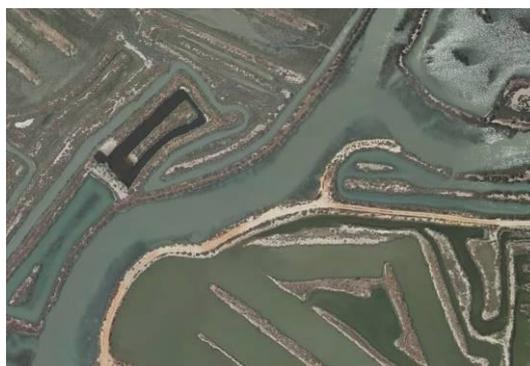
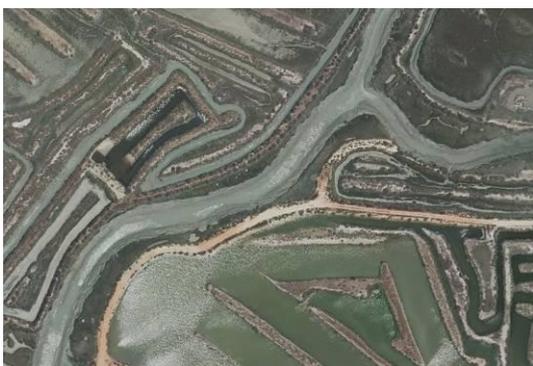
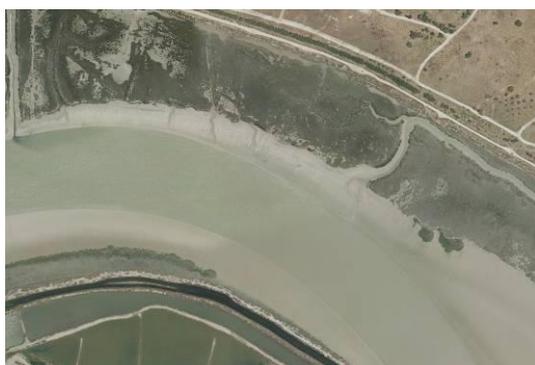
En él se han incluido los gráficos e informes de vuelo, calibraciones, eventos, imágenes individuales en formato TIF_RGB, QuickView_RGB, ortofotos en mosaico en formato ECW y Geotiff tanto de pleamar como bajamar, etc.

Ello ha permitido obtener imágenes a gran resolución (GSD 19 cm) actualizadas a julio de 2018 en un ecosistema de gran dinamismo y manejo de explotación de salinas y entorno urbano.

Las imágenes en ciclos de Bajamar/Pleamar permiten conocer los flujos de agua en pleamar/bajamar, las superficies inundables con los flujos de marea, caños de marea, aguas embalsadas en bajamar, áreas desecadas en pleamar, etc. También las comunidades vegetales y lodos cubiertos por la lámina de agua en pleamar y al descubierto en bajamar.

Bajamar

Pleamar



6.2. Fase de campo

6.2.1. Muestreos de campo

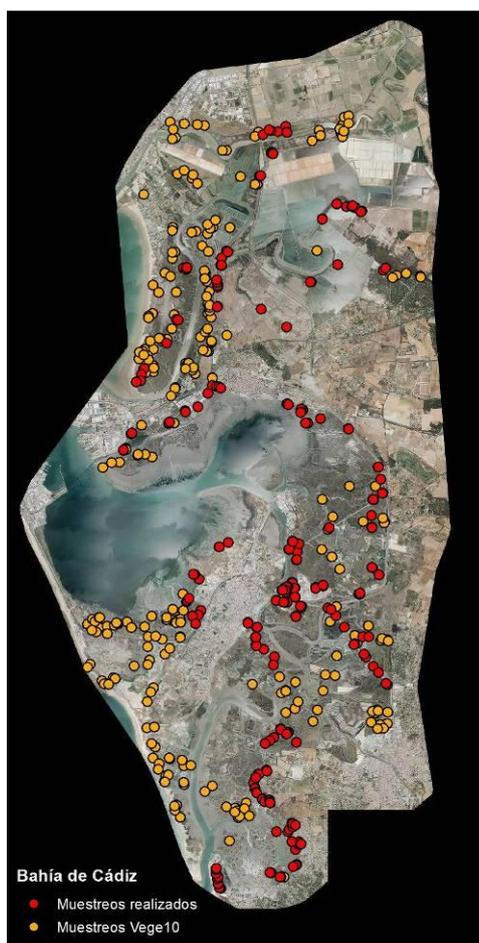
A continuación se resumen los datos más relevantes sobre la información generada:

Periodo de muestreo: 14/04/2018 a 26/07/2018

Muestreos	Número
Inventarios	41
Fichas	217
Total	258

Muestreos previos procedentes de vege10: 263.

En el marco del presente estudio se han realizado un total de 258 muestreos de campo, que unidos a los 263 puntos de muestreo previo, han permitido disponer de un total de 521 puntos de muestreo para el proceso de revisión cartográfica de la vegetación.



6.2.2. Fotografías de campo

Total fotografías in situ realizadas: 1022. Ejemplos:



Zonación marismas



Pradera *Spartina maritima*



Salina abandonada con influencia mareal



Mesembryanthemum nodiflorum



Panorámica muros de salina tradicional



Cangrejo violinista (*Uca tangeri*)

6.2.3. Caracterización de las principales especies vegetales de la Marisma Mareal de Bahía de Cádiz a partir de la información generada en campo

***Zostera noltii* (Intramareal-Marisma Baja)**

Fanerógama marina con ecología principalmente de carácter acuático presente en su límite ecológico en los fangos intermareales que quedan al descubierto en mareas bajas pero con un elevado número de horas de inundación.



***Spartina maritima* (Marisma Baja)**

Gramínea presente típicamente ubicada en los fangos intermareales que quedan al descubierto en marea baja. El sustrato sobre el que se asienta son lodos muy inestables con elevado contenido de humedad y con un elevado número de horas de inundación.



***Salicornia ramossissima* (Marisma Baja)**

Quenopodiácea de carácter herbáceo y pionero que se desarrolla en fangos con un nivel de estabilización algo mayor que *Spartina*. Forman praderas semidispersas en áreas de marisma baja y zonas de cubetas hipersalinas de marisma media-alta, cubetas abandonadas de salinas, y bordes de caños.



***Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* (Marisma Baja-Media)**

Quenopodiácea arbustiva de bajo porte que extiende por áreas con prolongados períodos de inundación, como ocurre en la marisma baja y media donde existe una gran influencia mareal, o bien colonizando microdepressiones aun estando situadas en la marisma media-alta, pues favorece su encharcamiento periódico y acumulación del agua.



***Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (Marisma Baja-Media)**

Se trata de una subsp. de mayor porte que la subsp. *perennis* y con un menor grado de influencia de humedad que ésta. Forma praderas que en las mareas con frecuencia solo queda sumergido el tercio inferior de la planta. También están presentes en estepas salinas con escasa o nula influencia mareal actual pero que en el pasado sí eran zonas inundables (ej. Cetina-Pinar de Yeguas).



***Sarcocornia fruticosa* (Marisma Media)**

Especie de mayor porte que las anteriores y típicamente de color verde glauco puede generar problemas de identificación con *S. perennis* subsp. *alpini* ya que existen individuos con caracteres intermedios. En su forma más típica se encuentra más alejado de la influencia mareal constituyendo el límite entre Marisma Media y Marisma Alta. De hecho suele aparecer en una banda de contacto con *Limoniastrum monopetalum* o *Arthrocnemum macrostachyum* ya características de Marisma Alta cuando se hacen dominantes



***Halimione portulacoides* (Marisma Media-Alta)**

Especie muy frecuente en la marisma mareal que tiene un espectro ecológico amplio desde Marisma Baja-Media, también presente en Marisma Alta. Abundante en bordes de caños de marea pero también acompañando con frecuencia a las distintas variantes de *Sarcocornia* en forma de praderas. También aparece en bordes de muros de salinas tradicionales acompañando a *S. fruticosa*, *Arthrocnemum* y/o *Limoniastrum*.



***Arthrocnemum marchrostachyum* (Marisma Alta)**

Quenopodiácea nanofanerófita sobre sustratos salinos bien asentados típicamente dominantes en zonas altas de marisma con escasa influencia mareal, sufriendo inundaciones ocasionales en las mareas más altas, de carácter equinocial.



***Limoniastrum monopetalum* (Marisma Alta)**

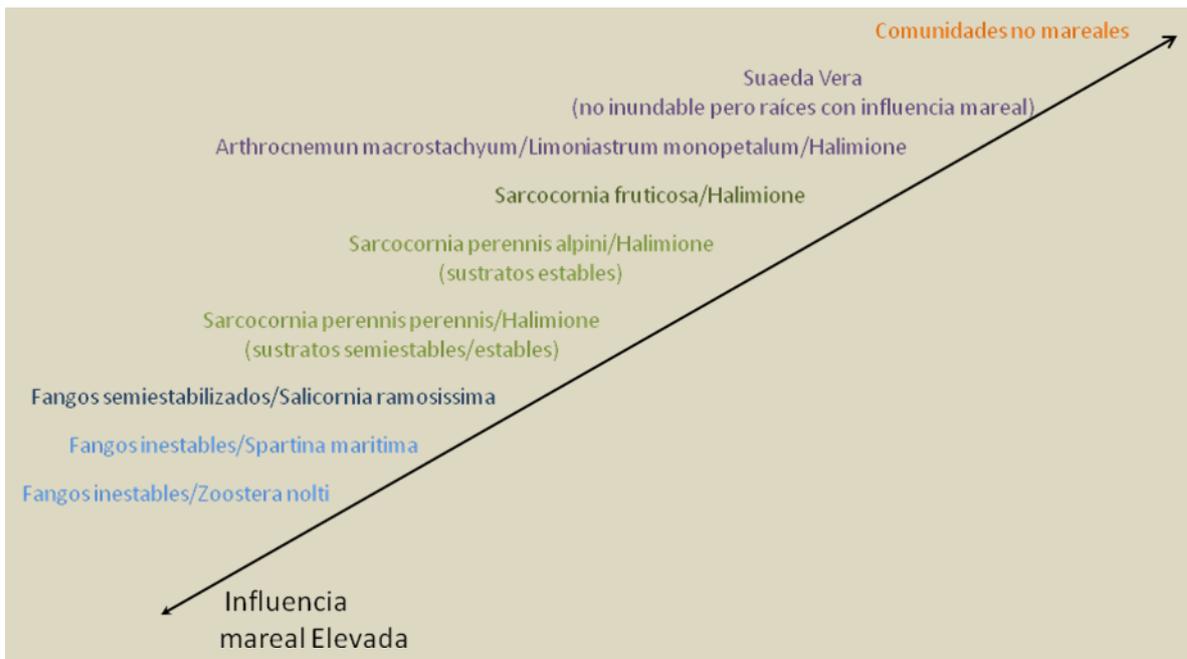
Al igual que *Arthrocnemum macrostachyon*, estos nanofanerófitos de llamativa floración rosada primaveral, se desarrollan sobre sustratos salinos bien asentados típicamente dominantes en zonas altas de marisma con escasa influencia mareal, sufriendo inundaciones ocasionales en las mareas más altas, de carácter equinocial.



***Suaeda vera* (Marisma Alta)**

Se puede considerar dentro de las especies más características de la marisma mareal como la especie con menor influencia mareal. La parte aérea de la planta no suele verse afectada por las mareas pero sí las raíces. Es por tanto abundante en la orla de la marisma mareal y en zonas altas de muros de salinas tradicionales donde el sustrato donde se asientan quedan inundados en pleamar.





Zonación de las especies más características de las marismas mareales de Bahía de Cádiz en función del grado de influencia de las mareas.

6.3. Cartografía SIPNA

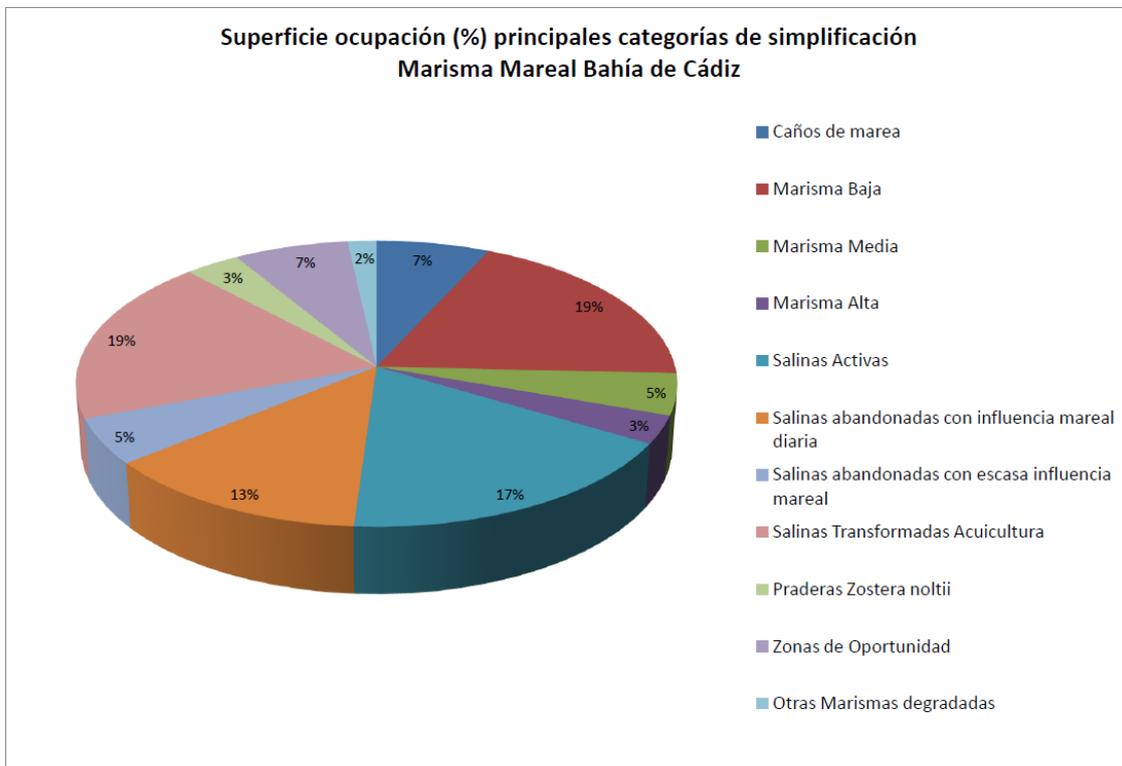
6.3.1. Resumen Datos principales de la capa SIPNA_fanerógamas

Se incluyen únicamente los valores de polígonos correspondientes caños de marea, praderas de *Zostera nolti*, marisma mareal, salinas y zonas de oportunidad.

Ámbito de trabajo: 15566 polígonos

Superficie ocupada (Has): 13160,61Has

Nº Sintaxones cartografiados: 41 tipos



6.3.2. Relación de Comunidades vegetales presentes en la cartografía

A continuación se presenta el esquema sintaxonómico de las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio.

En ocasiones, no es posible llegar al máximo nivel de detalle en la asignación de un sintaxon a una formación vegetal, por lo que se recurre a la asignación a un nivel superior (alianza, orden o clase). En el esquema, aparecen sombreados los sintaxones que han sido asignados a alguna unidad de vegetación, independientemente de su nivel de detalle. Dichos sintaxones sombreados han sido descritos en el siguiente apartado.

Vegetación de aguas dulces

I. CHARETEA FRAGILIS Fukarek ex Krausch 1964

* *Charetalia hispidae* Sauer ex Krausch 1964

+ *Charion vulgaris* (Krause ex Krause & Lang 1977) Krause 1981

Charetum vulgaris Corillion 1957

Vegetación marina y de agua salada

II. HALODULO WRIGHTII-THALASSIETEA TESTUDINUM Den Hartog ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

* *Thalassio-Syringodietalia filiformis* Borhidi, Muñiz & Del Risco in Borhidi 1996

+ *Syringodio-Thalassion testudinum* Borhidi 1996

Cymodoceetum nodosae Feldmann 1937

III. RUPPIETEA MARITIMAE J. Tüxen 1960

* *Ruppietalia maritimae* J. Tüxen 1960

+ *Ruppion maritimae* Br.-Bl. 1931 em. Den Hartog & Segal 1964

IV. ZOSTERETEA MARINAE Pignatti 1953

* *Zosteretalia Beguinot* 1941 em. Br.-Bl. & Tüxen 1943

+ *Zosterion* Christiansen 1934

Zosteretum marinae (Borgesén 1905) Harmsen 1936

Zosteretum noltii Harmsen 1936

Vegetación lacustre, fontinal y turfófila

V. PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika & Novac 1941

* *Phragmitetalia* W. Koch 1926 em. Pignatti 1953

+ *Phragmition communis* W. Koch 1926 (= *Phragmition australis*)

+ a. *Scirpenion maritimi* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980

Bolboschoenetum maritimi Egger 1933 (= *Scirpetum maritimi* Tüxen 1937)

Vegetación de dunas costeras

VI. AMMOPHILETEA Br.-Bl. & Tüxen 1943 em. Br.-Bl. 1952

* *Ammophiletalia* Br.-Bl. 1933

+ *Honckenyo peploidis-Elytrigion boreoatlanticae* Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952

+ *Sporobolion arenarii* (Géhu & Géhu-Franck ex Géhu & Biondi 1994) all. nova

Vegetación halófila costera y continental

VII. JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1952

* *Juncetalia maritimi* Br.-Bl. 1931

+ *Juncion maritimi* Br.-Bl. 1931

VIII. SAGINETEA MARITIMAE Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

* *Frankenietalia pulverulenta* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

+ *Frankenion pulverulenta* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulenta Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

+ *Hordeion marini* Ladero, F. Navarro, C. Valle, B. Marcos, Ruiz & M.T. Santos 1984

Plantagini coronopi-Hordeetum marini O. Bolòs & Molinier ex O. Bolòs 1962

IX. SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. & Tüxen 1943

* *Sarcocornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1931

+ *Sarcocornion fruticosae* Br.-Bl. 1931

+a. *Sarcocornienion fruticosae* Rivas Martínez & Costa 1984 nom. mut. propos. (= *Salicornienion fruticosae*)

Cistancho phelipaeae-Sarcocornietum fruticosae J.M. & J. Géhu 1977 nom. mut. Rivas Martínez, M. Lousa, T.E. Díaz, Fernández González & J.C. Costa 1990

+b. *Sarcocornienion perennis* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1984 nom. mut. propos. (= *Arthrocnemenion perennis* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1984)

Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis Costa in Costa, Lousã & Espírito-Santo nom. corr. et nom. inv. propos. Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousã y Penas 2002

+ *Arthrocnemion macrostachyi* Rivas-Martínez & Costa 1984

+a. *Arthrocnemenion macrostachyi* Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González & J. C. Costa 1990 nom. mut. propos.

Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi Fontes 1945 ex Géhu & Géhu-Franck 1977

+b. *Sarcocornienion alpini* Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990

Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini Rivas-Martínez & Costa 1984

+ *Suaedion verae* (Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Cistancho phelypaeae-Suaedetum verae Géhu & Géhu-Franck 1977

* *Limonietalia* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

+ *Limonion confusi* (Br.-Bl. 1933) Rivas-Martínez & Costa 1984

Limonietum ferulacei Rothmaler 1943

+ *Limoniastrion monopetali* Pignatti 1953

Polygono equisetiformis-Limoniastrum monopetali Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980

X. SPARTINETEA MARITIMAE (Tüxen 1961) Beeftink, Géhu, Ohba & Tüxen 1971

* *Spartinetalia maritimae* (Conard 1935) Beeftink, Géhu, Ohba & Tüxen 1971

+ *Spartinion maritimae* (Conard 1935) Beeftink, Géhu, Ohba & Tüxen 1971

Spartinetum maritimae Corillion 1953

XI. THERO-SALICORNIETEA Pignatti ex Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Tüxen 1974

- * **Thero-Salicornietalia** Pignatti ex Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Tüxen 1974

- + **Salicornion patulae** Géhu & Géhu-Franck 1984

- + **Suaedo splendentis-Salicornietum patulae** Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 corr. Rivas-Martínez 1991 patulae/Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 corr.

Vegetación antropógena

XII. PEGANO-SALSOLETEA Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

- * **Salsolo vermiculatae-Peganetalia harmalae** Br.-Bl. & O. Bolòs 1954

XIII. STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950

XIII.A. STELLARIENEA MEDIAE

- * **Solano nigri-Polygonetalia** (Sissingh in Westhoff, Dijk & Passchier 1946) O. Bolòs 1962

- + **Diplotaxion eruroidis** Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936

- + **Fumarion wirtgenio-agrariae** Brullo in Brullo & Marceno 1985

XIII.B. CHENOPODIO-STELLARIENEA Rivas Goday 1956

- * **Chenopodietalia muralis** Br.-Bl. 1936 em. Rivas-Martínez 1977

- + **Mesembryanthemion crystallini** Rivas-Martínez, Wildpret, Del Arco, O. Rodríguez, Pérez de Paz, García Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fernández-González 1993

- * **Sisymbrietalia officinalis** J. Tüxen in Lohmeyer & al. 1962 em. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

- + **Hordeion leporini** Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1936

Pastizales terofíticos

XIV. TUBERARIETEA GUTTATAE (Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963

- * **Brachypodietalia distachyi** Rivas-Martínez 1978

- + **Brachypodion distachyi** Rivas-Martínez 1978 nom. mut. propos.

Vegetación de praderas antropizadas de siega y pastoreo

XV. MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937

- * **Plantaginetalia majoris** Tüxen & Preising in Tüxen 1950

- + **Trifolio fragiferi-Cynodontion** Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

- * **Holoschoenetalia vulgaris** Br.-Bl. ex Tchou 1948

- + **Molinio-Holoschoenion vulgaris** Br.-Bl. ex Tchou 1948

- + **Holoschoeno-Juncetum acuti** Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

- + **Trifolio resupinati-Holoschoenetum** Rivas Goday 1964

Vegetación serial arbustiva y de margen de bosque

XVI. CYTISETEA SCOPARIO-STRIATI Rivas-Martínez 1974

- * **Cytisetalia scopario-striati** Rivas-Martínez 1974

- + **Retamion monospermae** Rivas Martínez & Cantó 2002

Arbustadas y bosques palustres, quionófilos o colonizadores riparios

XVII. NERIO-TAMARICETEA Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

* **Tamaricetalia africanae** Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 em. Izco, Fernández-González & Molina 1984

+ **Tamaricion africanae** Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Vegetación climatófila y edafófila potencial mediterránea y eurosiberiana

XVIII. **QUERCETEA ILICIS** Br.-Bl. ex A. & Bolòs 1950

* **Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni** Rivas-Martínez 1975

Descripción de las comunidades:

Vegetación de aguas dulces

Charetum vulgaris Corillion 1957 ⁹

(Praderas sumergidas de *Chara vulgaris*)

Estructura

Asociaciones de algas carófitas que en ocasiones pueden formar estructuras muy densas.

Especies características

Chara vulgaris

Ecología

Se localizan en aguas poco profundas de naturaleza calcárea. El pH óptimo al que se desarrolla la asociación se sitúa entre 7,3 y 8. Las aguas pueden estar estancadas o ser de corriente suave. Pueden asociarse con comunidades de fanerófitos acuáticos

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han detectado poblaciones de esta comunidad a lo largo de todo el cauce del río Guadalete.

Vegetación marina y de agua salada

Cymodoceetum nodosae Feldmann 1937 °

(Comunidades marinas, infralitorales de *Cymodocea nodosa*)

Estructura

Se trata de praderas de la pequeña fanerógama marina *Cymodocea nodosa*, no muy altas y de recubrimiento en función de la profundidad y de la disponibilidad de nutrientes. A poca profundidad (hasta los 2 metros), presenta un recubrimiento elevado y, a veces, comparte espacio con *Zostera noltii*, mientras que a profundidades superiores a los 10-12 metros, la pradera se vuelve más dispersa.

Especies características

Cymodocea nodosa

Ecología

Coloniza sustratos blandos donde no puede crecer *Posidonia* por alguna razón. En lugares más resguardados y poco profundos puede llegar a formar praderas bastante densas, siempre sobre fondos fangosos y en aguas relativamente eutrofizadas. Está adaptada a oscilaciones notables de temperatura y salinidad, que *Posidonia* no podría soportar. En cambio, las poblaciones situadas a profundidades superiores a los 10 metros crecen sobre arenas bastante móviles, bien lavadas y en aguas limpias.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han detectado poblaciones de *Cymodocea nodosa* en el saco interno de la Bahía de Cádiz, en la zona más al sur, próxima a San Fernando. Así mismo también se han detectado fuera del saco interno, frente a la playa de la Cortadura.

Ruppion maritimae Br.-Bl. 1931 em. Den Hartog & Segal 1964 °

(Comunidades de aguas salobres de *Ruppia* sp)

Estructura

Comunidades de plantas acuáticas sumergidas arraigadas en el fondo, con *Ruppia* sp.

Especies características

Ruppia cirrhosa, *Ruppia drepanensis*, *Althenia orientalis* subsp. *orientalis*, *Althenia orientalis* subsp. *betpakdalensis*, *Ruppia maritima*

Ecología

Habita en aguas salobres de lagunas litorales y lagunas salinas de interior, con agua quieta o lenta.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En la Bahía de Cádiz, se encuentra ampliamente representada en canales y cubetas de salinas tradicionales con agua permanente.

Zosteretum marinae (Borgesen 1905) Harmsen 1936 (fondos marinos) °

(Comunidades litorales de zosteras marinas)

Estructura

Praderas marinas monoespecíficas de *Zostera marina*.

Especies características

Zostera marina

Ecología

Coloniza fondos arenosos o fangosos de la marisma externa halófila o subhalófilas, sólo emergido en la bajamar de las pleamares más intensas.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han localizado pequeñas poblaciones de esta especie en el saco interno de la Bahía, próximas al Área Recreativa de Santibañez.

Zosteretum noltii Harmsen 1936 (fondos litorales) °

(Comunidades litorales de *Zostera noltii*)

Estructura

Praderas normalmente monoespecíficas más o menos densas, a veces acompañada de otras dos fanerógamas marinas *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* o del alga verde *Caulerpa prolifera*.

Especies características

Zostera noltii

Ecología

Se sitúan en zonas intermareales o infralitorales. *Z. noltii* se desarrolla sobre sustratos fangosos soportando altos niveles de contaminación, y una variabilidad de temperatura y salinidad de las aguas elevada, característico de los hábitats que ocupa. En las costas atlánticas se desarrolla en zonas intermareales sobre sustratos fangosos o arenas finas, enriquecidas en materia orgánica, llegando a tolerar sedimentos anóxicos. En la costa mediterránea se encuentra normalmente relegada a ensenadas y lagunas costeras y asociadas a otras fanerógamas como *Posidonia oceanica* (L.) Delile o *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad se encuentra bien representada en la zona de estudio, estando presente a lo largo de toda la orilla del saco interno de la Bahía. También se han localizado algunas poblaciones en las orillas del Caño de Sancti-Petri.

Vegetación lacustre, fontinal y turfófila

Phragmition australis Koch 1926

(Carrizales y espadañales)

Estructura

Comunidades gramíneas encharcadas de talla elevada más o menos sensibles a la desecación del suelo.

Especies características

Sparganium erectum, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Equisetum fluviatile*, *Ranunculus lingua*

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se encuentra representada en la zona de estudio por pequeñas manchas en salinas abandonadas, cerca del parking de la playa de Camposoto, con dominancia de *Typha angustifolia* y presencia de *Sarcocornia perennis subsp. alpini*, que sin la presencia de otras especies acompañantes, han sido asignadas a esta alianza.

Bolboschoenetum maritimi Egger 1933

(Carrizales de cirpo marino)

Sinónimos

- Scirpetum maritimi (Christiansen 1934) R. Tüxen 1934

Estructura

Asociación dominada por *Scirpus maritimus subsp. maritimus*.

Especies características

Scirpus maritimus subsp. maritimus

Ecología

Propia de suelos arenosos o arcillosos cubiertos por aguas profundas y dulces, en ocasiones ricas en nutrientes minerales, que pueden llegar a desecarse estacionalmente. Se desarrolla en bordes de caños, lagunas y ríos de aguas oscilantes, de curso lento y poco oxigenadas.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se localiza ocasionalmente en la zona de estudio, formando juncales muy densos de *Scirpus maritimus* subsp. *maritimus* en zonas con escasa influencia mareal y donde se acumula agua de lluvia y por tanto son menos salobres, por ejemplo en las proximidades del campo universitario de Puerto Real.

Vegetación de dunas costeras

Honckenyo peploidis-Elytrigion boreoatlanticae Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952 nom. mut. & inv. propos.

Sinónimos

- Agropyro-Minuartion peploidis Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952

Estructura

Pastizales de gramíneas perennes rizomatosas.

Especies características

Elytrigia juncea subsp. *boreoatlantica*, *Honckenia peploides* var. *peploides*

Ecología

Son comunidades primocolonizadoras de las dunas embrionarias planas, que se originan inmediatamente por encima del nivel habitual máximo que alcanzan las olas en la pleamar.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad está representada en la zona de estudio por pastizales densos de la gramínea *Elymus farctus*, que aparecen muy puntualmente en zona arenosas sin influencia mareal y acompañan a eucaliptales y matorral propio de arenas como la *Retama monosperma*. Concretamente, se han observado estos pastizales en las proximidades de la Urbanización la Coquina (Chiclana) y Salinas San Carlos y San Jaime (Puerto Real).

Sporobolion arenarii (Géhu & Géhu-Franck ex Géhu & Biondi 1994) Rivas-Martínez

(Pastos de gramíneas sobre arenas)

Estructura

Asociaciones de gramíneas perennes decumbentes.

Especies características

Sporobolus arenarius *Centaurea seridis* var. *maritima*, *Centaurea sphaerocephala* var. *polyacantha*

Ecología

Se desarrollan en sistemas dunares litorales poco móviles y algo alterados, con frecuencia ricos en arenas gruesas y en sales, en costas con mareas de poca amplitud, y en bordes de depresiones interdunares que embalsan gran cantidad de agua salada durante las mareas vivas o los temporales y que se mantienen anegadas algún tiempo;

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad se localiza principalmente paralela a la línea de costa, desde la desembocadura del Caño de Sancti Petri hasta el Centro de Ensayos de Torregorda, así como en las playas de los Toruños.

Se caracteriza por desarrollarse sobre sustrato arenoso y por la presencia de dos especies, la gramínea *Sporobolus pungens*, y la fabacea *Lotus creticus*.

Por otra parte, también aparece representada en distintas zonas arenosas más degradadas acompañada de Trifolio-Cynodontion, como por ejemplo entre las salinas de Puerto Real y la autovía.

Vegetación halófila costera y continental

JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1952

(Juncales salinos)

Estructura

Praderas juncales de elevada cobertura.

Especies características

Juncus maritimus, *Alopecurus bulbosus*, *Apium graveolens*, *Aster tripolium*, *Carex extensa*, *Festuca rubra*, *Glaux marítima*, *Juncus gerardi*, *Limonium auriculae-urifolium*, *Plantago marítima*, *Puccinellia rupestris*, *Triglochin maritima*

Ecología

Localizadas sobre suelos profundos, húmedos todo el año y con una salinidad no muy elevada.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En la zona de estudio se encuentra representada por juncales densos de *Juncus maritimus* que suelen localizarse en áreas limítrofes de la marisma con poca o ninguna influencia mareal.

Juncetalia maritimi Br.-Bl. 1931

(Pastizales salinos mediterráneos)

Estructura

Pastizales herbáceos anuales y sobre todo perennes, de fisionomía variable, aunque suelen dominar los juncales y formaciones de gramíneas

Especies características

Sonchus maritimus, *Juncus acutus*, *Melilotus siculus*, *Spartina versicolor*, *Thalictrum maritimum*, *Dorycnium gracile*, *Elytrigia elongata*, *Lotus preslii*, *Puccinellia festuciformis subsp. lagascana*, *Puccinellia tenuifolia*

Ecología

Se trata de comunidades con tolerancia a la salinidad (halófilas) sobre suelos siempre húmedos.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Este orden ha sido asignada a formaciones densas de *Juncus acutus*, que aparecen en ciertas localizaciones de la zona de estudio, como las inmediaciones del centro de investigación Torregorda, donde crece sobre sustrato arenoso, o las inmediaciones del campus universitario de Puerto Real.

Juncion maritimi Br.- Bl. Ex Horvatic 1934 °

(Juncales costeros o continentales de junco marino)

Estructura

Praderas y juncales.

Especies características

Juncus subulatus, *Centaurium tenuiflorum* *Iris spuria subsp. maritima*, *Tetragonolobus maritimus var. Maritimus*

Ecología

Se sitúan sobre suelos arenosos y margosos, débilmente salinos, inundados o muy húmedos durante largo tiempo, incluso en épocas de sequía, en zonas tanto litorales como continentales.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han designado con esta alianza a las formaciones densas de *Juncus subulatus*, que aparecen en áreas salobres donde contactan zonas salinas de marisma con otras más dulces interiores. Este tipo de juncales no necesita estar en zonas con influencia mareal, pero sí cercano a canales de drenaje de la marisma.

Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976 °

(Pastizales anuales preestivales de saladares continentales)

Estructura

Comunidades constituidas por especies terófiticas (anuales) de pequeño porte y cobertura baja.

Especies características

Frankenia pulverulenta, *Sphenopus divaricatus* *Parapholis incurva*

Ecología

Presenta un marcado carácter halonitrófilo. La comunidad se desarrolla tras la retirada del agua, en el momento de menor salinidad del suelo, desde la primavera hasta el otoño, finalizando su ciclo en la estación seca, en que tiene lugar el máximo de salinidad del suelo. Se encuentra presente en los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneo.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad ha sido cartografiada en las inmediaciones del Río San Pedro y en las marismas de Cetinas. Generalmente está dominada por *Frankenia pulverulenta* que coloniza claros entre los juncales y los matorales halófilos de la marisma alta. Con frecuencia se acompañan también de la comunidad de *Limonium ferulaceum*.

Plantagini coronopodi-Hordeetum marini O. Bolòs & Molinier ex O. Bolòs 1962 °

(Pastizales de espigueras y cervinas)

Sinónimos

- Plantagini coronopi-Hordeetum marini O. Bolòs y Molinier in O. Bolòs 1962

Estructura

Comunidad de gramíneas caracterizada por *Hordeum marinum*, *Polypogon maritimus* y *Plantago coronopus*.

Especies características

Plantago coronopus, *Polypogon maritimus*, *Bromus squarrosus*, *Hordeum maritimum*

Ecología

Comunidad nitrohalófila preferentemente litoral, que precisa de suelos con cierto nivel de humedad edáfica y sometidos a una fuerte alteración de origen antrópico.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad ha sido cartografiada principalmente en las inmediaciones de la Salina de la Tapa y Marivélez., constituyendo pastizales densos con escasa influencia mareal.

Sarcocornietalia fruticosae Br.-Bl. 1933

(Matorrales salobres suculentos)

Sinónimos

- Salicornietalia fruticosae Br.-Bl. 1931

Estructura

Matorrales suculentos pobres en especies.

Especies características

Halimione portulacoides, *Triglochin barrelieri*, *Puccinellia festuciformis*

Ecología

Se desarrolla en suelos arcillosos salinos (con iones sodio en su estructura y húmedos sometidos a inundaciones temporales por aguas saladas).

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Amplia distribución en el territorio, particularmente en los bordes de caños mareales con dominancia de *Halimione portulacoides*.

Salicornienion fruticosae

(Praderas salinas y marismas húmedas ocasionalmente influenciadas por la marea)

Estructura

Asociaciones en las que es dominante la especie *Sarcocornia fruticosa*.

Especies características

Sarcocornia fruticosa

Ecología

Ocupan los suelos salinos húmedos encharcados con cierta frecuencia.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En ciertos lugares de la zona de estudio, se han encontrado formaciones con abundancia de *Sarcocornia fruticosa* y *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* que no eran fácilmente encuadrables en una comunidad concreta, por lo que se ha optado por mantener estas formaciones a nivel de subalianza. Las mayores extensiones de estas formaciones se han localizado en las salinas de El Vicario y en las marismas aledañas a la Playa de Camposoto.

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae J.M. & J. Géhu 1977 nom. mut. Rivas-Martínez, M. Lousa, T.E. Díaz, Fernández González & J.C. Costa 1990

(Praderas de almajos salados ibéricos meridionales)

Sinónimos

- Cistancho phelypaeae-Arthrocnemetum fruticosi Géhu ex Géhu & Géhu-Franck 1977 ⁹

Estructura

Asociación donde domina *Sarcocornia fruticosa* (almajo) al que pueden acompañar *Halimione portulacoides* (verdolaga marítima) y *Cistanche phelypaea* (jopo).

Especies características

Halimione portulacoides *Frankenia pulverulenta* *Inula crithmoides* *Arthrocnemum fruticosum*

Ecología

Propia de zonas salobres costeras, localizada ligeramente por encima del nivel medio de las mareas, sobre suelos que sufren inundaciones frecuentes. Se instala como una banda de vegetación barrillera alrededor de zonas salobres inundadas. Arraiga en suelos con un horizonte A de materia orgánica relativamente poco humificada.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se trata de una comunidad ampliamente representada por toda la zona de estudio, constituyendo por lo general la banda más alta de la vegetación con influencia mareal, tanto en marismas naturales como en salinas. Suele tener una elevada cobertura y estar dominada por la *Sarcocornia fruticosa*, siendo también muy frecuente el *Halimione portulacoides*.

Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis J.C. Costa in J.C. Costa, Lousã & Espírito-Santo ⁹

(Comunidad de sosas de las salinas)

Estructura

Asociación dominada por la mata suculenta rastrera *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*.

Especies características

Sarcocornia perennis subsp. *perennis*.

Ecología

Ocupa los niveles más bajos de los saladares litorales, estando sometida a un flujo diario de mareas que la deja totalmente sumergida.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Al igual que en el caso anterior, se trata de una de las comunidades con más representación por toda la zona de estudio. Forma tapices densos de *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* en las zonas más bajas de las marismas y de las salinas abandonadas. En las zonas más bajas de la marisma, suele acompañar a *Spartina maritima*. En las zonas de transición hacia la marisma media, suele ocupar las cubetas o depresiones en el ámbito de dominancia de Halimion portulacoides-Sarcocornietum alpini.

Arthrocnemion macrostachyi Rivas-Martínez & Costa 1984

(Praderas salinas de marismas elevadas alejadas de la influencia mareal y continentales afines Mediterráneas y Lusitano-Andaluza Litorales)

Sinónimos

- Arthrocnemion glauci Rivas-Martínez & Costa 1984

Estructura

Comunidades de matorrales suculentos entre 50 cm y 2 metros de altura (nanofanerófitos y caméfitos).

Especies características

Arthrocnemum macrostachyum, *Frankenia corymbosa*, *Halocnemum strobilaceum*, *Limonium algarvensis*, *Limonium daveai*, *Limonium ferulaceum*, *Sarcocornia alpini*

Ecología

Se desarrollan sobre suelos fuertemente salinos que sufren encharcamientos periódicos que aparecen tanto en los saladares litorales como en los de interior.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta alianza se encuentra representada por todo el espacio estudiado. Se trata de formaciones con una clara dominancia de *Arthrocnemum macrostachyum* con cobertura media, que se sitúan en zonas con leve influencia mareal (marisma alta). Así por ejemplo, es especialmente relevante su presencia en los muros de las salinas abandonadas.

Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi (Fontes 1945) J.M. & J. Géhu 1977 ⁹

(Comunidades fruticasas de sosas gruesas y salvios)

Estructura

Comunidades dominadas por almajos (*Arthrocnemum macrostachyum*) donde abunda también la verdolaga marítima (*Halimione portulacoides*).

Especies características

Halimione portulacoides, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium ferulaceum*, *Limoniasstrum monopetalum* *Cistanche phelypaea* *Inula crithmoides*

Ecología

Prefiere suelos arcillosos de textura compacta que pueden presentar un periodo de encharcamiento temporal y en los que son frecuentes las eflorescencias salinas. Normalmente se localiza las zonas más salobres y emergidas de las marismas pudiendo resistir grandes oscilaciones de la concentración salina en el suelo especialmente en periodos secos.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta formación ocupa idéntica posición ecológica que la alianza *Arthrocnemion macrostachyi* anteriormente descrita, estando también bien representada y distribuida por todo el territorio. Sin embargo, su composición florística permite definirla a nivel de asociación. Así, es frecuente la presencia de *Halimione portulacoides* junto con la especie dominante, *Arthrocnemum macrostachyum*.

Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini Rivas-Martínez & Costa 1984 ⁹

(Praderas de sosa de las salinas y verdolagas marinas)

Estructura

Está dominada por los matorrales *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (sosa) y *Halimione portulacoides* (verdolaga marina)

Especies características

Halimione portulacoides, *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*

Ecología

Es una de las comunidades de la clase *Sarcocornietea fruticosae* más exigentes en humedad, y ocupa la posición más baja del complejo de vegetación de la marismas, donde se desarrolla sobre suelos limo-arcillosos salinos, permanentemente húmedos y sometidos a inundaciones periódicas. En ocasiones esta comunidad se localiza en arroyos que discurren sobre terrenos margo-yesosos del Trías, en los que el encharcamiento es estacional.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se encuentra distribuida de forma abundante por toda la zona estudiada. Se sitúa preferentemente en zonas de marisma media o media-baja. Forma tapices muy densos, que pueden llegar a ser bastante extensos, donde domina *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, siendo también muy abundante *Halimione portulacoides*.

Cistancho phelypaeae-Suadetum verae Géhu & Géhu-Franck 1977 9

(Praderas de sargadillas gaditano-onubense-algarbienses y murciano-almerienses)

Sinónimos

- Cistancho phelypaeae-Suadetum verae J.M. & J. Géhu 1977

Estructura

Asociación dominada por el matorral suculento *Suaeda vera* (sosa fina o sargadilla) acompañado de otras plantas halófilas como *Cistanche phelypaea* (jopo), *Arthrocnemum macrostachyum* (almajo), *Halimione portulacoides* (verdolaga marina), *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (sapina), etc.

Especies características

Suaeda vera

Ecología

Es propia de suelos arcillosos salinos algo nitrificados, relativamente compactos y con frecuencia removidos, de las zonas más secas y elevadas de las marismas y arroyos salados.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Es una de las comunidades más representada en la zona de estudio. Se localiza principalmente en los muros de las salinas, estando dominada por *Suaeda vera*. Frecuentemente comparte ubicación con los pastizales de *Oxalis pes-caprae*.

Limonietalia Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 em. Rivas-Martínez & Costa 1984

Estructura

Pastizales vivaces (perennes) dominados por plantas de hojas arrosetadas del género *Limonium* y y albardinales de *Lygeum spartum*.

Especies características

Limonium narbonense, *Limonium cossonianum*, *Limonium supinum*, *Limonium densissimum*
Limonium bellidifolium *Limonium latebracteatum*

Ecología

Ocupan las áreas más secas de los saladares interiores y litorales, en suelos fuertemente salinos, que no se inundan pero que están sometidos de forma esporádica a hidromorfía temporal por aguas salobres.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han adscrito a este orden sintaxonómico formaciones vegetales dominadas por especies características del mismo que no han podido ser asimiladas a una unidad sintaxonómica inferior. Así, por ejemplo, se ha asignado este orden a formaciones con dominancia de *Limoniastrum monopetalum* y *Limonium ferulaceum* que se desarrollan en zonas de marisma alta con escasa influencia mareal. Se ha cartografiado escasamente en el territorio, destacando la zona de Los Toruños y el Coto de la Isleta.

Limonietum ferulacei Rothmaler 1943 ^{o*}

(Matorrales camefíticos limosos y arenosos de *Limonium ferulaceum*)

Sinónimos

- Inulo crithmoidis-Limonietum ferulacei Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980

Estructura

Asociación en la que son muy frecuentes *Limonium ferulaceum*, *Inula crithmoides* y *Halimione portulacoides*.

Especies características

Limonium ferulaceum, *Inula crithmoides*, *Halimione portulacoides*

Ecología

Tiene su óptimo en saladares litorales sobre sustratos limosos o arenosos relativamente secos, aunque en ocasiones puede encontrarse en lagunas salinas interiores sobre sustratos arenosos con influencia costera.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta asociación ha sido cartografiada en zonas altas de la marisma de Cetinas, apareciendo con frecuencia como acompañante de juncales de Polygono equisetiformis-Juncetum maritimi y Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae.

Polygono equisetiformis-Limoniastretum monopetali Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980 ^o

(Praderas de marismas con salados)

Estructura

Asociación formada por matorrales (nanofanerófitos y caméfitos) halófilos, con dominancia de

Limoniastrum monopetalum (salados).

Especies características

Halimione portulacoides Polygonum equisetiforme Limonium ferulaceum Limoniastrum monopetalum Frankenia laevis Arthrocnemum glaucum

Ecología

Suelen ocupar los bordes o zonas más elevadas y secas de las marismas arcillosas, aunque puede también desarrollarse sobre suelos areno-limosos.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se trata de una de las comunidades más extendidas por la zona de estudio, siendo la especie más destacada el *Limoniastrum monopetalum*. Ocupa las posiciones más elevadas de la marisma mareal (marisma alta), así como las partes altas de los muros de las salinas abandonadas.

Spartinetum maritimae Corillion 1953 ⁹

(Praderas de fangos inundados por aguas mareales de borrazas)

Estructura

Con plantas que pueden alcanzar hasta un metro de altura.

Especies características

Spartina maritima

Ecología

Asociación pionera de lodos y arenas saturadas de agua de mar, forman una orla estrecha hasta el nivel máximo de las mareas, presenta un número de especies bajo y permite el desarrollo de algas marinas.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Constituye una de las comunidades más importantes de las marismas dado su carácter pionero en las zonas de lodos más bajas e influenciadas por las mareas. En la zona de estudio, aparecen bandas intermitentes en Toruños, orillas del saco interno de la bahía y de forma más abundante en Sancti-Petri.

Suaedo splendentis-Salicornietum patulae Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 corr. Rivas-Martínez 1991. ⁹

(Pastizales anuales marismeños con sargadillas)

Sinónimos

- Suaedo splendidis-Salicornietum ramosissimae Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980

Estructura

Vegetación pionera herbácea de zonas salinas formada por pequeñas especies anuales suculentas, en su mayoría erguidas, con una cobertura que no suele superar el 80%. Presentan un desarrollo primo-estival.

Especies características

Salicornia ramosissima, *Suaeda splendens*

Ecología

Comunidad que se desarrolla sobre suelos salinos arcillosos desnudos que presentan eflorescencias salinas durante el verano. Forma bandas de anchura variable en marismas y depresiones endorreicas inundadas durante el verano y la primavera.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta formación vegetal, dominada por *Salicornia ramosissima*, está escasamente representada en la Bahía de Cádiz. Se localiza puntualmente colonizando zonas de marisma media o baja con elevada salinidad, como son bordes de canales o cubetas de salinas abandonadas.

Vegetación antropógena

Salsola vermiculatae-Peganetalia harmalae Br.-Bl. & O. Bolòs 1954

(Matorrales nitrófilos y halonitrófilos)

Estructura

Matorrales dominados por especies entre 0,5 y 2 metros (caméfitos y nanofanerófitos)

Especies características

Atriplex halimus *Plumbago europaea* *Mercurialis tomentosa* *Marrubium alysson* *Artemisia arborescens* *Zygophyllum fabago* *Artemisia herba-alba* subsp. *herba-alba*, *Artemisia herba-alba* subsp. *valentina*, *Capparis spinosa* subsp. *canescens*, *Salsola vermiculata* subsp. *vermiculata*, *Senecio malacitanus* subsp. *malacitanus*, *Solanum linnaeanum* *Withania somnifera*

Ecología

Matorrales nitrófilos y halonitrófilos. Presentan una distribución termo- a supramediterraneos bajo ombrotipo semiárido a seco inferior.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Estos matorrales halonitrófilos se han localizado únicamente en la Isla de Trocadero. Representan formaciones vegetales donde domina *Salsola brevifolia* o *Atriplex halimus*.

STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950

(Pastizales anuales nitrófilos)

Estructura

Comunidades anuales efímeras de desarrollo estacional fugaz (terofítica).

Especies características

Aetheorhiza bulbosa, *Allium ampeloprasum*, *Allium pallens*, *Ammi majus*, *Ammoides pusilla*, *Anagallis monelli*, *Anthemis cotula*, *Astragalus baeticus*, *Beta vulgaris* subsp. *marítima*, *Brassica nigra*, *Bromus lanceolatus*, *Calendula arvensis*, *Capsella rubella*, *Centaurea diluta*, *Cerastium glomeratum*, *Cerastium pentandrum*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Coronilla scirpioides*, *Cynoglossum clandestinum*, *Delphinium nanum*, *Diplotaxis catholica*, *Erodium cicutarium*, *Erodium malacoides*, *Euphorbia medicaginea*, *Euphorbia peplus*, *Euphorbia pterococca*, *Euphorbia serrata*, *Filago lutescens*, *Galium verrucosum*, *Gladiolus communis*, *Gladiolus italicus*, *Gnaphalium luteo-album*, *Lamarckia aurea*, *Lathyrus sphaericus*, *Lolium multiflorum*, *Malva althaeoides*, *Malva hispánica*, *Matricaria chamomilla*, *Medicago scutellata*, *Melilotus indica*, *Melilotus sulcata*, *Mercurialis annua*, *Misopates orontium*, *Nonea vesicaria*, *Onobrychis peduncularis*, *Ononis filicaulis*, *Ononis mitssima*, *Ononis pendula*, *Ononis*

viscosa, *Ornithogalum orthophyllum*, *Otospermum glabrum*, *Phalaris brachystachys*, *Picris comosa*, *Reseda phyteuma*, *Rhagadiolus stellatus*, *Rumex thyrsoides*, *Scorpiurus vermiculatus*, *Scorzonera hispánica*, *Senecio gallicus*, *Senecio vulgaris*, *Silene coelirosa*, *Silene fuscata*, *Silene gallica*, *Silene nocturna*, *Sinapis alba*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*, *Stellaria pallida*, *Tragopogon hybridus*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium isthmocarpum*, *Trifolium squamosum*, *Trifolium squarrosum*, *Tyrimnus leucographus*, *Veronica arvensis*, *Vicia cordata*, *Vicia lutea*, *Vicia peregrina*, *Vicia pseudocracca*, *Vicia villosa*.

Ecología

Vegetación nitrófila antropógena de desarrollo estacional fugaz propia de medios antropógenos especialmente ruderales, subnitrófilos, escionitrófilos y arvenses.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Estos pastizales anuales nitrófilos sin una clara composición florística, se han cartografiado de forma muy puntual en la zona de estudio, siempre asociados a zonas sin influencia mareal y muy alterados por la acción humana, como por ejemplo, la periferia del polígono industrial Tres Caminos, o la salina San José, en proceso de restauración.

Diploaxion erucoidis Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1936

(Vegetación nitrófila veraniega de cultivos)

Estructura

Comunidades de malas hierbas formadas fundamentalmente por crucíferas amarillas y amarantáceas.

Especies características

Fumaria calcarata *Amaranthus albus* *Moricandia arvensis* *Euphorbia segetalis* *Chrozophora tinctoria* *Solanum villosum* *Heliotropium europaeum* *Teucrium spinosum* *Dittrichia graveolens* *Tanacetum annuum* *Tanacetum microphyllum* *Cyperus rotundus* *Eragrostis barrelieri* *Achillea santolinoides* *Anthemis altissima* *Diploaxis muralis* *Platycapnos spicata* subsp. *spicata*, *Solanum luteum* *Kickxia lanigera* *Leucanthemum paludosum* subsp. *ebusitanum*, *Linaria orbensis*

Ecología

Asociaciones arvenses propias de cultivos no cerealísticos y cultivos en barbecho.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Al igual que en el caso anterior, se trata de pastizales anuales nitrófilos de distribución muy puntual en la zona de estudio. En esta ocasión están dominados por *Dittrichia graveolens*, lo que ha permitido el encuadre fitosociológico a nivel de alianza. Se han localizado por ejemplo en los alrededores de la estación Edar Bahía de Cádiz.

Fumarion wirtgenii-agrariae Brullo in Brullo & Marceno 1985

(Herbazales invernales con abundancia de Fumarias y vinagrillos (*Oxalis pes-caprae*))

Estructura

Comunidades de malas hierbas anuales de floración invernal.

Especies características

Ecología

Coloniza cultivos leñosos (viñas, olivos, almendros...) sobre suelos margosos o margo-arcillosos, en el piso termomediterráneo, donde no se producen heladas.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se han incluido dentro de esta alianza los pastizales nitrófilos dominados por *Oxalis pes-caprae*, que aparecen muy bien representados y distribuidos por toda la zona de estudio, ubicándose principalmente en las zonas altas de los muros de las salinas abandonadas, junto con especies arbustivas de esta ecología, como *Limoniastrum monopetalum* y *Suaeda vera*. Están ausentes, por tanto, de la mayor parte de las marismas naturales.

Mesembryanthemion crystallini Rivas-Martínez, Wildpret, Del Arco, O. Rodríguez, P. de Paz, G. Gallo, Acebes, T.E. Díaz & Fernández-González 1993

(Pastizales nitrohalófilos de algazules)

Estructura

Vegetación anual suculenta postrada, rica en aizoaceas principalmente de procedencia africana.

Especies características

Mesembryanthemum nodiflorum, *Mesembryanthemum crystallinum*, *Aizoon hispanicum*

Ecología

Comunidades nitrófilas propias de lugares salinos, desarrollándose sobre suelos rocosos o limosos pobres, normalmente en el litoral aunque también pueden aparecer en territorios interiores semiáridos o áridos.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se trata de pastizales de escasa cobertura de zonas muy alteradas (principalmente muros de

salinas abandonadas) dominados por *Mesembryanthemum nodiflorum*. Se encuentran escasamente representados en la zona de estudio.

Hordeion leporini Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1936

(Pastizales anuales de bordes de camino)

Estructura

Comunidades constituidas por herbáceas anuales (terófitos) de floración primaveral.

Especies características

Diploaxis virgata *Eruca sativa* subsp. *longirostris*, *Hirschfeldia incana* subsp. *incana*, *Reseda phyteuma* *Reseda alba* subsp. *alba*, *Erodium malacoides* *Erodium chium* *Erodium ciconium* *Daucus muricatus* *Anacyclus radiatus* *Anacyclus clavatus* *Rostraria cristata* *Bromus scoparius* *Asphodelus fistulosus* *Anacyclus valentinus* *Eruca vesicaria* subsp. *vesicaria*, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Hordeum murinum* subsp. *murinum*, *Chrysanthemum coronarium* var. *Coronarium*, *Scorzonera laciniata* var. *Laciniata*, *Rumex pulcher* subsp.

Ecología

Se incluyen asociaciones nitrófilas anuales propias de ambientes ruderales y viarios en los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneo.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se ha cartografiado principalmente en zonas próximas a las vías de comunicación de Puerto Real y Puerto de Santa María. Entre las especies más representativas en la zona se encuentra *Anacyclus radiatus*.

Pastizales terófitos

Brachypodium distachyi Rivas-Martínez 1978 [♀]*

(Pastizales anuales calcícolas)

Sinónimos

- Trachynion distachyae Rivas-Martínez 1978
- Thero-Brachypodium Br.-Bl. 1925

Estructura

Pastizales anuales efímeros de desarrollo primaveral o estival temprano.

Especies características

Minuartia montana, *Minuartia mediterranea*, *Velezia rigida* *Ononis pendula* subsp. *boissieri*, *Euphorbia sulcata* *Daucus durieua*, *Buglossoides arvensis* subsp. *gasparrinii*, *Omphalodes linifolia*, *Linaria micrantha*, *Chaenorrhinum rubrifolium* subsp. *rubrifolium*, *Campanula erinus*, *Callipeltis cucullaria*, *Vulpia hispanica* subsp. *montana*, *Alyssum alyssoides* var. *Hispanicum*, *Bupleurum baldense* *Chaenorrhinum minus* subsp. *minus*, *Campanula dichotoma*, *Jasione blepharodon* *Linaria simplex* *Minuartia hamata*, *Odontites viscosa*, *Scabiosa stellata* subsp. *simplex*, *Silene almolae* *Thymelaea passerina*, *Trisetum loeflingianum* *Trisetum scabriusculum*, *Wangenheimia lima*, *Hornungia petraea*, *Arenaria modesta* subsp. *modesta*, *Helianthemum angustatum*, *Chaenorrhinum grandiflorum* subsp. *carthaginense*, *Valerianella multidentata*, *Alyssum alyssoides* subsp. *hispanicum*, *Androsace elongata* subsp. *breistrofferi*, *Campanula dichotoma* subsp. *semisecta*, *Cerastium semidecandrum* var. *sennenii*, *Chaenorrhinum minus* *Chaenorrhinum rubrifolium* subsp. *rubrifolium*, *Clypeola microcarpa*, *Erysimum incanum* subsp. *matritense*, *Nepeta ucranica* subsp. *braun-blanquetii*, *Nepeta ucranica* subsp. *hispanica*, *Odontites kaliformis* *Odontites longiflorus* subsp. *lateritia*, *Odontites viscosus* subsp. *oscensis*, *Scandix stellata* subsp. *velutina*

Ecología

Asociaciones que colonizan suelos bien drenados, incipientes y a menudo someros, pobres en materia orgánica y bien iluminados, sobre sustratos calcáreos duros o arcillosos ricos en carbonato cálcico.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En la zona de estudio, únicamente se han localizado algunas manchas de este pastizal en la Isla de Trocadero.

Vegetación de praderas antropizadas de siega y pastoreo

Trifolio fragiferi-Cynodontion Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 ⁹

(Praderas húmedas mediterráneas)

Estructura

Comunidades cespitosas estoloníferas o rizomatosas que se desarrollan sobre suelos húmedos y que ocasionalmente pueden sufrir inundación.

Especies características

Trifolium fragiferum subsp. *fragiferum*, *Trifolium resupinatum*, *Lactuca saligna*, *Cyperus laevigatus* subsp. *distachyos*, *Carex divisa*, *Cynodon dactylon*, *Taraxacum pyropappum*

Ecología

Aparece en suelos compactados por el pisoteo, en el ámbito de las series edafohigrófilas de sotos y riberas. Generalmente son comunidades vinculadas a un cierto pastoreo.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En la zona de estudio encontramos estos pastizales, dominados por *Cynodon dactylon* de

forma puntual. Por lo general aparecen acompañando a los pastizales sobre sustratos arenosos de *Sporobolion arenarii*, aunque también pueden aparecer solos, como en la zona del campus universitario de Puerto Real.

Holoschoeno-Juncetum acuti Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980 ⁹

(Juncal agudo costero lusitano-andaluz)

Estructura

Asociación formada por juncos de talla elevada.

Especies características

Juncus acutus, *Holoschoenus vulgaris*

Ecología

Puebla depresiones no salinas con nivel freático a pocos centímetros de la superficie durante la época de lluvias. El hidromorfismo temporal es suficiente para que existan fenómenos de reducción a varios centímetros por debajo de la superficie del suelo.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Este juncal ha sido cartografiado únicamente de forma puntual en la marisma de Cetina-Las Aletas, siendo la especie dominante en esta zona el junco churrero, *Scirpoides holoschoenus*.

Trifolio resupinati-Holoschoenetum Rivas Goday 1964 ⁹

(Juncal churrero ibérico occidental)

Estructura

Estos herbazales perennes están dominados particularmente por el junco churrero (*Scirpoides holoschoenus*), que le confiere un aspecto de juncal. Suelen alcanzar una altura media en torno a 60-100 cm y una cobertura frecuentemente densa (80-100%) en la que los juncos no suelen ocupar más del 40-60%. Junto a *Scirpoides holoschoenus* habitualmente le acompañan numerosas especies herbáceas como las ya mencionadas y otras de carácter variable como *Gaudinia fragilis* (avena francesa), *Mentha suaveolens* (mastranzo), *Geranium molle* (geranio blando), *Anagallis arvensis* (murejes), *Hordeum leporinum* (espiguilla), etc. que son reflejo de las condiciones ambientales y uso particulares de cada zona donde aparece.

Especies características

Scirpoides holoschoenus, *Gaudinia fragilis*, *Mentha suaveolens*, *Geranium molle*, *Anagallis*

arvensis, *Hordeum leporinum*

Ecología

Se desarrollan sobre suelos arenosos silíceos muy húmedos y horizonte pseudogley en vallonadas, depresiones y lechos de inundación de cauces fluviales

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Esta comunidad ha sido cartografiada en una única localidad, en la zona de las Aletas, estando constituida por *Scirpoides holochoenus*, *Trifolium resupinatum* y *Plantago coronopus*.

Vegetación serial arbustiva y de margen de bosque

Retamion monospermae Rivas-Martínez & Cantó 2002 ⁹

(Retamares dunares costeros)

Estructura

Matorrales seriales dominados por la retama blanca, *Retama monosperma*.

Especies características

Retama monosperma, *Cytisus grandiflorus* subsp. *cabezudoj*, *Adenocarpus gibbsianus*

Ecología

Crece en suelos litorales, arenosos y profundos, y regosoles de paleodunas correspondiente al termomediterráneo seco y subhúmedo.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Estos retamares se encuentran asociados a dunas y arenales costeros. En la zona de estudio, la mayoría de estos retamales se localizan al norte de Los Toruños y en las Playas de Campo Soto y del Castillo. También se han cartografiado la presencia de esta alianza en los márgenes de las carreteras, aunque en estos casos, ha sido introducida de forma artificial como ornamental.

Arbustadas y bosques palustres, quionófilos o colonizadores riparios

Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & Valdés 1980 ⁹

(Tarajales ripícolas)

Estructura

Tarajal formado por diversas especies del género *Tamarix* (*T. gallica*, *T. africana*, *T. canariensis*), que suelen estar acompañadas por un número indeterminado de plantas nitrófilas anuales.

Especies características

Polygonum equisetiforme, *Tamarix africana*

Ecología

Ocupan suelos iniciales, arenosos o arcillosos, de los cauces que pasan largo periodo de sequía, al tiempo que en épocas de crecidas son inundados y soportan fuertes corrientes que erosionan o acarrear grandes cantidades de suelos y sedimentos.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

Se ha cartografiado una única unidad de esta formación de *Tamarix africana*, en la zona de las Aletas, donde aparece acompañada del juncal de *Holoschoeno-Juncetum acuti*.

Vegetación climatófila y edafófila potencial mediterránea y eurosiberiana

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martínez 1975

(Matorral alto serial)

Estructura

Matorrales densos o bosquetes abiertos perennifolios o caducifolios.

Especies características

Pinus pinaster, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus phoenicea subsp. turbinata*, *Ephedra fragilis*, *Laurus nobilis*, *Aristolochia baetica*, *Quercus coccifera*, *Quercus lusitánica*, *Arenaria*, *Corema álbum*, *Erica arbórea*, *Arbutus unedo*, *Crataegus monogyna subsp. brevispina*, *Ceratonia siliqua*, *Coronilla juncea*, *Ononis speciosa*, *Genista cinerea subsp. speciosa*, *Retama monosperma*, *Ulex baeticus*, *Calicotome villosa*, *Cytisus baeticus*, *Cytisus grandiflorus*, *Anagyris foetida*, *Daphne gnidium*, *Thymelaea lanuginosa*, *Myrtus communis*, *Osyris alba*, *Osyris quadripartita*, *Euphorbia characias*, *Rhamnus myrtifolius*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lycioides subsp. oleoides*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Bupleurum foliosum*, *Bupleurum gibraltarium*, *Bupleurum fruticosum*, *Withania frutescens*, *Phlomis purpurea*, *Lavandula dentata*, *Prasium majus*, *Teucrium fruticans*, *Jasminum fruticans*, *Phillyrea angustifolia*, *Phillyrea latifolia*, *Antirrhinum majus subsp. cirrhigerum*, *Rhamnus fontqueri*, *Rubia peregrina*, *Viburnum tinus*, *Lonicera implexa*, *Pulicaria odora*, *Santolina canescens*, *Centaurea africana*, *Klasea alcalae*, *Chamaerops humilis*, *Festuca triflora*, *Hyacinthoides hispánica*, *Asparagus horridus*, *Asparagus aphyllus*, *Asparagus acutifolius*, *Asparagus albus*, *Barlia robertiana*, *Buxus baleárica*, *Cneorum tricoccon*, *Prunus lusitánica*, *Maytenus senegalensis subsp. europaea*, *Juniperus navicularis*, *Centaurea vicentina*, *Euphorbia transtagana*, *Lavatera oblongifolia*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Bupleurum frutescens*, *Cytisus malacitanus*, *Ephedra nebrodensis*, *Genista haenseleri*, *Genista ramosissima*, *Genista spartioides subsp. retamoides*, *Phlomis purpurea subsp. purpurea*, *Phlomis purpurea var. almeriensis*, *Rhamnus lycioides subsp. lycioides*, *Rhamnus oleoides subsp. oleoides*, *Salvia candelabrum*, *Serratula alcalae*, *Serratula baetica*, *Tetraclinis articulata*, *Teucrium polium*, *Ulex canescens*, *Ulex parviflorus subsp. willkommii*,

Ziziphus lotus, Juniperus macrocarpa, Rhamnus vetulinus, Rhamnus angustifolia, Sideritis lasiantha, Coronilla glauca, Ephedra distachya, Serapias nurrica, Arenaria intricata, Avenella stricta, Calicotome intermedia, Cytisus fontanesii subsp. plumosus, Erica arborea subsp. arborea, Euphorbia pedroi, Genista cinerea subsp. murcica, Genista cinerea subsp. valentina, Juniperus turbinata subsp. turbinata, Periploca angustifolia

Ecología

Representan la vegetación climática en regiones semiáridas pero que en los ombrotipos seco a húmedo sólo constituyen una comunidad natural permanente en biotopos xéricos. Normalmente constituyen la primera etapa de sustitución de las series en los territorios de vegetación natural potencial de Quercetalia ilicis constituyendo comunidades propias de margen de bosque y maquias seriales.

Estado de la comunidad en la zona de estudio

En el territorio estudiado, destacan dos zonas con presencia de este orden. Se trata por un lado de la zona de Toruños y la Algaida, donde aparece un lentiscal dominado por *Pistacia lentiscus* acompañando al pinar de pino piñonero (*Pinus pinea*) con acebuches (*Olea europea* var. *europaea*). La otra zona destacada es el Coto de la Isleta, donde también aparece bajo la forma de lentiscal con pinos piñoneros y acebuches.

Por otra parte, se ha asignado la presencia de este orden a antiguos muros de salinas abandonadas que están siendo colonizados por acebuches, sobre todo en la zona de San Fernando.

6.3.3. Hábitats de Interés Comunitario

En la siguiente tabla se recoge el listado de Hábitats de Interés Comunitario (HICs) identificados en la marisma mareal de Bahía de Cádiz. También se incluye para cada uno de ellos unas fichas descriptivas con aspectos como su ecología, especies indicadoras o distribución en el territorio. Para ello se ha utilizado como información base de referencia fichas sobre HICs disponibles en la REDIAM (<https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=89fc1568ba720510VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=cb43d61d8470f210VgnVCM2000000624e50aRCRD>) y la publicación estatal de 2009 “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España” (https://www.miteco.gob.es/en/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_tip_hab_esp_bases_eco_acceso_fichas.aspx)

HIC	Descripción
1130	Estuarios
1140	Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja
1150	Lagunas costeras (*)
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
1320	Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosae</i>)
1510	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>) (*)

HIC. 1130. Estuarios

Descripción y ecología

Hábitat fisiográfico, ligado a ecosistemas fluvio-marinos de las desembocaduras de los ríos, generalmente con cierta acumulación de sedimentos continentales, sometidos a la acción de las mareas y a la doble influencia de aguas marinas y dulces. Se caracteriza por la existencia de un gradiente de salinidad creciente desde la zona de entrada de agua dulce, en el interior hasta mar abierto. Quedan incluidas en dicho HIC tanto la lámina de agua de los estuarios, como los depósitos de lodo adyacentes, que quedan al descubierto en bajamar.

Especies diagnósticas/ características

Dado su carácter fisiográfico no presenta relación con especies o entidades sintaxonómicas.

Distribución

Ámbito de contacto con la marisma mareal de Bahía de Cádiz: desembocadura del Río Guadalete y del río San Pedro, Caño Chico de Puerto Real, Caño de las Astillas, Caño del Zurraque, Caño de Santi-Petri, Canal de Carboneros, Canal de la Isleta, etc.



Interacción con otros HICs

Zona inframareal: 1110 y 1140. Zona intermareal 1320. Zona supramareal: 1420

Problemas de interpretación (según Ibáñez, et al., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

Los posibles problemas de interpretación pueden venir derivados del criterio para definir los límites de los estuarios. En el caso de la parte superior, donde el estuario recibe influencia mareal pero no de agua marina, puede ocurrir que los tipos de hábitat (según la Directiva de Hábitats) o las masas de agua (según la Directiva Marco del Agua) se hayan considerado como

ríos y no como estuarios. En el caso de la parte inferior, puede ocurrir que tipos de hábitat o masas de agua costeras, que están fuera del estuario pero que reciben influencia de la pluma de agua estuarina, tengan características similares en cuanto a los tipos de hábitat (caso del tipo de hábitat 1160, Grandes calas y bahías poco profundas) o se consideren masas de transición según la Directiva Marco del Agua.

HIC. 1140. Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja

Descripción y ecología

Porción de fondo costero marino de escasa pendiente que queda al descubierto cuando la marea está baja. Pueden tener naturaleza arenosa o fangosa (limos), no siendo habitual que presenten cubierta vegetal vascular.

Es un HIC Fisiográfico y Zoocenológico, es decir, determinado por las características del medio físico y, complementariamente, a partir de la fauna que lo acompaña. Incluiría todo el espacio comprendido entre las mareas alta y baja habituales.

Es un ejemplo de hábitat con relación moderada respecto a las comunidades vegetales, ya que las formaciones de *Zostera noltii* son más una excepción en la concepción del hábitat que la norma.

Por el contrario, se podría, incluso, decir que se puede inferir más la presencia del hábitat a través de la zoocenosis, especialmente, por la comunidad de invertebrados que presenta. La composición de la comunidad faunística de este hábitat depende del gradiente de sustratos y energía del medio. No obstante, ésta resulta más determinante para la identificación del hábitat que la vegetación, especialmente en lo que se refiere a los invertebrados (poliquetos, bivalvos, gasterópodos, crustáceos, etc.). Incluso, la observación de aves alimentándose (limícolas) puede resultar determinante para el reconocimiento del hábitat.

Especies diagnósticas/ características

En ámbitos limosos puede aparecer un tapiz más o menos denso de *Zostera noltii*, situada entre las praderas más profundas de *Zostera maritima* y otras fanerógamas, y las formaciones intermareales de *Spartina maritima*.

Distribución en el ámbito

Llanos fangosos/arenosos y caños intermareales en la desembocadura del Río Guadalete y del río San Pedro, Caño Chico de Puerto Real, Caño de las Astillas, Caño del Zurraque, Caño de Santi-Petri, Canal de Carboneros, Canal de la Isleta, etc.



Interacción con otros HICs

Puede formar parte de los HICs 1130 y 1160, pero quedan excluidas las praderas de *Spartina* (HIC 1320), que representan una continuidad espacial con el HIC 1140 hacia zonas intermareales topográficamente más elevadas.

Problemas de interpretación (según Morales, et al., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

Quedan excluidas del HIC 1140 las playas arenosas húmedas dominadas por el oleaje y no por la marea.

Sintaxonomía

ZOSTERETEA MARINAE

Zosteretalia

Zosterion

Zosteretum noltii

HIC. 1150. Lagunas costeras (*)

Descripción y ecología

Medios de agua salobre y somera adyacentes a las costas marinas en los que se incluyen albuferas, lagunas y estanques costeros o sublitorales de salinidad y volumen de agua variables, con o sin vegetación acuática. También se incluyen aquí las salinas costeras de origen antrópico, a veces resultado de la modificación de complejos lacustres naturales. La salinidad de estos medios se debe al aporte de agua salada o a la concentración de sales por evaporación estival.

Es un HIC fisiográfico, es decir, determinado por las características del medio físico. Por consiguiente, la presencia de vegetación no es un elemento indispensable para la determinación del hábitat.

Entre la fauna que vive en estos medios destacan los invertebrados planctónicos y bentónicos y las aves, como el flamenco (*Phoenicopterus ruber*, cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), etc

Especies indicadoras

Callitriche spp., *Chara canescens*, *C. baltica*, *C. connivens*, *Eleocharis parvula*, *Lamprothamnion papulosum*, *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus baudotii*, *Ruppia maritima*, *Zostera noltii*

Distribución en el ámbito

Se han adscrito a este HIC en el territorio láminas de agua de cierta envergadura asociadas a actividades salineras.



Problemas de interpretación (según Soria, J.M. & Sahuquillo, M., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

El tipo de hábitat 1150 Lagunas costeras (*) rara vez se encuentra aislado, sino que forma parte de un lugar donde se encuentran los tipos de hábitat de las series 11, 13 y 14. A lo largo del tiempo, la dinámica geomorfológica suele hacer evolucionar unos tipos de hábitat hacia otros, de manera que, en algunos casos, el intento de clasificar un lugar en unos tipos de hábitat concretos no es del todo preciso por presentarse formas intermedias que se pueden interpretar desde otros puntos de vista.

Sintaxonomía

La presencia de estas comunidades en humedales es un indicador de la calidad de los mismos, pero no constituye el elemento diagnóstico del hábitat.

POTAMETEA

Potametalia

Ranunculion aquatilis

Zannichellion pedicellatae

Zannichellion pedicellatae

Zanichellietum pedicellatae

RUPPIETEA

Ruppialia maritimae

Ruppion maritimae

Ruppium drepanensis

Ruppium cirrhosae

Ruppium spiralis

ZOSTERETEA MARINAE

Zosteretalia

Zosterion

Zosteretum noltii

Zosteretum marinae

HIC. 1310. Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas

Descripción y ecología

Formaciones constituidas por plantas anuales pioneras, fundamentalmente quenopodiáceas, gramíneas y amarantáceas halonitrófilas, que se desarrollan en suelos salinos, limo-arcillosos o arenosos, desnudos, poco evolucionados, que temporalmente pueden encontrarse encharcados, en las orillas o sobre el sedimento de humedales salinos temporales. Aparecen en espacios abiertos de marismas y saladares costeros, así como zonas temporalmente inundadas de los bordes de lagunazos y charcas temporales de aguas salinas o salobres, tanto en zonas costeras como en saladares interiores.

Es un HIC fitocenológico, es decir, determinado por las características de la vegetación. En consecuencia, está constituido por los enclaves con la vegetación propia del mismo.

Especies indicadoras

Entre las especies propias del HIC que aparecen en Andalucía se encuentran *Salicornia ramosissima*, *Cressa cretica*, *Suaeda splendens*, *Salsola soda*, *Puccinellia maritima*, *Spergularia marina*, *Frankenia laevis*, *Plantago maritima*, *Halopeplix amplexicaulis*, *Polypogon maritimus*, *Spergularia maritima*, *Frankenia pulverulenta*, etc. Este hábitat presenta avifauna asociada, como la cigüeñuela y la garceta común.

Distribución en el ámbito

Su presencia en el territorio viene determinada por la presencia de los sintaxones *Suaeda splendidis-Salicornietum patulae*, *Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae* y *Polygono maritimi-Hordeetum marini*.



Interacción con otros HICs

Se considera probable la relación habitual de continuidad del HIC con otros propios de ambientes salinos, como: 1140 [Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja], 1320 [Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimi*)], 1410 [Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)], 1420 [Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosae*)].

Puede crecer acompañando a los HIC 1410 y 1420.

Problemas de interpretación (según Espinar J.L., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

En muchas ocasiones las especies de este tipo de hábitat ocupan los espacios entre especies pioneras perennes como *Sarcocornia*, *Suaeda*, *Arthrocnemum* spp. o poblaciones de *Scirpus* spp. Además, si estos espacios están inundados parte del año, pueden desarrollar comunidades de plantas acuáticas sumergidas. Estos factores aumentan la complejidad a la hora de delimitar el espacio físico en el que se asienta este hábitat. Por tanto, puede existir confusión con otros tipos de hábitat como 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*) y 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*).

Además, casi todas las especies que constituyen el tipo de hábitat 1310 Vegetación halonitrófila anual sobre suelos salinos poco evolucionados, son anuales; por tanto, se hace difícil localizar y delimitar este tipo de hábitat y, a menudo, muchas especies sólo se establecen intermitentemente, presentando una gran dependencia del banco de semillas, sobre todo, en climas mediterráneos.

Sintaxonomía

SAGINETEA MARITIMAE

Frankenietalia pulverulentae

Hordeion marini

Plantagini coronopi-Hordeetum marini

Hainardio cylindricae-Rostrarietum phleoidis

Polypogono maritimi-Hordeetum marini

Frankenion pulverulentae

Bupleuro semicompositi-Filaginetum mareoticae

Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae

THERO-SALICORNIETEA

Thero-Suaedetalia

Thero-Suaedion

Suaedo splendidis-Salsoletum sodae

Cressetum villosae Thero-Salicornietalia

Salicornion patulae

Suaedo braun-blanquetii-Salicornietum patulae

Suaedo splendidis-Salicornietum patulae

Comunidad de Salicornia patula

Suaedo spicatae-Salicornietum patulae

Microcnemion coralloidis

Halopeplidatum amplexicaulis

Microcnemetum coralloidis

HIC. 1320. Pastizales de *Spartina* (*Spartinion maritimi*)

Descripción y ecología

Formaciones vegetales pioneras dominadas por gramíneas del género *Spartina*, hierbas perennes rizomatosas primocolonizadoras, que habitualmente se presentan en forma de praderas densas monoespecíficas, colonizando sedimentos salinos limo-arcillosos (fangos anóxicos y reducidos) de la zona intermareal, en estuarios, marismas y bahías de aguas tranquilas. La vegetación puede encontrarse sumergida o emergida, en función de la variación de altura de las aguas debido a las mareas. En la Península Ibérica, la especie autóctona de estos medios es *Spartina maritima*, que puede verse total o parcialmente desplazada por taxones invasores del mismo género, en el caso de la comunidad Andaluza, *Spartina densiflora*. Las formaciones de *Spartina maritima* se comportan como comunidad pionera que estabiliza los sedimentos litorales. En este tipo de hábitat es característica la avifauna, particularmente limícolas, que nidifican y/o acuden para alimentarse durante la bajamar.

Aparecen en Andalucía en la costa atlántica onubense y gaditana colonizando sedimentos salinos limo-arcillosos de la zona intermareal en estuarios, marismas y bahías de aguas tranquilas.

Es un HIC Fitocenológico, es decir, determinado por las características de la vegetación, por lo que está constituido por los enclaves con la vegetación propia del mismo.

Especies indicadoras

Spartina maritima

Distribución en el ámbito

Ligada a la presencia del sintaxon *Spartinetum maritimae*



Interacción con otros HICs

Aunque no se considera la posibilidad de coexistencia de éste con otros HIC, sí se entiende habitual el contacto con los siguientes: 1130 [Estuarios], 1140 [Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja], 1310 [Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas], 1410 [Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)], 1420 [Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosae*)].

Problemas de interpretación (según Espinar J.L., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

Según el manual “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España”, *Spartinetum densiflorae* no debería ser hábitat por que compite con *Spartinetum maritimae* destruyéndolo.

No obstante, a pesar de su carácter alóctono, los espartinales de *S. densiflora* cumplen el mismo papel ecológico, a la vez que conforman un hábitat muy similar al del *Spartinetum maritimae*. Por estos motivos, se entiende que la inclusión del *Spartinetum densiflorae* en la cartografía del hábitat 1320 es una postura acertada. Ello no es óbice para que se establezcan medidas para que se limite la expansión de *S. densiflora* y se gestionen acciones de recuperación del areal original de la especie autóctona.

Sintaxonomía

SPARTINETEA MARITIMAE

Spartinetalia maritimae

Spartinion maritimae

Spartinetum densiflorae

Spartinetum maritimae

HIC. 1410. Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)

Descripción y ecología

Pastizales herbáceos anuales y sobre todo perennes, de fisionomía variable, aunque suelen dominar los juncales y formaciones de gramíneas. Presentan tolerancia a la salinidad, no quedando claramente incluido en el resto de tipos de hábitats salinos. Ocupan gran variedad de sustratos, de carácter más o menos salino y con amplios rangos de humedad edáfica y regímenes de inundación, tanto en zonas de interior como del litoral, con distribución mediterránea.

El HIC 1410 se considera fitocenológico, ya que la existencia del mismo requiere de la presencia alguna de las comunidades vegetales que se consideran características y definitorias del mismo.

Especies indicadoras

Dentro de este HIC se incluyen gran número de formaciones, por lo que las especies que caracterizan el hábitat son muy numerosas. Destacan los géneros *Juncus* (*J. subulatus*, *J. gerardi*, *J. maritimus*, *J. acutus*) *Scirpus* (*S. litoralis*, *S. maritimus*) y especies como *Eleocharis palustris*, *Cynodon dactylon*, *Dorycnium pentaphyllum* o *Schoenus nigricans*, entre otras. La fauna, es similar a la de otros hábitats húmedos y marismas.

Distribución en el ámbito

Su presencia en el territorio se restringe a la periferia de la marisma mareal, casi siempre fuera ya del ámbito de marisma mareal pero con influencia salina y bien en algunas salinas abandonadas o transformadas para acuicultura. Se trata de juncales de *Polygono equisetiformis-Juncetum maritimi*, Comunidades de *Limonium angustifolium* y *Juncus acutus* y Comunidades de *Limonium ovalifolium* y *Juncus maritimus*, integradas en la alianza *Juncetalia maritimi* y comunidades de *J. subulatus* (orden *Juncion maritimi*).



Interacción con otros HICs

Puede presentar contactos con HICs como el 1310 [*Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas*] y 1420 [*Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (Sarcocornetea fructicosae)*].

Problemas de interpretación (según Espinar J.L., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

Este tipo de hábitat parece haber sido creado uniendo todos los pastizales que presentan cierta tolerancia a la salinidad y que no están claramente incluidos en los demás tipos de hábitat salinos. El único componente que las une es el carácter marcadamente mediterráneo de su flora y la presencia de diversas especies de *Juncus* spp. (*J. subulatus*, *J. maritimus*, *J. gerardi*, *J. acutus*) como especies dominantes y responsables de un patrón paisajístico más o menos constante.

Sintaxonomía

JUNCETEA MARITIMI

Juncetalia maritimi

Juncion maritimi

Juncenion maritimi

Elymo elongati-*Juncetum maritimi*

Juncetum maritimo-subulati

Soncho crassifolii*-*Juncenion maritimi

Inulo crithmoidis-*Juncetum subulati*

Caro foetidi-*Juncetum maritimi*

Centaureo dracunculifoliae-*Dorycnietum gracilis*

Aeluropodo littoralis-*Juncetum subulati*

Polygono equisetiformis-*Juncetum maritimi*

Soncho crassifolii-*Juncetum maritimi*

Schoeno nigricantis-*Plantaginetum maritimae*

Plantaginion crassifoliae

Schoeno nigricantis-*Plantaginetum crassifoliae*

Puccinellion caespitosae

Puccinellietum caespitosae

HIC. 1420. Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosae*)

Descripción y ecología

Comunidades de matorral crasifolio halofítico dominado por quenopodiáceas, con una diversidad de especies variable. Pueden estar acompañadas de pastizales anuales de gramíneas y leguminosas, ya que propician unas condiciones respecto a presencia de materia orgánica, acumulo de suelo, precipitación de sales, etc. que favorecen el establecimiento de los mismos. Se desarrollan en suelos húmedos y muy salinos, tanto litorales (marismas, saladares litorales y bahías) como interiores (bordes de lagunas salobres, charcas endorreicas, etc.) y con distribución mediterránea-atlántica. En marismas y bahías, estas formaciones pueden sufrir una ligera inundación durante pleamar, viviendo sobre suelos húmedos o muy húmedos y marcadamente salinos, por lo general sin mezcla de agua dulce. En el interior ocupan bordes de lagunas salobres, charcas endorreicas, etc., recibiendo inundación en invierno, pero con marcada desecación estival. Este hábitat no posee una macrofauna específica, sino que es común a la del complejo de marismas o de lagunas interior. Se trata de un HIC fitocenológico, es decir, determinado por las características de la vegetación.

Especies indicadoras

Los géneros *Sarcocornia* (*S. fruticosa*, *S. perennis* subsp. *perennis*, *S. perennis* subsp. *alpini*), y *Suaeda* (*S. pruinosa*, *S. vera* subsp. *vera*) caracterizan el hábitat, siendo frecuente también *Limoniastrum monopetalum* y *Arthrocnemum macrostachyum*.

En tipos de hábitat costeros, las especies perennes ocupan levas y marismas altas con influencia mareal esporádica, pudiéndose comportar como especies pioneras en balsas salinas litorales temporalmente inundadas y desprovistas de vegetación perenne. Las áreas más deprimidas están ocupadas por diversas especies de *Sarcocornia* spp., que pueden comportarse como especies pioneras o colonizar la parte central de algunos clones de *Spartina maritima* en marismas bajas.

Arthrocnemum macrostachyum ocupa situaciones intermedias, siendo una de las especies más características de marismas en avanzado estado de colmatación, mientras que *Suaeda vera* y *Limoniastrum monopetalum* ocupan las áreas más elevadas.

Distribución en el ámbito

Es el HIC dominante en el territorio. Su presencia viene determinada, de mayor a menor influencia mareal, por la presencia de los sintaxones como *Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis*, *Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini*, *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, *Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi*, *Polygono equisetiformis-Limoniastrum monopetalum* y *Cistancho phelypaeae-Suaedetum verae*.



Interacción con otros HICs

Se considera habitual el contacto con HICs como el 1310 [*Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas*] y 1410 [*Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimi)*]. Del mismo modo, se considera que puede tener tanto contiguidad como coexistencia con el HIC 1510 [*Estepas salinas mediterráneas (Limnietalia)*].

Problemas de interpretación (según Espinar J.L., 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

La presencia de especies perennes proporciona una buena referencia para la localización e identificación de este tipo de hábitat. Sin embargo, suelen llevar asociados un gran número de especies anuales, tanto acuáticas como terrestres, resultan muy difíciles de registrar y cuantificar. Las especies de plantas anuales constituyen un importante componente de este tipo de hábitat (Marañón 1998, García *et al.*, 1993) por la elevada diversidad que presentan, por su productividad, su valor para usos tradicionales compatibles con la conservación, como el pastoreo controlado, y por su valor como reserva genética de especies tolerantes a la salinidad. A este problema, relacionado con la caracterización de las especies anuales, se une el hecho de que pueden compartir numerosas especies anuales con el tipo de hábitat 1310 pudiendo crear confusión.

Sintaxonomía

SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE

Frankenietalia pulverulentae

Sarcocornietalia fruticosae

Sarcocornion fruticosae

Sarcocornienion fruticosae

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae

Sarcocornienion perennis

Puccinellio maritimae-Sarcocornietum perennis

Puccinellio ibericae-Sarcocornietum perennis

Suaedion verae

Cistancho phelypaeae-Suaedetum verae

Atriplici glaucae-Suaedetum verae

Arthrocnemion macrostachyi

Sarcocornienion alpini

Halimiono portulacoidis-Sarcocornietum alpini

Sarcocornietum alpini *Arthrocnemion macrostachyi*

Frankenio corymbosae-Arthrocnemetum macrostachyi

Inulo crithmoidis-Arthrocnemetum macrostachyi

Arthrocnemo macrostachyi-Juncetum subulati

Frankenio corymbosae-Halocnemetum strobilacei

Suaedion braun-blanquetii

Puccinellio caespitosae-Suaedetum braun-blanquetii

Puccinellio caespitosae-Arthrocnemetum macrostachyi

Puccinellio caespitosae-Sarcocornietum alpini

Limonietalia

Limoniastrion monopetali

Polygono equisetiformis-Limoniastrum monopetali

HIC. 1510. Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)

Descripción y ecología

Es un tipo de hábitat de carácter mediterráneo, presente en el interior de la Península, con irradiaciones hacia las costas e islas mediterráneas. Estas estepas salinas son ricas en especies vivaces rosuladas (*Limonium* spp.) y albardinales o berceales (*Lygeum spartum*) que suelen presentarse sobre suelos temporalmente húmedos, aunque no inundados, por agua salina procedente del arrastre superficial de sales en disolución, fundamentalmente cloruros y sulfatos. Durante el periodo estival se encuentran expuestos a una desecación muy elevada, que llega a provocar la formación de eflorescencias salinas. Aparecen con frecuencia asociadas a complejos salinos de cuencas endorreicas, donde ocupan las partes más secas respecto al gradiente de humedad edáfica, aunque también pueden aparecer en la banda más seca de marismas y saladares costeros. Estas comunidades halófilas no poseen una fauna específica. Se trata de un HIC fitocenológico, por lo que el hábitat lo constituyen los enclaves con vegetación propia del mismo.

Especies indicadoras

Formaciones muchas veces dominadas por *Lygeum spartum*. En zonas costeras suelen dominar numerosas especies de *Limonium* spp.

Distribución en el ámbito

Su presencia escasa en el territorio se encuentra ligado a marisma alta, zonas de salinas abandonadas y marismas degradadas, y está constituido por comunidades de *Limonietum ferulacei*. Es probable, no obstante, que su representación sea algo mayor a lo representado

en la cartografía. Ello requeriría de un estudio específico de la presencia de las diversas especies de *Limonium* en el ámbito y su posible adscripción a este HIC.



Interacción con otros HICs

Se considera probable la relación habitual de continuidad del HIC con otros propios de ambientes salinos, como: 1310 [*Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas*], 1410 [*Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimi)*] y 1420 [*Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (Sarcocornetea fruticosae)*]. Con éste último, también se considera posible la coexistencia.

Problemas de interpretación (según De la Cruz, M. 2009, Bases Ecológicas de HICs en España)

Existen diversas confusiones de criterio con otros tipos de hábitats de carácter salino como el 1420 y 1310 (ver pág. 8, De la Cruz .M., 2009)

Sintaxonomía

ROSMARINETEA OFFICINALIS

Anthyllidetalia terniflorae

Anthyllido terniflorae-Salsolion papillosae

Limonio insignis-Anabasetum hispanicae

Limonio-Anabasetum limonietosum estevei

SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE

Limonietalia

Lygeo-Limonion angustebracteati

Limonio insignis-Lygeetum sparti

Limonietum angustebracteato-delicatuli

Limonio delicatuli-Gypsophiletum tomentosae

Lygeo-Lepidion cardamines

Senecioni castellani-Lygeetum sparti

Limonio quesadensis-Lygeetum sparti

Limonion confusi

Limonietum ferulacei

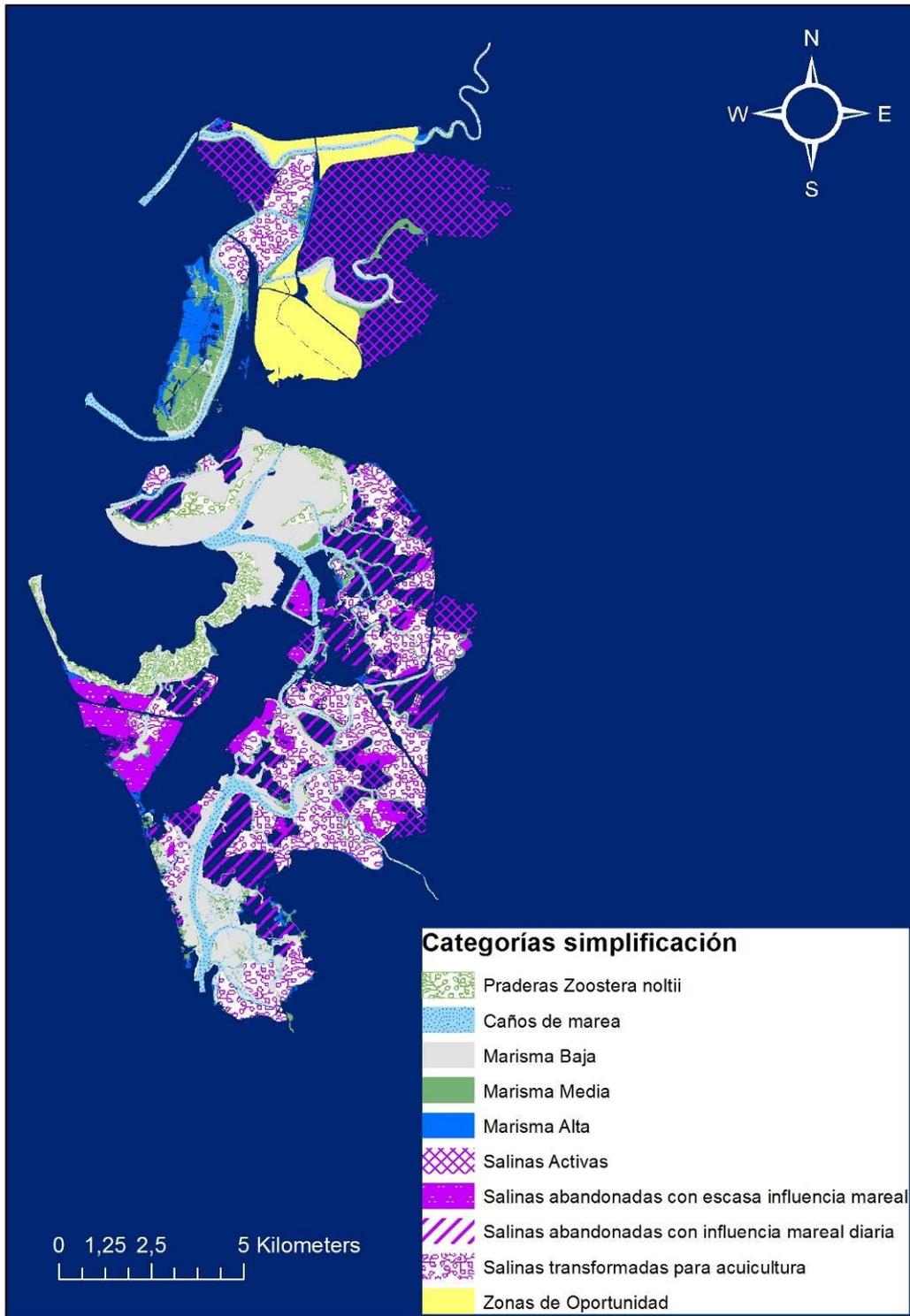
6.4. Categorías de simplificación de la cartografía

En la tabla adjunta se recoge la superficie y porcentaje de ocupación de las categorías de simplificación contempladas para la estimación de la capacidad de secuestro de carbono azul en Bahía de Cádiz.

Categoría	Superficie metros cuadrados)	Superficie (Has)	Porcentaje
Caños de marea	8769596,59	876,96	6,92
Praderas Zostera noltii	4280122,82	428,01	3,38
Marisma Baja	24245247,17	2.424,52	18,42
Marisma Baja Lodos	20836459,19	2.083,65	16,45
Marisma Baja Spartina	954583,10	95,46	0,75
Marisma Baja Sarcocornias	2454204,88	245,42	1,94
Marisma Media	6001328,86	600,13	4,56
Marisma Alta	4069692,14	406,97	3,09
Salinas Activas	22450316,07	2.245,03	17,06
Salinas abandonadas con influencia mareal diaria	16696295,91	1.669,63	12,69
Salinas abandonadas con escasa influencia mareal	6634589,20	663,46	5,04
Salinas Transformadas Acuicultura	24082008,17	2.408,20	18,30
Otras Marismas degradadas	2229035,32	222,90	1,69
Zonas de Oportunidad	8873300,10	887,33	6,74

De entre las distintas categorías establecidas destaca la superficie de ocupación superior al 18% del territorio de las Salinas transformadas para acuicultura y la de Marisma Baja, sin contemplar el desglose por los tres subtipos. En este último caso, la superficie ocupada por *Spartina maritima* no llega al 1%.

Mapa (s) de distribución de las categorías de simplificación



6.4.1. Zonas oportunidad

Con el asesoramiento de Antonio Gómez, Director Conservador del P.N. de Bahía de Cádiz, se han identificado una serie de zonas denominadas “Zonas de Oportunidad”, que integran territorios de marisma mareal degradados y susceptibles de propuesta para posibles actuaciones de regeneración y su utilización en el Mercado de Carbono Azul. Actualmente se encuentran en proceso de evaluación.



Zona oportunidad Márgenes del Río Guadalete (212 Has. aprox.)



Zona oportunidad Aletas-Cetina (675 Has. aprox.)

6.5. Incidencias y dificultades

A continuación se realiza una evaluación de las principales incidencias y dificultades encontradas durante el transcurso de la realización del presente trabajo.

6.5.1. Fotografías aéreas

La realización de los vuelos para la toma de fotografías aéreas en pleamar y bajamar vivas, en particular las equinocciales, es compleja, ya que el periodo óptimo se limita a unos pocos días al año, y dentro de esos días a unas horas determinadas.

Esa acotación tan restringida tiene dos importantes factores limitantes a la hora de la ejecución de los vuelos.

Por una parte, a nivel logístico-económico es difícil la programación de vuelos para la empresa que ejecuta los trabajos, en este caso SPASA.

En condiciones menos restrictivas habitualmente se consiguen compaginar y programar otros Servicios de vuelo en territorios adyacentes, lo que abarata de forma significativa el coste económico de la toma de fotografías.

Esta dificultad ha obligado a realizar dos vuelos (pleamar y bajamar) en días consecutivos, en vez de los tres que inicialmente estaban contemplados, dos en bajamar y uno en pleamar.

El segundo de los problemas ha estado relacionado con las condiciones meteorológicas sufridas durante el periodo primaveral-estival de 2018. La presencia de nubes y lluvias persistentes durante los días planificados potencialmente como adecuados entre marzo y junio, con coeficientes de marea de al menos un valor de 90, han impedido que se realizaran los vuelos previstos durante esas fechas.

Por ello, nos hemos visto obligados a la realización de los vuelos durante el mes de julio, y no exenta de dificultades por la presencia de bancos nubosos. No obstante, finalmente se han conseguido unos resultados de calidad muy satisfactorios en las ortofotografías realizadas.

6.5.2. Variabilidad del género *Sarcocornia*

El ámbito de estudio presenta tres taxones “Tipo” dentro del género *Sarcocornia* (familia Quenopodiáceas, nombre vernáculo Sosa, véase epígrafe 6.2.3 del presente informe):

- *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*
- *Sarcoconia perennis* subsp. *alpini*
- *Sarcocornia fruticosa*

Aunque las morfologías y ecologías “tipo” de cada uno de los tres taxones queda bien definido en las floras botánicas (Véase por ejemplo, La Flora Vasculare de Andalucía Occidental o Flora Ibérica), en la realidad existen todo un conjunto de individuos con caracteres intermedios, posiblemente híbridos en muchos de los casos, que dificultan enormemente su adscripción a un taxón concreto (y sintaxon a nivel fitosociológico), tanto en su identificación in situ, como por fotointerpretación. De hecho, hemos detectado discrepancias de adscripción entre el equipo de la Universidad de Sevilla que realizó inicialmente la Cartografía de Vege10 y la

realizada por nuestro equipo en el transcurso del presente trabajo para diversas manchas con caracteres intermedios entre *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* y *Sarcocornia fruticosa*.

Aunque en la medida de lo posible se ha tratado de unificar criterios, es recomendable considerar con cautela la adscripción concreta que aparece en la cartografía.

Este es uno de los casos en los que para la adscripción a las categorías simplificadas de Marisma Baja_Sarcocornias y Marisma Media, se ha tenido que recurrir a los valores de altimetría de las manchas de vegetación.

6.5.2. Errores en el MDT del LIDAR

Un problema añadido, respecto a lo comentado en el epígrafe anterior, es el error detectado en la estimación de altitudes sobre el nivel de mar en el aproximadamente tercio superior del ámbito de estudio. En dicha franja aparece una sobreestimación de la altura real que consideramos puede oscilar entre 30 y 100 cm.

Para acotar ese error, se ha incluido en la cartografía un campo adicional denominado "Alt_med_error" que toma el valor 1 en aquellos polígonos que estimamos que sufren el problema expuesto.

6.5.3. Presencia de *Ruppia maritima*

Ruppia maritima es una especie de planta acuática perteneciente a la familia *Ruppiaceae* presente en el territorio de forma moderada en ecosistemas de aguas estables en el tiempo. Es decir, no sometidas al flujo mareal diario.



En la cartografía de partida, del SIPNA, hemos encontrado que la gran mayoría de polígonos con estas características llevan asociada por defecto la presencia del sintaxon *Ruppion maritimae*. Es decir, en la cartografía es muy probable que su presencia se encuentre sobredimensionada.

Ante esta circunstancia, nos encontramos con el dilema de incluir su presencia únicamente donde se había sido confirmada en campo, por lo que en la cartografía quedaría subestimada, o mantener el criterio utilizado originalmente. Finalmente, se decidió mantener un criterio "conservador", manteniendo la información tal como estaba originalmente, salvo aquellos polígonos de cambio, en los que en la actualidad el manejo ha cambiado, y ya no hay presencia de lámina de agua permanente.

6.5.4. Límites MB en saco interno de la Bahía de Cádiz

Existen dificultades a la hora de establecer el límite inferior de Marisma baja en el Saco interno de la Bahía de Cádiz.

No se dispone de MDT LiDAR en esa zona, por lo que no se puede aplicar el valor de referencia de Bajamar media (-0,659 m).

Existen dos posibilidades adicionales, utilizar las líneas de referencia de las Cartas Náuticas de la zona, o los límites de referencia establecidos en la cartografía de Unidades Fisiográficas de Andalucía para la Marisma Mareal en la Bahía de Cádiz.

De forma provisional se ha optado por mantener los límites de referencia de la cartografía de Unidades Fisográficas, a expensas de que se decida otra opción por parte de la Dirección Facultativa.

6.5.5. HICs fitocenóticos sin comunidades vegetales asociadas

Se han detectado una serie de polígonos con códigos HICs de carácter fitocenótico, es decir, determinados por la presencia de una serie de comunidades vegetales concretas y, que sin embargo, no tienen información asociada de la presencia de dichos sintaxones.

Aunque en la medida de lo posible se ha tratado de subsanar dicho error con una revisión parcial por fotointerpretación de una parte de dichos polígonos, se requiere de una revisión más exhaustiva para confirmar su presencia. Nuevamente, se ha optado por una postura conservadora ante el dilema de eliminar o no la presencia del hábitat en aquellos polígonos que no ha sido confirmada dicha presencia.

6.5. 6. Marisma natural/Salinas abandonadas con influencia mareal

Existe una serie de salinas abandonadas desde hace varias décadas con elevada influencia mareal, en las que el estado de naturalización es tan elevado que plantea dudas si considerarla como Marisma Mareal de carácter natural o como Salina abandonadas con influencia mareal. En dichos casos se ha optado por el criterio de utilizar preferente la información suministrada por la Capa de Salinas y sus usos actuales por parte del personal del P.N. de Bahía de Cádiz.



7. Agradecimientos

AMAYA

Soledad Vivas (Coordinadora LIFE Blue Nature)

Rosa Mendoza (Dirección Técnica del Servicio)

Jesús Chaves (Responsable Cartografía Marismas Odiel)

Yolanda Gil (Técnico responsable SIPNA)

Juan José Vales (Responsable Observación del Territorio)

Teresa Carretero (Información fanerógamas marinas)

SPASA, Servicios Aéreos

Carlos López (Director Vuelos para Ortofotografías)

P.N. Bahía de Cádiz

Antonio Gómez (Director Conservador P.N. Bahía de Cádiz)

Cristina Capa (Técnico asesoramiento salinas y zonas de oportunidad)

RQUER, Tecnología y Sistemas. S.L.

Daniel Romero (Soporte técnico aplicación SIG-SIPNA)

EFYVE, Estudios de Flora y Vegetación S.L.U.

Olga Comino (Asesoramiento técnico en vegetación y flora de Marismas)