

**VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL).
IDENTIFICACIÓN DE HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO Y
ESTIMACIONES PRELIMINARES DE POSIBLES EFECTOS DE SU
INUNDACIÓN.**

JUAN GARCÍA DE LOMAS¹, CARLOS M. GARCÍA¹ Y ÓSCAR ÁLVAREZ².

¹Departamento de Biología (área de Ecología). ²Departamento de Física Aplicada.
Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales- Univ. de Cádiz. Pol. Río San Pedro s/n –
11510- Puerto Real (Cádiz). E-mail: juan.garciadelomas@uca.es

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio de la composición de la vegetación asociada a las marismas desecadas de Aletas-Cetina, a partir de muestreos estacionales realizados en el período 2005-2006. Los resultados obtenidos sirvieron de base para identificar y cartografiar asociaciones de plantas correspondientes a hábitats de interés comunitario contemplados en la Directiva 92/43/CEE. Adicionalmente, y con vistas a realizar una exploración prospectiva de los efectos que una reinundación de la zona podría provocar en la estructura de esta vegetación, se estudió la distribución de la vegetación a lo largo de un gradiente mareal en el tramo bajo del caño de San Pedro, mediante topografía-GPS. De esa forma, se relacionó la zonación de las especies marismeñas con la cota sobre el nivel medio del mar y con la frecuencia de inundación por mareas. Los resultados muestran que las marismas de Aletas-Cetina están mayormente representadas por una estepa salina con vegetación anual pionera de *Salicornia* spp. y subarbustos halófilos (*Suaeda vera* y *Sarcocornia* spp.), con algunas zonas mixtas de estepa y pastizal situadas al Sur de la Aletas y zonas húmedas de salinidad y temporalidad variables salpicadas por todo el área de estudio. La vegetación en el tramo alto presentó una menor densidad y mayor dispersión que en el tramo bajo, como consecuencia de la restricción a la entrada de marea impuesta por La Corta. Esta restricción sin embargo, incrementa la influencia relativa de los factores climáticos respecto a los mareales, favoreciendo una mayor heterogeneidad ambiental. Por último se presenta una previsión de la inundabilidad potencial del sistema basada en modelos 2D ante posibles cambios

relacionados con la apertura de La Corta en ciertas condiciones, así como una discusión sobre los efectos potenciales sobre la distribución de la vegetación.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

Las marismas pueden ser definidas como ambientes marítimo-terrestres con vegetación herbácea y pequeños arbustos sometidos a inundaciones periódicas como consecuencia de fluctuaciones mareales (Knox, 2000; Adam, 1990; Ranwell, 1972). Entre otras funciones y servicios, las marismas dan refugio a especies de fauna y flora con adaptaciones genéticas muy singulares a condiciones extremas de insolación, temperatura, estrés hídrico, anoxia e inundación periódica (Adam, 1990). Presentan una elevada productividad (Knox, 2000), son áreas de alevinaje para numerosas especies de peces de interés comercial (Boesch y Turner, 1984) y tienen una importancia reconocida en la cría y mantenimiento de numerosas poblaciones de aves. Las marismas tienen también un papel importante en la protección del litoral frente a fenómenos catastróficos y tormentas (French, 2001) y su crecimiento y estabilización depende en gran medida del desarrollo de la vegetación (Adam, 1990; Randerson, 1979).

Aunque son ambientes con diversidad relativamente baja en comparación con otros ecosistemas, su importancia como hábitat ha sido reconocida tanto a nivel internacional a través de la Directiva 92/43/CEE (relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres) y el programa CORINE 85/338/CEE (relativo a biotopos), como a nivel nacional, al formar parte del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), en aplicación de la Ley 22/88 de Costas. A nivel regional y local, el interés en la conservación se ha reconocido con la incorporación de marismas y estuarios a la Red de Espacios Naturales Protegidos con diferentes figuras de protección: Parque Natural (PN) o Paraje Natural (PJM). Más concretamente, en la provincia de Cádiz se encuentran: el PJM "Marismas del río Palmones", PN "La Breña y marismas del Barbate", PN "Bahía de Cádiz", PRN "Marismas de Sancti-Petri", PJM "Playa de Los Lances", PN "Doñana" (BOJA, 1989). La Bahía de Cádiz es además una zona

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

de cría y refugio de aves limícolas (Pérez-Hurtado et al., 1993) y de paso migratorio de numerosas especies entre Europa y África (de Lucas et al., 2004; Fernández-Palacios et al., 1988), reconociéndose su importancia con figuras adicionales de protección tales como Zona de Especial Interés para las Aves (ZEPA) en aplicación de la Directiva 79/409/CEE (relativa a la conservación de las aves silvestres), y sitio RAMSAR, en aplicación del Convenio Ramsar (Irán, 1971).

El caño San Pedro, también llamado río San Pedro, presenta en su tramo bajo un conjunto de marismas bien desarrolladas y escasamente transformadas, incluidas en el PN “Bahía de Cádiz” (Los Toruños y El Pinar de La Algaida de Puerto Real). Las partes altas del caño San Pedro, conocidas como marismas de Aletas y de Cetina, carecen de figura de protección legal. A diferencia del tramo bajo (Toruños y Algaida), las marismas de Cetina han sufrido serias transformaciones en los últimos siglos. En torno a 1700, el desvío del cauce de los ríos Guadalete y San Pedro a su paso por los actuales poblados de Doña Blanca y el Portal conllevó una modificación drástica de la dinámica del San Pedro dando lugar a una

disminución de su caudal (MMA, 1999). Más tarde, la construcción de los diques por parte del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) entre 1962-1964, provocó, por un lado, la desconexión del San Pedro del río Guadalete y, por otro lado, el taponamiento del San Pedro (con la consecuente interrupción o fuerte restricción del flujo mareal) a su paso por el cruce entre la CA-32 y la variante de la A-IV, en un punto denominado “La Corta” (Fig. 1b). Aunque no hay medidas concretas, parece obvio que el cierre del San Pedro en ambos puntos redujo de forma significativa los aportes de agua dulce (desde el N) y el trasiego mareal (desde el S), motivando una pérdida de inundabilidad del sistema. Adicionalmente, el Instituto Andaluz de Reforma Agraria (IARA) procedió a la instalación de diversas conducciones (canales de desecación, tuberías y canaletas) en Aletas-Cetina con el objetivo de transformar las marismas en terrenos agrícolas (MMA, 1999). Estos objetivos fracasaron al no conseguirse la desalinización de los suelos (MMA, 1999), y los restos de conducciones persisten hoy en el paisaje (Fig. 1). En la actualidad, el conjunto Aletas-Cetina ha quedado como una planicie marismeña extensa utilizada como coto de caza menor (nº matrícula CA-11112)

y zona de pastoreo extensivo ocasional para ganados ovino y bovino.

A pesar de su origen y condición marismeña y lindar con el PN “Bahía de Cádiz”, no se han realizado estudios sistemáticos sobre las características naturales de Aletas-Cetina, lo que ha podido motivar una escasa valoración por parte del público en general y su simple consideración de “polvero”. Algunos estudios recientes han citado en la unidad algunas especies de flora amenazada como *Halopeplis amplexicaulis* (Sánchez-García, 2000) y han encontrado una intensa actividad reproductora de aves limícolas y esteparias (Muñoz, 2006). Por otro lado, recientemente se ha planteado la recuperación ambiental de gran parte de la unidad (marismas de Cetina) y entre las actuaciones previstas se incluye la reapertura de La Corta para favorecer la entrada de marea (MMA, 1999). Con esta finalidad, la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico muy recientemente (mayo de 2004) procedió a la reapertura parcial de La Corta. El conocimiento de sus valores naturales puede servir de base para la gestión y para guiar futuras actuaciones de recuperación. También puede servir como información de base sobre la que analizar la evolución del sistema ante

futuros cambios derivados bien de actuaciones locales, o bien de potenciales cambios globales como el ascenso del nivel del mar (Nicholls et al., 1999; Douglas, 1995). Con estos propósitos, en este trabajo se realiza una caracterización de la vegetación de las marismas de Aletas-Cetina entre abril, 2005 y febrero, 2006. Se incluye, en un primer apartado, el estudio de la banda de vegetación en las proximidades de su desembocadura para reconocer los factores que controlan la segregación de las especies en una marisma activa para ayudar a entender la distribución de la vegetación en el tramo alto. Por último, a partir de la descripción de la vegetación, se reconocen los hábitats de interés comunitario (HIC) asociados a las marismas desecadas, apoyándose para ello en la Directiva 92/43/CEE.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. Zona de estudio y estrategia de muestreo.

Se analizó la vegetación asociada a las marismas de Aletas-Cetina (Puerto Real), a lo largo de un área de 1526 Ha. La zona de Las Aletas comprende unas 480 Ha. y está ubicada entre el caño San Pedro (por el Norte), la variante de la

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

autovía A-4 (por el NE) y la carretera CA-32 y la vía del tren (por el SO) (Fig. 1). La zona conocida como Cetina ocupa una superficie mayor (1046 Ha.) y linda con el arroyo Salado (por el N), el cauce del San Pedro y las salinas industriales (por el Oeste), la dehesa de las Yeguas (por el Este) y la A-4 y la barriada de Carrahola (por el Sur) (Fig. 1). No se incluyeron aquellas marismas que, a pesar de presentar un aspecto similar, están situadas más al Norte y próximas al río Guadalete.

Para llevar a cabo el estudio sistemático de la vegetación, se realizaron varios transectos en la orilla izquierda del caño San Pedro y perpendiculares a su curso, procediendo a su marcado mediante estacas de madera referenciadas con GPS (latitud y longitud), para proceder a su estudio comparativo durante las distintas estaciones del año. Una vez marcados, se distinguieron *de visu* las bandas de vegetación paralelas al cauce, procediéndose a un muestreo estratificado al azar dentro de cada una de ellas. Teniendo en cuenta la escasa densidad de plantas en muchas zonas, se utilizó un método consistente en el lanzamiento repetido (100 veces) de un cuadrado-parcela de 50 cm de lado dentro de cada banda de vegetación, anotando la presencia de especies en

cada uno de ellos (Kent y Cocker, 1992). La determinación taxonómica se realizó mediante las claves de Valdés et al. (1987). A partir de estos datos, se calculó la riqueza específica (S) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') (Shannon y Weaver, 1949) (ec. 1). La contribución (en porcentaje) de cada especie al conjunto de la unidad, sirvió para otorgar una denominación a cada unidad vegetal en función de la especie/s dominante/s.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i; \quad p_i = n_i / N \quad (1)$$

Donde p_i es la abundancia relativa de cada especie i , siendo n_i el número de cuadros de la especie i y N el número total de cuadros ($N = 100$).

Adicionalmente se analizó la composición y zonación de la vegetación en el margen oriental del caño principal del San Pedro en las cercanías del Campus Universitario (próximo a su desembocadura). Aunque este perfil muestra una pendiente más pronunciada que en la flecha de Los Toruños, donde la marisma mareal presenta un desarrollo mucho mayor, la zona estudiada alberga en poco espacio las franjas de vegetación (y fauna) esperadas en un ambiente de marisma con mayor regularidad y frecuencia de

inundación mareal. En este tramo se realizaron medidas de cotas con GPS de gran resolución y se asociaron a la presencia y distribución de especies de plantas. Posteriormente, usando el modelo hidrodinámico de muy alta resolución para zonas anegadizas UCA 2D, cuyos detalles se exponen en el párrafo 2.4., se asoció a cada cota (y con ello a cada franja de vegetación) un tiempo promedio de inmersión anual en porcentaje, como factor ambiental simple que asumimos podría explicar una buena parte de los gradientes ambientales presentes en el intermareal que determinan la distribución de las especies vegetales.

Cabe mencionar que la frecuencia estacional del estudio y su duración anual han podido pasar por alto especies y ambientes de menor permanencia, que pueden asociarse a oscilaciones interanuales del clima. De hecho, durante los últimos años (muy lluviosos) se observó que una parte de la superficie ocupada por estepa salina de *Salicornia* spp. quedó completamente inundada durante algunos meses, lo que pudo dar lugar a episodios en los que la comunidad pudo variar ostensiblemente con respecto a los datos que se aportan.

2.2. Terminología utilizada para las unidades de vegetación.

En las marismas de Aletas y Cetina, la vegetación es en general rala y presenta una densidad bastante baja. Hay una ausencia casi total de especies arbóreas y grandes arbustivas, exceptuando únicamente la presencia de algunos tarajes (*Tamarix canariensis*) en la ribera del arroyo “Salado”. Esta característica de planicie desarbolada permite calificar a toda la extensión con el término de “estepa” (Font Quer, 2000; Begon et al., 1999). Considerando además la naturaleza marismeña de la zona, con suelos bastante salinos y presencia de comunidades halófilas con quenopodiáceas subarbustivas crasas (*Arthrocnemum*, *Suaeda*, *Sarcocornia*), permite otorgarle el calificativo de “estepa salina” o “estepa suculenta” (Font Quer, 2000). Sin embargo, para el caso que nos ocupa y, considerando la presencia de heterogeneidades y alternancia de especies dominantes en distintas áreas de Aletas-Cetina, se ha considerado conveniente acompañar el término estepa salina con la especie o especies que dominan la unidad, o bien con el tipo funcional dominante (anual/perenne, herbacea/subarbustiva) y que describe mayormente su aspecto general (Tabla 1). De este modo, se

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

pueden distinguir unas unidades de otras con mayor claridad y se acerca a la realidad de patrones de distribución de especies individuales en gradientes, pero conservando la simplicidad de representación de la cartografía de zonas. Adicionalmente, se incluye en la cartografía la presencia de ambientes diferentes de la estepa salina, como encharcamientos salobres de diferente temporalidad y que albergan una comunidad de plantas muy diferente a la de la estepa.

2.3. Cartografía y reconocimiento de los hábitats de interés comunitario.

Los datos de los transectos realizados durante las distintas estaciones se integraron sobre una foto aérea reciente en color (2004), extrapolando los resultados a aquellas zonas más alejadas de los transectos mediante un ejercicio de fotointerpretación y una posterior validación con visitas de campo. Finalmente, las distintas unidades ambientales reconocidas se asociaron con la descripción de hábitats naturales de interés comunitario presentes en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE.

2.4. Modelado hidrodinámico e incursión de la lámina de agua.

Desde el punto de vista hidrodinámico, el caño San Pedro representa un caño sometido al régimen de mareas de la Bahía de Cádiz, con características de flujo y refluo mareal propias de un comportamiento típicamente estacionario. En la actualidad su cauce está configurado por un canal principal de 4 m de profundidad media, y una amplia zona intermareal en ambas orillas que sigue el curso ascendente 6 Km aguas arriba hasta la presa de “La Corta” atravesando el PN de la Bahía de Cádiz. La presa, de origen antrópico, permite en la actualidad, a pesar de la apertura parcial de la misma, un escaso intercambio de agua entre esta zona y la amplia región intermareal actualmente desecada potencialmente anegadiza, cuya extensión estimada es de 4 Km². Debido a la presencia de la presa, la marea por encima de este punto no supera cotas superiores a 60 cm sobre el nivel medio local, por lo que la planicie, exceptuando el cauce principal del río y su región adyacente, no se inunda en la actualidad.

Con el fin de analizar la evolución dinámica de la marea y el área potencialmente anegadiza, se ha aplicado a la región de estudio el modelo hidrodinámico de muy alta resolución para zonas intermareales no

lineal UCA 2D (detalles del modelo en Álvarez et al., 1998). Para la obtención de las características morfobatimétricas empleadas en el mismo se han realizado observaciones topográficas de muy alta precisión, cubriendo las secciones radiales desde el cauce del río en el área de interés. Los resultados han permitido determinar las pendientes topográficas características del área de estudio y la implementación de las isolíneas de nivel con un alto grado de fiabilidad y precisión centimétrica. En su tramo navegable, la batimetría se ha medido explícitamente a través de ecosondas de muy alta resolución, y complementadas con las cartas 443 A y 443 B publicadas por el IHM. Con el fin de referir los datos batimétricos al mismo sistema de referencia topográfico, se midieron cotas respecto a la lámina de agua simultáneamente en el vértice 305 situado en la Cabezuela, el mismo que fue utilizado en la determinación de las cotas topográficas. Adicionalmente, durante los meses de enero, febrero y julio de 2004, se realizaron campañas de campo consistentes en la adquisición de datos de elevación y corrientes en lugares estratégicos para obtener las características hidrodinámicas de elevación y velocidad asociada en todo el dominio de interés, cuyos resultados han sido convenientemente

confrontados con el modelo numérico para asegurar la fiabilidad de los resultados.

Este modelo se ha usado en este trabajo teniendo en cuenta la restricción hidráulica que supone el puente de la actual autovía y la propia existencia de la misma, que la limita hacia algunos sectores, por lo que la inundación no equivale exactamente a la que pudo tener la zona antes de la actuación de cierre de La Corta mencionada. Tampoco se ha simulado un restablecimiento completo y absoluto de la anchura de cauce preexistente antes de la interrupción, habiéndose incluido una sección algo inferior, equivalente a la eliminación de la presa y de parte de los márgenes que la rodean. Por último, las tendencias topográficas de dicha extensión se ven interrumpidas por la existencia de caminos elevados que pueden actuar de diques y cuyo efecto sobre la inundación prevista real no ha sido completamente incluida. De hecho, estos caminos elevados y los canales existentes podrían ser empleados como elementos de regulación del flujo singulares en estudios de restauración ecológica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**3.1. Tramo bajo del caño San Pedro:
Zonación de las especies.**

El tramo bajo alberga una marisma propiamente dicha o marisma “mareal”, que presenta una zonación de la vegetación en franjas o pisos paralelos a las curvas de nivel o a las isóbatas. Esta zonación en los intermareales se debe al acusado y predecible gradiente de diversas variables del medio físico (grado y frecuencia de inundaciones, anoxia y potencial redox del sedimento, salinidad, etc.) por el que quedan perfectamente distribuidas las especies según sus óptimos y tolerancias (Adam, 1990). El horizonte inferior o marisma baja, sometido a un marcado control físico por la inmersión, aparece completamente colonizado por *Spartina maritima*, con valores mínimos de riqueza específica y diversidad. En bandas progresivamente más elevadas y alejadas del cauce principal, la comunidad se sustituye en pocos metros para dar lugar a una marisma media de *Sarcocornia perennis subsp. perennis*, *Sarcocornia fruticosa* y *Halimione portulacoides*. Más hacia tierra, se va dando un gradual aumento de la riqueza y la diversidad hacia tierra que va acompañado de un incremento en el control por competencia (Snow y Vince,

1984; Pielou y Routledge, 1976). Esta banda más alejada, o marisma alta, está dominada por arbustos de mayor porte como *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limoniastrum monopetalum*, *Inula crithmoides* y *Suaeda vera*, con matas de *S. fruticosa* y *H. portulacoides* de mayor porte que en la marisma media y con algunas juncáceas (*Juncus effusus*). También aparecen algunas especies de menor porte como Siemprevivas (*Limonium* spp.), *Frankenia boissieri*, y la parásita *Cistanche phelypaea* (Fig. 2).

Sobre el perfil de cotas (Fig. 2) se han marcado las cotas promedio en las que empieza y acaba cada una de estas franjas generales, de *Spartina maritima*, marisma media y marisma alta. El cálculo del porcentaje del tiempo anual que permanecen sumergidas, llevado a cabo usando el modelo de mareas, reveló que los llanos intermareales fangosos tienen tiempos de inundación > 38% anual, la franja de *S. maritima* permanece inundada del 12-38% del tiempo anualmente, la marisma media (sin tener en cuenta las irregularidades del terreno) será la franja que permanece inundada entre un 3-12% del tiempo anualmente, mientras que la marisma alta se establecerá en zonas a las que llega ocasionalmente la marea (< 3% del tiempo). También pueden

darse ocasionales reversiones en el perfil, debido a la existencia de microtopografía, que llevan a la nueva aparición de *Spartina* o incluso a la desaparición de vegetación y aparición de cubetas más permanentemente inundadas.

3.2. Tramo alto: marismas desecadas de Aletas-Cetina.

a) Estructura y composición general de la vegetación.

En el tramo alto del caño San Pedro, la disposición de la vegetación en bandas paralelas respecto al cauce es mucho menos clara que en el tramo bajo y es frecuente la presencia de claros completamente desprovistos de vegetación subarborescente halófila. Si bien en la cartografía de vegetación (Fig. 3) se intuye esta sucesión en bandas desde el cauce principal, los gradientes son menos acusados, las fronteras poco definidas y la presencia de heterogeneidades es más frecuente, especialmente conforme nos alejamos del mismo.

Hay una completa ausencia de marisma baja de *Spartina maritima* y/o *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, y

las planicies fangosas que aparecen mayormente asociadas a las curvas meandriformes que describe el recorrido del San Pedro carecen de praderas de *Zostera* spp., que son sustituidas por floraciones de clorofitas oportunistas como *Ulva*, *Enteromorpha* y *Cladophora*. Puntualmente se han medido salinidades muy variables en el tramo alto del San Pedro, con valores menores que el agua de mar ($S = 17-21$) en épocas lluviosas durante invierno y primavera, y salinidades relativamente mayores ($S > 40$) en verano, presumiblemente debidas a los procesos de evaporación propios de la época y, en ocasiones, a los lixiviados de las salinas. Estas oscilaciones dificultan el desarrollo de vegetación propia de marisma baja, adaptada a frecuentes episodios de inmersión a lo largo de todo el año y una salinidad del suelo relativamente constante y que raramente excede la del agua de mar debido a la mayor tasa de renovación.

La marisma media está muy escasamente representada, apareciendo una estrecha banda pegada al cauce entre La Corta y el arroyo Salado con ciertos rasgos de marisma alta. A diferencia del tramo bajo, está formada por pies dispersos de *Halimione portulacoides* y *Sarcocornia fruticosa*,

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

salpicados ocasionalmente por *Arthrocnemum macrostachyum*. Hay una ausencia casi total de algunas especies propias de marisma alta como *Limoniastrum monopetalum* y *Limonium* spp., únicamente representadas en los bordes de los canales de drenaje en la zona de Las Aletas, que son alimentados regularmente con agua salada desde el caño del Molino (Fig. 1b). El grueso de las marismas de Cetina sufre inundación mareal únicamente durante episodios de pleamares vivas equinociales, según se ha podido comprobar en vuelos realizados durante las mareas vivas equinociales recientes (10 septiembre, 2006; JM Abarca, com. pers). Estas condiciones pueden dar lugar a concentraciones muy elevadas de sales en el suelo, al favorecer la cristalización de la sal. La vegetación asociada es una estepa salina dominada (72,4% de la superficie total) por vegetación anual pionera (*Salicornia ramosissima* y *S. europaea*) salpicado por algunas especies perennes de porte subarbuscivo como *Suaeda vera*, *Sarcocornia fruticosa* y *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* (ES-AA, Fig. 3). Otras anuales propias de marismas y suelos fangosos más o menos salinos como *Hymenolobus procumbens*, *Hordeum marinum*, *Chamaemelum fuscatum*,

Plantago coronopus, *Medicago* sp., etc. (Tabla 2), aparecieron normalmente asociadas a pequeñas variaciones en la microtopografía local o a la presencia de zonas menos expuestas al abrigo de los arbustos halófilos mencionados, que suelen desarrollarse en invierno y primavera, para marchitarse en verano. En algunas zonas desaparece la vegetación subarbusciva halófila y, *Salicornia* spp. aparece acompañada de otras anuales de pequeño porte como *Parapholis incurva*, *Poa infirma* y *Halopeplis amplexicaulis* (ES-A, Fig. 3). Estas estepas pierden toda su vegetación conforme avanza el verano, tornándose temporalmente en un paisaje de aspecto sumamente árido.

Al sur de Las Aletas principalmente aparecen zonas mixtas de estepa salina carente de elementos subarbuscivos halófilos, mezclada con especies propias de pastizal (ES-mixta, Fig. 3), que sugiere un mayor lavado de los suelos y condiciones de menor salinidad, donde pasan a dominar especies como *Chamaemelum fuscatum*, *Trifolium* spp., *Plantago coronopus* y *Leontodon* spp., frente a *Salicornia* spp., que pasa a ocupar áreas más restringidas aunque llamativamente está acompañada de *Frakenia pulverulenta*.

b) *Encharcamientos salobres.*

La restricción a la entrada de marea que ejerce La Corta da lugar a una modificación tanto de la representación de especies típicamente marismeñas como de su zonación. Esta restricción mareal y las subsecuentes debidas a canales y caminos también implica que el medio pueda verse influido en mayor medida por la climatología, dando lugar a un gradiente de ambientes más o menos lavados a los que se asocian, a su vez, comunidades vegetales muy distintas a las típicamente, aumentando así la biodiversidad. Este hecho se pone especialmente de manifiesto con la presencia de encharcamientos de temporalidad variable y más o menos salobres (Fig. 4), que dan cabida a una comunidad vegetal también diferente a la típicamente marismeña, con abundantes ciperáceas, juncáceas, eneas y poligonáceas, salpicados por algunas cañas y tarajes (Tabla 1). En estas zonas encharcadizas, se invierte la zonación característica del cauce del San Pedro, y la vegetación típicamente halófila aparece en bandas alejadas de la orilla, lo que corrobora el papel de la salinidad en el control de la zonación de la vegetación en marismas (Adam, 1990; Ranwell, 1972; Beeftink, 1966).

Entre los distintos encharcamientos se advierten diferencias en la composición de la vegetación, en respuesta a la temporalidad y la salinidad. Así, en primer lugar y ocupando una mayor extensión (55,7 Ha; 2,4% de la superficie total estudiada), aparece un encharcamiento de elevada permanencia (E-Perm, Fig. 3) y baja salinidad (intervalo de salinidad en el período marzo-junio, 2005 = 3-6), que parte del pinar de las Yeguas y que cruza la marisma de Cetina en dirección E-W hasta desembocar en el caño de San Pedro. Las aguas permanentes están colonizadas por eneas (*Typha dominguensis*), y sus márgenes están temporalmente colonizados por una orla de ciperáceas (*Scirpus maritimus*) y juncáceas (*Juncus effusus*, *J. acutus*) que se va sustituyendo progresivamente por una estepa salina de *Salicornia* spp. en la zona no encharcable. Destaca la presencia de la invasora *Cotula coronopifolia* (Asteraceae). En segundo lugar por extensión, la ribera del arroyo Salado, al Norte de la unidad estudiada y con salinidades de entre 16-20, alberga una vegetación mixta de marismas y humedales salobres con variaciones importantes a lo largo de su curso. Así, la zona más próxima al caño del San Pedro, está densamente poblada por una estrecha línea de juncos (*J.*

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

effusus) y castañuelas (*Scirpus maritimus*). En el resto de la banda (25 m de anchura) domina *Sarcocornia fruticosa*, salpicada de *Polygonum equisetiforme* y algunas hierbas anuales (Fig. 5a). Algo más al NE, la orla de vegetación del arroyo Salado se hace más dispersa y *S. fruticosa* pierde representación en favor de hierbas anuales como *Atriplex patula*, *Bromus lanceolatus*, *Lolium rigidum*, *Polypogon monspeliensis* y *Pulicaria paludosa*. También en esta zona Norte de Cetina y próxima al arroyo Salado, aparece una zona más amplia (6,7 Ha) en torno a un antiguo caño parcialmente cegado, que se inunda por período de pocas semanas durante episodios de fuertes lluvias. Esta zona alberga singularidades significativas como la presencia de *Salsola soda* (ES-Soda, Fig. 3), especie bastante rara en la provincia y sólo encontrada con anterioridad por los autores en un pequeño encharcamiento temporal en Barbate; y una orla de *Scirpus litoralis* ausente en el resto de la unidad.

En tercer lugar destacan otros pequeños encharcamientos débilmente salobres y de muy pequeña extensión que reúnen las características de “estanques temporales mediterráneos” según la Directiva 92/43/CEE y que aparecen

como ETM en la cartografía (Fig. 3). A diferencia del resto, muestran proliferaciones de vegetación acuática como *Ranunculus peltatus* y algunos helófitos en las zonas de ribera como *Scirpus maritimus*, *Carex divisa* y gramíneas como *Polypogon maritimus* subsp. *subspathaceus* y *P. monspeliensis*. En conjunto, constituyen una superficie pequeña (2,25% de la superficie total estudiada), pero su baja salinidad les otorga un valor adicional en un entorno altamente salino.

3.3. Influencia de “La Corta” en la distribución y composición de la vegetación. Consideraciones sobre la conservación.

Del estudio de vegetación se deduce la existencia de condiciones ambientales muy diferentes en los tramos del caño del San Pedro situados más cercanos a la Bahía, antes de llegar a La Corta y los situados en la zona interna, después de La Corta (Tabla 2). Entre la Corta y la desembocadura (tramo bajo) la vegetación propia de intermareal de marisma alcanza una densidad y vigor muy elevados en comparación con el aspecto que presenta entre la Corta y el arroyo Salado (tramo alto, correspondiente a las marismas de Cetina). En el tramo bajo, la ribera del

San Pedro experimenta un grado y frecuencia de inundación mareal más intensos que se traduce en un mayor desarrollo de la vegetación de marisma baja, media y alta. Sin embargo, la fuerte restricción que ejerce La Corta a la propagación de la onda de marea da lugar a un ambiente completamente diferente. Aunque pueden identificarse algunas áreas ocupadas por marisma media, los pies de *S. fruticosa* y *H. portulacoides* son mucho más aislados, y en general de menor vigor y porte que en el tramo bajo. En contraste aparece una amplia superficie cubierta por una estepa salina sólo inundada (y además no completamente) durante mareas vivas equinocciales, lo que redundará en una mayor salinidad del suelo y en condiciones aún más extremas si cabe para el desarrollo de la vegetación. Estas condiciones de restricción mareal permiten, sin embargo, una mayor influencia de las fluctuaciones del clima que se revela a través de una mayor heterogeneidad ambiental, con presencia de varios humedales de salinidad y temporalidad variable. De este modo, la restricción mareal ha favorecido un aumento de la beta-diversidad, con la identificación de varios HIC recogidos en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE, como “marismas y pastizales salinos atlánticos y

continentales”, “vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras de zonas fangosas y arenosas”, “llanos fangosos no cubiertos por el agua en marea baja” y “estanques temporales mediterráneos”. Por otro lado, y como consecuencia de la mayor influencia relativa de las fluctuaciones climáticas sobre el medio, la diversidad de hábitats redundará en una mayor riqueza específica global, con presencia de algunas especies altamente especializadas a estos ambientes extremos y que presentan algún grado de amenaza, como *Halopeplis amplexicaulis*, *Frankenia pulverulenta*, *Frankenia boissieri*, *Frankenia laevis*, *Salsola soda* (Sánchez-García, 2000).

Aunque no se han incluido en este estudio, otros eslabones superiores de la cadena trófica responden a esta diversidad de ambientes y fueron observadas, por ejemplo, un buen número de limícolas (e.g., Avoceta *Recurvirostra avosetta*, Cigüeñuela *Himantopus himantopus*, Chorlitejo patinegro *Charadrius alexandrinus*), anátidas (Ánade real *Anas platyrhynchos*, espátula *Platalea leucorodia*, Calamón *Porphyrio porphyrio*) y otras especies de aves asociadas a ambientes esteparios (e.g., Alcaraván *Burhinus oedicnemus*,

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

Aguilucho cenizo *Circus pygargus*,
Torrera marismeña *Calandrella rufescens*, etc.), menos representadas en el conjunto de la Bahía de Cádiz, sometidas actualmente a un nivel severo de amenaza (Franco y Rodríguez, 2001; Collar 1996). Estos factores se han traducido a nivel regional, por ejemplo, en un plan andaluz para la conservación de estepas y su avifauna asociada (Yanes y Gutiérrez, 2005).

3.4. Previsiones ante posibles cambios relacionados con la apertura de La Corta. Aspectos relacionados con la conservación.

Finalmente, en lo que se refiere a la predicción de cambios en la comunidad vegetal de Aletas-Cetina, como consecuencia de una futura apertura total de La Corta, (restablecimiento del flujo mareal), adelantaremos que es un buen punto de partida el empleo de modelos de inundabilidad potencial para tener una idea aproximada de las tendencias de esta evolución. El modelo predice que la influencia de la marea se dejará sentir de una manera mucho más intensa, frecuente y sobre una porción mayoritaria del sistema Aletas-Cetina a la que experimenta en la actualidad, relegando la estepa salina a una franja más estrecha.

La figura 5 representa en tres niveles (gris oscuro, gris intermedio y gris claro) áreas equivalentes a las observadas en el tramo bajo del San Pedro en zonas de marisma con flujo más regular de mareas. La franja coloreada en gris más oscuro representa la zona de llanos mareales fangosos y termina en las zonas donde potencialmente al menos podría aparecer la *Spartina maritima*. La franja de tono gris intermedio representa la franja de marisma media y parte de alta, con límite superior en la línea hasta la que alcanzaría el agua en un periodo extremo de mareas máximas vivas equinocciales. Por último, la franja coloreada en gris claro añade una extensión suplementaria que se inundaría cuando estas mareas vivas equinocciales coincidiesen con periodos de presión atmosférica favorable que llevaran a elevar unos pocos cm el nivel de agua, con una gran repercusión sobre la inundabilidad dada la escasa pendiente de Aletas-Cetina. En esta franja gris claro se darían hipotéticamente buenas condiciones para el establecimiento de flora de marisma alta distal y vegetación de influencia marismeña.

Los cambios en la dinámica del sistema originados por su reinundación, pese a ser ésta una actuación de restauración de marismas en principio conveniente, podrían llevar a la pérdida incontrolada de ambientes que están menos representados en el conjunto del Parque Natural, como es el caso de las mismas estepas salinas, los encharcamientos temporales y sus riberas asociadas si ésta se realizase sin un diseño adecuado. En este sentido, pensamos que la cartografía presentada junto con un meditado uso de las anomalías de topografía existente (camino y canales especialmente) o bien de las que se

podrían crear con actuaciones (restauración de caños o bien obras adicionales) debería ser considerada si se plantea la ampliación de la apertura de La Corta para tratar de conservar una parte de la extensión ocupada por este abanico de ambientes y por especies raras o poco representadas. Este diseño, combinado con predicciones particulares de modelos mareales que incluyan nuevas condiciones o condiciones más detalladas en determinadas zonas de la extensión Aletas-Cetina serían una buena base para mantener una alta beta-diversidad en la zona.

REFERENCIAS:

ADAM, P. (1990). Saltmarsh ecology. Cambridge University Press.

ALVAREZ, O., IZQUIERDO, A., TEJEDOR, B., MAÑANES, R., TEJEDOR, L., KAGAN, B.A. (1999). The influence of sediment load on tidal dynamics, a case study: Cadiz Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* 48, 439-450.

BEEFTINK, W.G. (1966). Vegetation and habitat of the salt marshes and beach plains in the south-western part of the Netherlands. *Wentia* 15: 83-108.

BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. (1999). Ecología. Omega. 1148 pp.

BOESCH, D.F., TURNER, R.E. (1984). Dependence of Fishery Species on Salt Marshes: The Role of Food and Refuge. *Estuaries* 7 (4), 460-468.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

BOJA. (1989). BOJA nº 60, de 27/07/1989, en el que se publica la Ley 2/1989 de 18 de julio del inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

MOREIRA, J.M., MONTES, C. (coord.). (2005). Caracterización ambiental de los humedales en Andalucía. Consejería de Medio ambiente. Junta de Andalucía.

COLLAR, N.J. (1996). The conservation of grassland birds: towards a global perspective. En: Fernández J y Sanz-Zuasti J (eds). Conservación de las aves esteparias y su hábitat. Pp. 9-18. Junta de Castilla y León. Valladolid.

DE LUCAS, M., JANSSE, G.F.E., FERRER, M. (2004). The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and conservation* 13(2): 395-407.

DOUGLAS, B.C. (1995). Global sea level change: determination and interpretation. *Reviews of Geophysics (Suppl)* 33: 1425.

FERNÁNDEZ-PALACIOS, A., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J., GIL, B.J. (1988). Guías naturalísticas de la provincia de Cádiz. I: El Litoral. Libros de la diputación de Cádiz.

FONT QUER, P. (2000). Diccionario de Botánica. 1244 pp.

FRANCO, A., RODRÍGUEZ, M. (coords). (2001). Libro rojo de los vertebrados amenazados de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

FRENCH, P.W. (2001). Coastal defences: processes, problems and solutions. Routledge. Taylor and Francis Group.

KENT, M., COCKER, P. (1992). Vegetation description and analysis. New York, Wiley.

REVISTA DE LA SOCIEDAD GADITANA DE HISTORIA NATURAL

KNOX, G.A. (2000). The ecology of seashores. CRC Press, New York.

MMA. (1999). Estudio de recuperación ambiental de la zona marismal de los ríos Guadalete y San Pedro (ref. 11-1041/96). Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico. Dirección General de Costas.

MUÑOZ, G. (2006). Avifauna asociada a las marismas desecadas de Aletas-Cetina. Comunicación oral. III Jornadas de Historia Natural de la provincia de Cádiz. Jimena de la Fornera. 24-26 marzo.

NICHOLLS, R.J., HOOZEMANS, F.M.J, MARCHAND, M. (1999). Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change* 9: S69-S87.

PACKHAM, J.R., WILLIS, A.J. (1997). Ecology of dunes, salt marsh and shingle. Chapman & Hall.

PÉREZ-HURTADO, A., HORTAS, F., RUIZ, F., SOLÍS, F. (1993). Importancia de la Bahía de Cádiz para las poblaciones de limícolas invernantes e influencia de las transformaciones humanas. *Ardeola* 40: 133-142.

PIELOU, E.C., ROUTLEDGE, R.D. (1976). Salt marsh vegetation: latitudinal gradients in the zonation patterns. *Oecologia (Berlin)* 24: 311-321.

RANDERSON, P.F. (1979). A simulation model of salt-marsh development and plant ecology. En: Estuarine and Coastal Land Reclamation and Water Storage, ed. B. Knights & A.J. Phillips, pp. 48-67. Farnborough: Saxon House.

RANWELL, D.S. (1972). Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman & Hall.

SÁNCHEZ-GARCÍA, I. (2000). Flora amenazada del litoral gaditano. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

SHANNON, C.E., WEAVER, W. (1949). The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana.

SNOW, A.A., VINCE, S.W. (1984). Plant zonation in Alaskan salt marsh. II. An experimental study of the role of edaphic conditions. *Journal of Ecology* 72: 669-684.

VALDÉS, B., TALAVERA, S., GALIANO, E.F. (1987). Flora vascular de Andalucía Occidental. Vols. I, II and III. Ketres editora, S.A, Barcelona.

YANES, M., GUTIÉRREZ, J.E. (2005). Bases y criterios para la conservación de aves esteparias en Andalucía (borrador). Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

Descripción de la unidad vegetal	Especie dominante	Abreviatura en la cartografía
Planicie fangosa no cubierta por agua en bajamar, con o sin algas	<i>Ulva, Enteromorpha, Cladophora</i> (Clorophyta).	PF
Marisma baja	<i>Spartina maritima; Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i> .	M-Baja
Marisma media	<i>Haliomione portulacoides; Sarcocornia fruticosa</i> .	M-Media
Marisma alta	<i>Limoniastrum monopetalum; Arthrocnemum macrostachyum; Haliomione portulacoides; Sarcocornia fruticosa; Inula crithmoides</i> .	M-Alta
Estepa salina con vegetación anual pionera (<i>Salicornia</i> spp.) y elementos subarbusculosos halófilos	<i>Salicornia</i> spp.; <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>alpini; Sarcocornia fruticosa; Suaeda vera; Hordeum marinum; Hymenolobus procumbens; Chamaemelum fuscatum</i> .	ES-AA
Estepa salina con vegetación anual pionera (<i>Salicornia</i> spp.) y ausencia de elementos subarbusculosos halófilos	<i>Salicornia</i> spp.; <i>Parapholis incurva; Poa infirma; Melilotus messanensis; Plantago coronopus; Halopeplis amplexicaulis</i> .	ES-A
Estepa salina encharcable muy temporalmente por precipitaciones y con <i>Salsola soda</i> .	<i>Salsola soda; Hordeum marinum; Beta</i> sp.; <i>Plantago coronopus; Halopeplis amplexicaulis; Suaeda splendens</i> .	ES-Soda
Estepa salina mixta con pastizal, dominados por vegetación anual	<i>Chamaemelum fuscatum; Plantago coronopus; Leontodon</i> spp., <i>Trifolium</i> spp., <i>Salicornia</i> spp., <i>Frankenia pulverulenta</i> .	ES-mixta
Ribera arroyo salado	<i>Sarcocornia fruticosa; Scirpus maritimus; Juncus effusus; Polygonum equisetiforme</i> .	Arroyo-Salado
Encharcamiento de alta permamencia.	<i>Typha dominguensis; Scirpus maritimus; Cotula coronopifolia; Juncus effusus</i> .	E-Perm
Encharcamiento temporal salobre	<i>Ranunculus peltatus; Juncus effusus; Juncus acutus; Carex divisa</i> .	ETM
Pastizal	<i>Trifolium</i> spp., etc.	P
Campos cultivados	Monocultivos variables.	CC

Tabla 1. Unidades de vegetación asociadas a las marismas desecadas de Aletas-Cetina, en función de las especies y/o los tipos funcionales dominantes.

REVISTA DE LA SOCIEDAD GADITANA DE HISTORIA NATURAL

Unidad vegetal y Habitats de interés comunitario asociados	Especies
Planicie fangosa no cubierta por agua en bajamar, con o sin algas: “Llanuras fangosas no cubiertas por agua en bajamar: desnudos o con praderas de <i>Zoostera</i> y algas”	<i>Ulva</i> spp.; <i>Enteromorpha</i> spp.; <i>Cladophora</i> sp. (Clorophyta).
Marisma baja: “Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales. Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)” .	<i>Spartina maritima</i> ; <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i> .
Marisma media: “Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales” . “Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)” .	<i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i> ; <i>Halimione portulacoides</i> ; <i>Sarcocornia fruticosa</i> ; <i>Spergularia salina</i> .
Marisma alta: “Marismas y pastizales salinos atlánticos y continentales” . “Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)” .	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> ; <i>Cistanche phelypaea</i> ; <i>Frankenia boissieri</i> ; <i>Halimione portulacoides</i> ; <i>Inula crithmoides</i> ; <i>Juncus effusus</i> ; <i>Limoniastrum monopetalum</i> ; <i>Limonium angustifolium</i> ; <i>Limonium ferulaceum</i> ; <i>Limonium virgatum</i> ; <i>Sarcocornia fruticosa</i> ; <i>Suaeda vera</i> .
Estepa salina con vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y con/sin elementos subarbuscivos halófilos: “Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras de zonas fangosas y arenosas”	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> ; <i>Atriplex postrata</i> ; <i>Beta</i> sp.; <i>Cerastium pulchellum</i> ; <i>Chamaemelum fuscum</i> ; <i>Frankenia boissieri</i> ; <i>Frankenia laevis</i> ; <i>Frankenia pulverulenta</i> ; <i>Haloepelis amplexicaulis</i> ; <i>Hordeum marinum</i> ; <i>Hymenolobus procumbens</i> ; <i>Lolium rigidum</i> ; <i>Melilotus messanensis</i> ; <i>Medicago</i> sp.; <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> ; <i>Parapholis incurva</i> ; <i>Poa infirma</i> ; <i>Plantago coronopus</i> ; <i>Salicornia europaea</i> ; <i>Salicornia ramosissima</i> ; <i>Salsola soda</i> ; <i>Sarcocornia fruticosa</i> ; <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>alpini</i> ; <i>Spergularia salina</i> ; <i>Suaeda splendens</i> ; <i>Suaeda vera</i> .
Caños y encharcamientos dulces y salobres: “Estanques temporales mediterráneos”	<i>Atriplex patula</i> ; <i>Carex divisa</i> ; <i>Cotula coronopifolia</i> ; <i>Typha</i> sp.; <i>Hordeum marinum</i> ; <i>Juncus effusus</i> ; <i>Juncus pygmaeus</i> ; <i>Melilotus elegans</i> ; <i>Melilotus messanensis</i> ; <i>Phalaris paradoxa</i> ; <i>Plantago coronopus</i> ; <i>Polygonum equisetiforme</i> ; <i>Polypogon maritimus</i> subsp. <i>subspathaceus</i> ; <i>Polypogon monspeliensis</i> ; <i>Ranunculus</i>

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

	<i>peltatus</i> ; <i>Rumex dentatus</i> ; <i>Salsola soda</i> ; <i>Scirpus litoralis</i> ; <i>Scirpus maritimus</i> ; <i>Tamarix canariensis</i> ; <i>Typha dominguensis</i> .
Ribera arroyo Salado: “ Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (Sarcocornetea fruticosi) ”.	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> ; <i>Atriplex patula</i> ; <i>Bromus lanceolatus</i> ; <i>Carthamus lanatus</i> ; <i>Cynara cardunculus</i> ; <i>Frankenia laevis</i> ; <i>Juncus acutus</i> ; <i>Juncus effusus</i> ; <i>Lolium rigidum</i> ; <i>Phalaris paradoxa</i> ; <i>Phragmites australis altissima</i> ; <i>Plantago coronopus</i> ; <i>Polygonum equisetiforme</i> ; <i>Polypogon monspeliensis</i> ; <i>Pulicaria paludosa</i> ; <i>Scirpus maritimus</i> ; <i>Sarcocornia fruticosa</i> ; <i>Sonchus asper</i> ; <i>Tamarix canariensis</i> .
Pastizales: -	<u>Al Norte de Cetina</u> <i>Arenaria hispanica</i> ; <i>Biscutella auriculata</i> ; <i>Brassica oleraceae</i> ; <i>Bromus lanceolatus</i> ; <i>Bupleurum</i> sp.; <i>Calendula arvensis</i> ; <i>Capnophyllum peregrinum</i> ; <i>Catananche lutea</i> ; <i>Chamaemelum fuscatum</i> ; <i>Colvolvulus althaeoides</i> ; <i>Daucus</i> sp.; <i>Euphorbia pterococca</i> ; <i>Fedia cornucopiae</i> ; <i>Malva sylvestris</i> ; <i>Mandragora autumnalis</i> ; <i>Medicago</i> sp.; <i>Oxalis pes-caprae</i> ; <i>Plantago coronopus</i> ; <i>Scandix pecten-veneris</i> ; <i>Scorzonera laciniata</i> ; <i>Sonchus asper</i> . <u>Al Sur de Aletas</u> <i>Anacyclus radiatus</i> ; <i>Anagallis arvensis</i> ; <i>Arctotheca calendula</i> ; <i>Bromus diandrus</i> ; <i>Bromus hordeaceus</i> ; <i>Bromus lanceolatus</i> ; <i>Alendula arvensis</i> ; <i>Carduus</i> sp.; <i>Chamaemelum fuscatum</i> ; <i>Diplotaxis virgata</i> ; <i>Dittrichia viscosa</i> ; <i>Echium plantagineum</i> ; <i>Erodium</i> sp.; <i>Euphorbia helioscopia</i> ; <i>Frankenia boissieri</i> ; <i>Galactites tomentosa</i> ; <i>Leontodon longirrostris</i> ; <i>Medicago polymorpha</i> ; <i>Melilotus indica</i> ; <i>Plantago coronopus</i> ; <i>Plantago lagopus</i> ; <i>Raphanus raphinistrum</i> ; <i>Scorpiurus sulcatus</i> ; <i>Spergularia salina</i> ; <i>Sylibum marianum</i> ; <i>Trifolium angustifolium</i> ; <i>Trifolium glomeratum</i> ; <i>Trifolium resupinatum</i> ; <i>Trifolium stellatum</i> ; <i>Trifolium tomentosum</i> .

Tabla 2. Relación de especies asociadas a cada unidad vegetal

REVISTA DE LA SOCIEDAD GADITANA DE HISTORIA NATURAL

Tramo bajo (desembocadura)	Tramo alto (Corta-Cetina)
1. Bandas homogéneas claramente paralelas al cauce.	1. Bandas de vegetación menos claras. Heterogenidad más frecuente.
2. Mayor biomasa por unidad de superficie.	2. Menor biomasa por unidad de superficie.
3. Predominio de marisma media de <i>Haliomione portulacoides</i> , <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i> .	3. Predominio de estepa salina de <i>Salicornia</i> spp., <i>Suaeda vera</i> y <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>alpini</i> .
4. Presencia de marisma baja de <i>Spartina maritima</i> .	4. Ausencia de marisma baja de <i>Spartina maritima</i> .
5. Composición de la comunidad con variaciones estacionales poco apreciables.	5. Composición de la comunidad con variaciones estacionales marcadas.
6. Mayor influencia de la marea. Menor control físico debido a las variaciones climáticas.	6. Menor influencia de la marea. Mayor control físico por las oscilaciones climáticas.

Tabla 3. Resumen de las diferencias entre el tramo bajo y el tramo alto del río San Pedro, motivado principalmente por la restricción a la entrada de marea impuesta por “La Corta”.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

FIGURAS



Figura 1. Fotografías aéreas de las marismas de Aletas-Cetina correspondientes a 1956 (a) y 2004 (b), donde puede apreciarse la evolución sufrida. En la foto más reciente se señalan los límites de la zona de estudio (línea gris) y los diques construidos por el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), en 1962-1964. También se indica la localización de La Corta, que recientemente ha sido objeto de la apertura parcial.

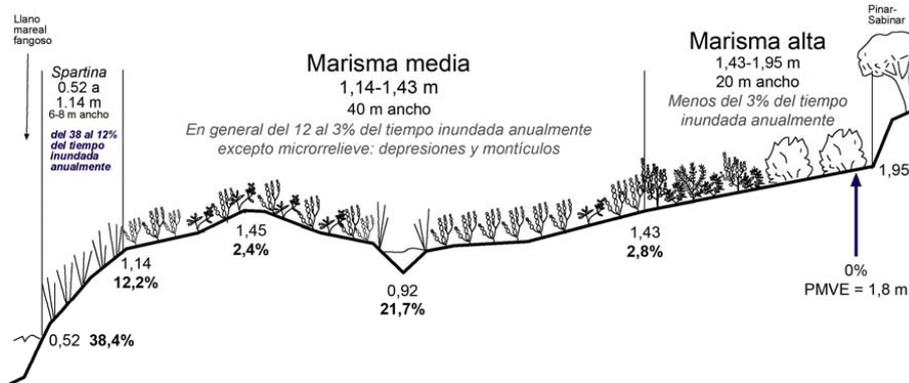


Figura 2. Corte de un transecto real de la marisma en el margen oriental del San Pedro que asocia topografía GPS con la posición promedio de especies vegetales de la marisma. Las cotas promedio se representan asociadas a puntos singulares apreciados sobre el terreno. En negrita aparece el porcentaje de inundación anual a los que éstas cotas están sometidas. El microrrelieve, actuando contra tendencias generales de la pendiente puede llegar a revertir la distribución (aunque no siempre), pudiéndose entonces observar por ejemplo algunas plantas de *Spartina maritima* en depresiones encharcadas más tiempo. La marisma media está dominada por *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* y *Halimione portulacoides*, situada ésta última en cotas ligeramente más altas. La marisma alta es más diversa y compuesta por especies marismeñas de la región, culminando en la franja más alta con *Limoniastrum monopetalum*.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

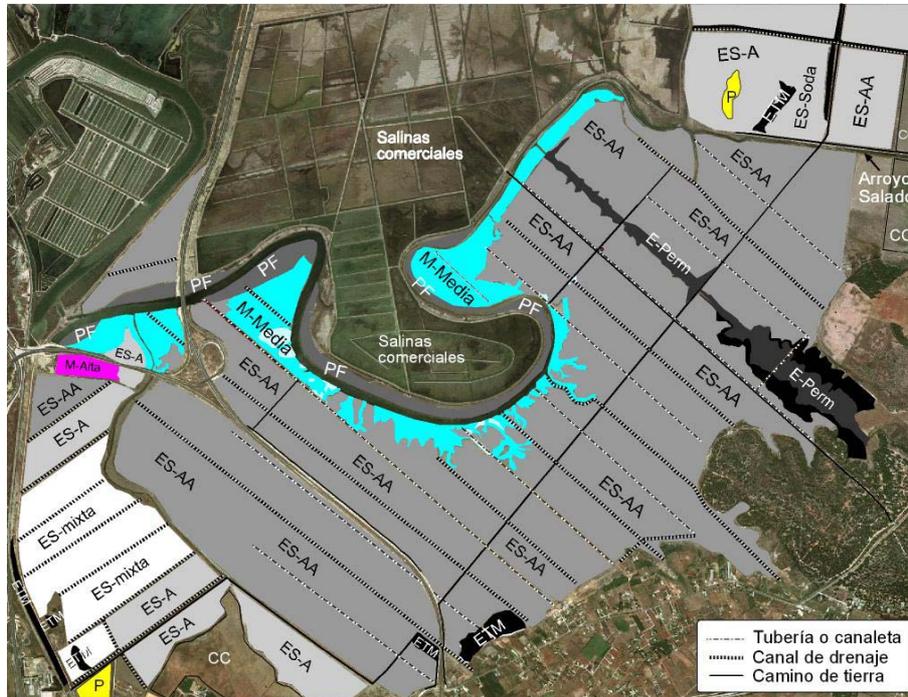


Figura 3. Unidades de vegetación en las marismas de Aletas-Cetina. Los códigos corresponden a las unidades descritas en la Tabla 1: planicie fangosa (PF); marisma media (M-Media); marisma alta (M-Alta); estepa salina con vegetación anual pionera (*Salicornia* spp.) y elementos subarbustivos halófilos (ES-AA); estepa salina con vegetación anual pionera (*Salicornia* spp.) y ausencia de elementos subarbustivos halófilos (ES-A); estepa salina encharcable muy temporalmente por precipitaciones y con *Salsola soda* (ES-Soda); estepa salina mixta con pastizal, dominados por vegetación anual (ES-mixta); ribera arroyo salado (arroyo Salado); encharcamiento de alta permanencia (E-Perm); encharcamiento temporal salobre (ETM); pastizal (P) y campos de cultivo (CC). Por motivos de claridad, no se han indicado las bandas más estrechas de marisma alta en torno a los canales de drenaje de Las Aletas. Las correspondencias de estas unidades vegetales con hábitats de interés comunitario se resumen en la Tabla 2.



Figura 4. Foto aérea de la zona de Cetina mostrando la presencia de cuerpos de agua. Los valores numéricos indicados corresponden a la medida de la salinidad tomada en junio de 2004.

VEGETACIÓN DE LAS MARISMAS DE ALETAS-CETINA (PUERTO REAL)

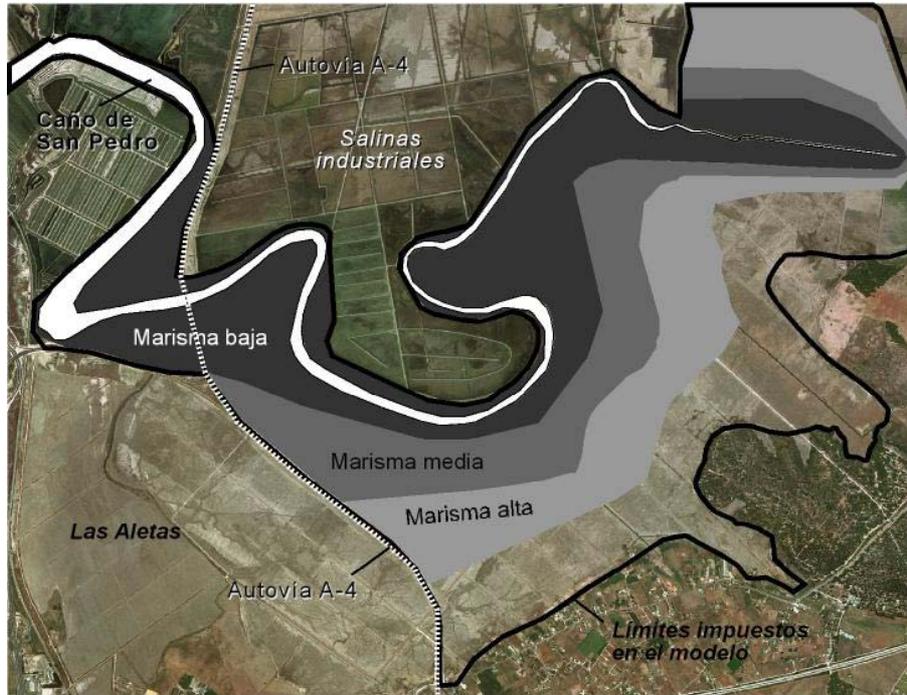


Figura 5. Región intermareal simulada inundada sin la presencia de la presa y zonación esperada de la vegetación en respuesta a la apertura de La Corta. Se ha tenido en cuenta la restricción hidráulica que supone el puente de la actual autovía y la propia existencia de la misma, que la limita hacia algunos sectores, por lo que la inundación no equivale exactamente a la que pudo tener la zona antes de la actuación de cierre de La Corta mencionada. Por último, las tendencias topográficas de dicha extensión se ven interrumpidas por la existencia de caminos elevados que pueden actuar de diques y cuyo efecto sobre la inundación prevista real no ha sido completamente incluida. Estos caminos elevados y los canales existentes podrían ser empleados como elementos de regulación del flujo singulares en estudios de restauración ecológica.