

VII JORNADAS ESPAÑOLAS DE
**INGENIERÍA DE
COSTAS Y PUERTOS**

Almería, 22 y 23 de mayo de 2003

LIBRO DE RESÚMENES

www.puertosycostas.com/almeria2003



FUNDACIÓN PARA EL AVANCE DE LA INGENIERÍA DEL ACUÍFERO

Edita:

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INGENIERÍA DEL AGUA

Avda. Menéndez Pidal s/n. Edificio ETSIAM

Univ. de Córdoba. 14004 Córdoba (España)

Tel: +34 957 218512 Fax: +34 957 218563

e-mail: mjpolo@ingenieriadelagua.com

web: ingenieriadelagua.com

Editores:

Miguel A. Losada Rodríguez y M^o del Carmen Castillo

Grupo de Puertos y Costas, Universidad de Granada

c/ Ramón y Cajal N^o4, 18071 Granada

Tel: +34 958 248313 Fax: +34 958 248314

e-mail: mlosado@ugr.es ; mcastil@ugr.es

web: www.puertoscostas.com

Diseño y Maquetación:

Pizzicato Estudio Gráfico

e-mail: correo@pizzicato.es

web: www.pizzicato.es

Imprime:

Gráficas Calima

I.S.B.N.

En tramitación

Deposito Legal:

SA-439-2003

© Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua

Las marismas del Barbate (Cádiz), un proyecto para su restauración

¹Muñoz-Pérez, J.J., ¹Fages, L., ¹Gómez Pina, G., ¹Ramírez Caro, J.L., ²Caramé Moss, N., ²Asensio Romero, B. & ²Lorenzo Vaquero, D.

¹Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Demarcación de Costas Andalucía Atlántico, Ministerio de Medio Ambiente, Marianista Cubillo n. 7, 11071 Cádiz, España, Fax: 34956 205352, e-mail: jjmunoz@ca.dgc.mma.es

²Profesionales Ambientales, Analiter S.L., Ramón y Cajal n. 9, Edificio Isla, entreplanta C, Sevilla, España, Fax: 34 954 921579, e-mail: analiter@analiter.net

Resumen

La Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente ha puesto en marcha un plan para la recuperación de las zonas húmedas costeras de Cádiz, este proyecto nace por causa de esa iniciativa.

En los últimos 50 años, las actuaciones promovidas por el hombre (transformaciones agrícolas, ganaderas, infraestructuras y drenajes) han degradado el sistema estuarino del río Barbate (unas marismas mareales muy maduras cerradas por una flecha arenosa que se incluyen en un Parque Natural), reduciendo el nivel de agua y, como consecuencia, afectando la biodiversidad del ecosistema por la pérdida de las condiciones de inundación periódica que el mismo necesita.

El primer documento gráfico fiable relativo a estas marismas, es una fotografía aérea de 1956, que presenta unas marismas apenas alteradas. Considerado que aquel es el estado natural que le corresponde a este humedal, todas las alternativas propuestas para la restauración se basaron en devolver a las marismas a ese estado de evolución como sistema "objetivo".

La actuación incluye un tratamiento integral de las marismas: aumentando los aportes de agua por eliminación de barreras y dragado de caños y paleocauces, recreando un estero o laguna seminatural en un vertedero abandonado, retirando residuos diversos de la marisma, reponiendo senderos para el uso público y posibilitando la recomendación de suelos para el uso acuícola con bajo impacto. El proyecto, que dada su entidad se ha dividido en fases, significará la regeneración directa de 3.550.000 m² de marismas, la recuperación de 540.000 m² de suelos contaminados del antiguo vertedero de Barbate y una limpieza general de todo el área, con un costo total de 3.091.058,9 €

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico ha iniciado un plan de recuperación progresiva de las zonas húmedas de la costa gaditana (Muñoz Pérez *et al.*, 1999, Muñoz Pérez *et al.*, 2000, García Novo *et al.*, 2000), siendo fruto de dicho Plan el proyecto del que se trata a continuación.

El objetivo de este proyecto es la restauración de las marismas del río Barbate. Este ecosistema se asienta sobre el estuario del Barbate (Cádiz) ocupando una superficie aproximada de unas 2.000 hectáreas en los términos municipales de Barbate y Vejer de la Frontera. Por Decreto 424/1994, de 2 de noviembre, toda la marisma se declaró Parque Natural por la Junta de Andalucía formando parte desde entonces de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

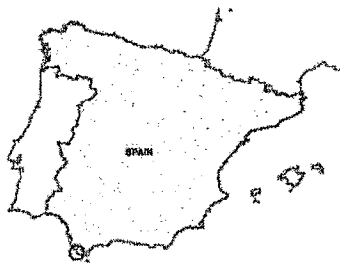


Figura 1: Localización.

2. METODOLOGÍA

2.1 Estudios previos

El primer paso para determinar el alcance del proyecto era el conocimiento exhaustivo del estado actual del sistema. De esta forma se estableció

an cuáles eran las funciones ecológicas y socioeconómicas de las marismas antes de tomar ninguna decisión sobre las actuaciones a desarrollar en el proyecto. Se realizó una búsqueda bibliográfica, un extenso trabajo de campo y se profundizó en determinados aspectos relevantes. Así se acometió una campaña de caracterización edafológica de la zona para establecer los límites geomorfológicos de las marismas, se cubió el volumen de basuras depositados sobre la zona SE del espacio mediante catas testando la permeabilidad del material base, se revisó la situación administrativa del Dominio Público y lo concerniente a la propiedad de los terrenos, los proyectos de futuro de las diferentes entidades y se realizó una topografía de gran detalle de la zona a tratar.

Fruto de todo ello se elaboró un documento donde se recogían las características físicas, biológicas y socioeconómicas del sistema, su estado actual y su evolución en la historia tanto geológica como reciente.

A la hora de fijar el objeto de la restauración se estableció que, en el primer documento gráfico fiable de estas marismas, una fotografía aérea de 1.956 del "vuelo americano", se observa que las acciones humanas no habían transformado apenas el ecosistema. Este era el estado evolutivo natural de las marismas, que estaba muy colmatada de sedimentos, en una situación típica de marisma madura. En este sentido, todas las alternativas planteadas inicialmente se basaron en la premisa de devolución del sistema al estado en el que se encontraba en aquel momento.

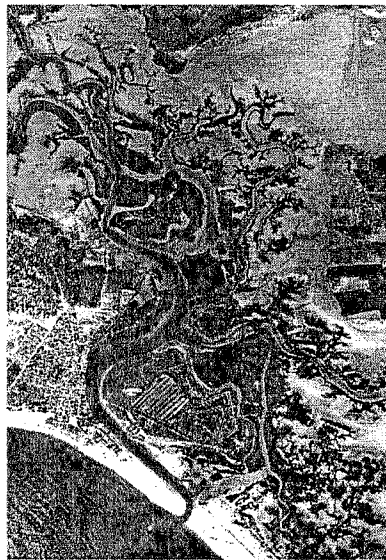


Figura 2: Fotografía aérea 1.956.

Las marismas se dividieron en unidades ambientales (unidades homogéneas en sus características ecológicas de las que cabe esperar una respuesta homogénea) estableciendo para cada una de ellas su capacidad de acogida (evaluación de sus posibilidades de acoger un tipo de actuación sin una degradación relevante del sistema).

Uno de los estudios más importantes para tomar las decisiones correctas, identificó las construcciones antrópicas que habían alterado inicialmente la hidrodinámica de la marisma para posteriormente evaluar cuantitativamente su modificación. El modelo de flujo se calculó a través del programa *Aquasea*, con el que se obtuvieron simulaciones sobre las variaciones del nivel del agua y de los flujos en función de fuerzas externas como las mareas. Los cálculos realizados por este programa se basan en la aproximación numérica finita de una malla de puntos de las ecuaciones de flujo empleando datos de batimetría, coeficiente de rugosidad del fondo, vientos y condiciones de contorno.

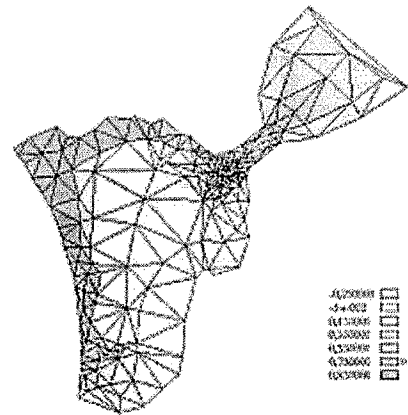


Figura 3: Programa Aquasea. Profundidad Media

2.2 Diagnóstico

En las marismas de Barbate confluyen gran cantidad de circunstancias e intereses legítimos e ilegítimos. Junto con los relacionados con su naturaleza como espacio protegido, están los militares que afectan al sector SE (campo de maniobras del Retín), los de instalación de empresas de acuicultura (estratégicas en la actual coyuntura de recesión de la actividad pesquera en la comarca), los turístico-residenciales y sucede que la zona sufre una fuerte presión por el tráfico de drogas, inmigrantes irregulares,....

Estas marismas no son extensas en comparación con otras ubicadas en la costa Atlántica de Andalucía como la Bahía de Cádiz y Doñana, pero su importancia se basa en su situación estratégica

dentro de la ruta migratoria de aves de Europa-Africa. A pesar de que la zona es propicia para tener una mayor riqueza de especies, se ha detectado una baja biodiversidad. En la última mitad del siglo pasado, las alteraciones antrópicas han ido provocando alteraciones de la dinámica mareal, reduciendo el flujo entrante, y consecuentemente, afectando la biodiversidad del ecosistema por la pérdida de las condiciones acuáticas óptimas. Esta situación se ha empeorado con las actuaciones de desecación e intento de puesta en cultivo de grandes extensiones, las ingentes transformaciones para intentos fallidos de instalar cultivos piscícolas, el canal de drenaje de la laguna de Janda, la presión ganadera, la ubicación de un vertedero ilegal en el extremo SE, etc.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Impactos

Los impactos más relevantes que se detectaron en estas marismas eran: 1) Flujo mareal reducido entre el mar y el interior de las marismas como consecuencia de la construcción de la carretera Ca-2223 Barbate-Zahar, cuya permeabilidad no es suficiente, 2) Pérdida de los caños mareales por la menor entrada de agua en el sistema y por la existencia de barreras físicas construidas por el hombre. 3) Pérdida de suelos marismieños por las instalaciones acuícolas e intentos de transformación agrícola realizadas en los años setenta y ochenta. 4) Localización de un vertedero de 60 Ha en el Sureste de las marismas. 5) Localización de vertidos de escombros y basuras en el entorno urbano colindante con la marisma.

3.2 Técnicas de restauración

Para acometer las áreas inundables calculadas inicialmente y favorecer la entrada de agua al sistema, se propusieron tres tipos de actuaciones: 1- Eliminación de las barreras físicas que interfieren con el flujo mareal; 2- Excavaciones y dragados de antiguos paleocauces presentes en el año 1956; y por último 3- Incremento de la entrada de agua mareal a través de la carretera.

Para acometer una mayor biodiversidad de las marismas, la actuación principal se enfocaba hacia la limpieza del vertedero existente y la creación de un estero artificial. Con esta actuación no sólo se prevé un incremento de la biodiversidad sino además permitiría la inundación de 45 Ha de suelo marismieño.

3.2.1 Eliminación de las barreras físicas

En el pasado, las marismas del Barbate fueron objeto de grandes infraestructuras tales como el canal de drenaje de la laguna de La Janda, muro de contención en la margen derecha del río Barbate, muros para crear instalaciones acuícolas. Estas construcciones aún existen en la actualidad y muchas de ellas obstaculizan el agua y provo-

can la pérdida progresiva de superficies inundables. La eliminación de estas barreras físicas es de importancia extrema para la recuperación del flujo mareal en los caños hasta el nivel que tenían en el año 1956.

3.2.2 Excavaciones y dragados

Además, se ha propuesto el dragado de determinados caños hasta su profundidad media (3 metros como máximo), permitiendo una pendiente de 1:10 en sus márgenes para recrear el sistema intermareal.

Algunos de los caños de 1956, no podían ser observados en la fotografía aérea actual comprobándose su inexistencia en las salidas de campo. Por tanto, se planteó la necesidad de excavar en el terreno hasta una profundidad por debajo de la Bajamar Máxima Viva Equinoccial, para que diariamente se inundasen estos caños e iniciar una recuperación de los mismos.

3.2.3 Incremento del flujo mareal a través de la carretera

La carretera Ca-2223 de Barbate a Zahara cruza una de las conexiones más importantes de las marismas con el mar. El flujo mareal no se encuentra completamente interrumpido, sin embargo existe una pérdida significativa de la onda mareal por rozamiento con la obra de paso de la carretera (Figura 4). Esta es una de las razones por las cuales los niveles mareales son menores y consecuentemente también las zonas inundables.

Se propone el aumento de la obra de paso a través de la carretera mediante la inclusión de dos marcos de hormigón a ambos lados de la obra actual, de manera que se aumente la permeabilidad a través de la carretera.



Figura 4: Obra de paso en una situación de pleamar.

3.2.4 Eliminación del vertedero y creación de un estero artificial

Ha sido probado que en muchas zonas, el éxito reproductivo de las aves es muy bajo debido a factores como la depredación de los huevos, alteraciones antrópicas, inundación del nido cuando sube la marea (Perennou *et al.*, 1996).

Todos estos factores están presentes en las marismas de Barbate, y por tanto, este proyecto estaría en la obligación de eliminar estas condiciones que interfieren con la reproducción y cría de las aves. Aprovechando la eliminación del material del vertedero, el nivel topográfico disminuye, siendo susceptible de inundarse esta área al menos dos veces al mes con las mareas vivas. Esto permite la creación de un estero artificial con isletas para la reproducción y cría. Algunas serán objeto de un tratamiento vegetal y otras quedarán desnudas. Dependiendo de la relación entre el número de isletas con vegetación y el número sin la misma, se favorecerá bien la reproducción de la especie *Himantopus himantopus* o bien la de otras como *Sterna albifrons* o *Recurvirostra avosetta*, respectivamente.

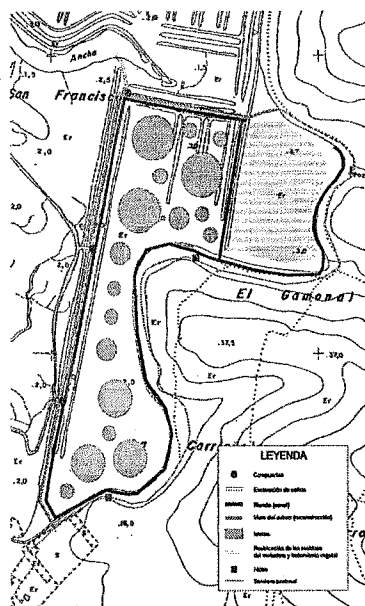


Figura 5: Planta del vertedero restaurado, estero e isletas.

4. CONCLUSIONES

La conservación de los ecosistemas naturales depende enormemente del uso que se realice en ellos. La potenciación de usos del suelo tradicionales y de actividades no agresivas con el medio que sean económicamente sostenibles, deben ser entendidas como una buena opción para evitar una futura degradación de estas marismas.

Los cálculos de la superficie nuevamente inundable una vez ejecutado el proyecto según las unidades ambientales básicas son :-

Tabla : Superficies inundables recuperadas.

	Superficie inundable recuperada (Ha)		
	zona A	zona B	zona C
Excavación, dragado y eliminación de barreras físicas al agua.	54	153	103
Eliminación del vertedero y creación de un estero artificial.	0	0	45

La superficie total de zonas inundables recuperadas sería de 355 Ha, representando casi el 20% del total de extensión del estuario de Barbate. Se recuperan 540.000 m² de suelos contaminados del antiguo vertedero de barbate y una limpieza general de todo el area (incluido el entorno del núcleo urbano de Barbate, con un costo total de 3.091.058,9 €

Ademas se obtendrá:

Reserva de 1.300.000 m² para posibles concesiones futuras a explotaciones acuícolas
 Reposición y mejoras en la red de senderos del Parque Natural

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer a aquellos cuyo soporte técnico ha sido indispensable para la realización de este proyecto: D^a Encarnación Collado Germá y D^a Macarena Tejada Tejada. Además agradecer a D. Francisco Rodríguez Infante y D^a. María Aguado Puig por la elaboración de la cartografía del proyecto. Y finalmente agradecer a D^a Verónica Carreño Lacalle por la elaboración de una topografía con mucho trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García Novo, F; J.B. Gallego, M.R. García & JJ. Muñoz Perez. 2000. *Restauración de humedales: Las marismas de la Algaida en el Estuario del Guadalquivir*. II Congreso Ibérico de Limnología, Valencia (Spain).

Morris, R.D.; Blockpoel, H. & Tessier, G.D. 1992. *Management efforts for the conservation of Common Tern *Sterna hirundo* colonies in the Great Lakes: two case histories*, Biological conservation 60:7-14.

Muñoz Pérez, JJ, A. de la Casa, G. Lorán & M.A. Avila. 1999. *La regeneración de las marismas del río Arillo*. O.P. nº 47, pp 80-91.

Muñoz Pérez, J.J.; A de la Casa, G. Gomez Pina & A. Acha. 2000. *Environmental Restoration of the Guadiaro River Estuary, Cadiz, Spain*. Periodicum Biologorum Vol 102, Supp 1, pp 333-338.

Perennou, C et al 1996. *Management of nest sites for colonial birds*. Conservation of Mediterranean Wetlands -number 4. Tour du Valt, Arles.

Agencia de Medio Ambiente, 1989. *Mapa fisiográfico de la costa Atlántica de Andalucía E 1:50.000*. Junta de Andalucía.

Cevallos, J & Guimerá, V. M. 1992. *Guía de las aves de Jerez y de la provincia de Cádiz*. BUC.

Ministerio de Medio Ambiente 2.000. *Gestión de los recursos naturales: Plan del Parque Natu-*

ral La Breña y marismas de Barbate. Junta de Andalucía.

Dirección General de Costas 1997. *Estudio para la regeneración de las marismas del río Arillo*. Ministerio de Medio Ambiente. AT Analiter S.L.

