

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)



DL-32-HU

Marzo 2023

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Índice

1. Introducción.....	3
1.1. Localización.....	3
1.2. Antecedentes administrativos.....	4
1.3. Objetivo del estudio.....	4
1.4. Disposiciones aplicables de la Ley de Costas	4
2. Descripción y estudios realizados.....	7
2.2. Descripción geomorfológica.....	8
2.2.1. Geología.....	8
2.2.2. Origen y evolución del estuario del Guadiana.....	9
2.2.3. Unidades geomorfológicas	13
2.3. Evolución histórica.....	16
2.4. Estudio de Campo	24
3. Propuesta y justificación del DPM-T	31
4. Conclusiones	36
5. Bibliografía	38

Anejos:

- 1- Mapa de Unidades Geomorfológicas
- 2- Memoria fotográfica (enero 2023)
- 3- Ortofotos históricas
- 4- Propuesta de DPM-T

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

1. Introducción

1.1. Localización

La zona de estudio se localiza en el límite entre las marismas de Isla Cristina y la flecha arenosa de la Punta del Moral, al oeste de la localidad de Punta del Moral, en el interior del área del estuario de desembocadura de los ríos Guadiana y Carreras en la costa atlántica de la provincia de Huelva, dentro del término municipal de Ayamonte. Se trata de la zona del estuario del río Guadiana, en cuya margen izquierda se desarrolla la zona de marismas de Isla Cristina, que conecta con la desembocadura del río Carreras, formando una extensa zona de marismas e islas barrera.

El conjunto estuarino de los ríos Guadiana y Carreras está formado por un sistema de marismas e islas barrera situado en la orilla izquierda del río Guadiana, es decir en el lado español de la desembocadura, en el que las flechas arenosas o islas barrera más externas protegen de las aguas abiertas del océano la zona interior de marismas.

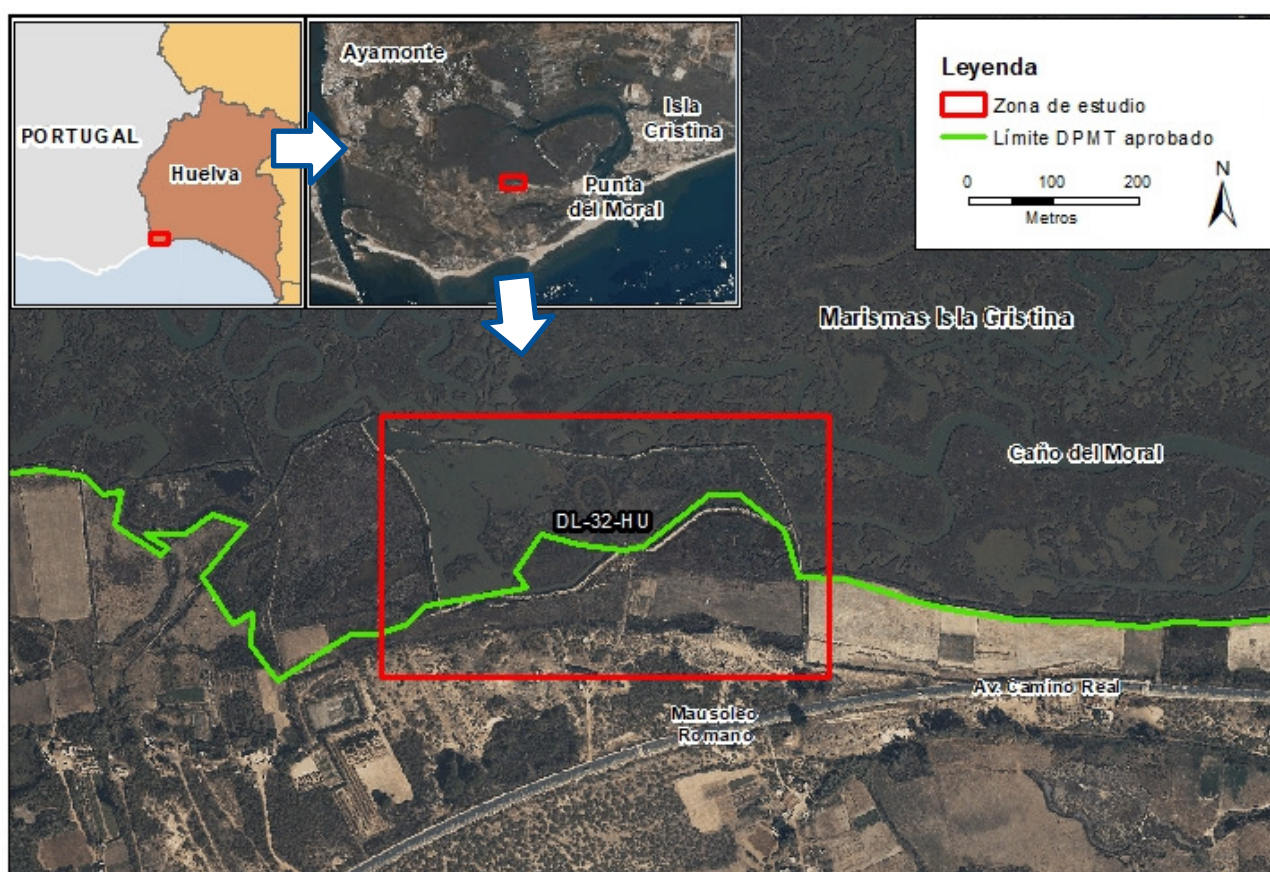


Figura 1. Localización de la zona de estudio, sobre la ortofoto de 2020.

En concreto el estudio se refiere al tramo de marisma que comprende el deslinde aprobado por Orden Ministerial de 12 de febrero de 1999, con referencia DL-32-Huelva, en la zona situada al norte de la carretera de acceso al núcleo de Punta del Moral, o avenida del Camino Real, en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, y del Caño del Moral dentro de la parte sur del área de marismas.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

1.2. Antecedentes administrativos

Mediante Orden Ministerial de 12 de febrero de 1999 fue aprobado el deslinde de dominio público marítimo-terrestre en el tramo de marisma situado entre el campo de golf “Isla Canela Old Course” y el núcleo urbano de Isla del Moral, en el término municipal de Ayamonte, tramitado en el expediente de referencia DL-32-Huelva.

Dentro de los trabajos de revisión de deslindes de la Subdirección General de Dominio Público Marítimo-Terrestre, se está llevando a cabo el estudio y análisis de este tramo de costa de la provincia de Huelva, situado en la zona de marismas al oeste del núcleo de Punta del Moral, en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, perteneciente al municipio de Ayamonte, y dentro del estuario de los ríos Guadiana y Carreras.

1.3. Objetivo del estudio

El objetivo principal de este estudio consiste en analizar las características de los terrenos donde se localiza la zona de estudio, situada al oeste de la población de Punta del Moral, en el límite entre el área de marismas y la flecha arenosa, en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, perteneciente al término municipal de Ayamonte en la provincia de Huelva, para la delimitación y justificación del dominio público marítimo-terrestre en esta zona de la costa.

Las consideraciones expuestas a lo largo de este estudio tienen un carácter estrictamente técnico y su resolución es competencia de la Administración.

1.4. Disposiciones aplicables de la Ley de Costas

En relación con la legislación de Costas, como disposiciones aplicables para la determinación de los bienes a deslindar se encuentran las siguientes:

- 1.- Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas (BOE 29/07/1988), en adelante LC.
- 2.- Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, (BOE 11/10/2014), y modificado por Real Decreto 668/2022, de 1 de agosto, (BOE 02/08/2020), en adelante RG.

En virtud del artículo 3.1.a) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, **son bienes de dominio público marítimo-terrestre**

“las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar”.

Y según el artículo 3.1.b) de esta misma Ley también **son bienes de dominio público marítimo-terrestre**

“Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, estas últimas se incluirán

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa”.

En el artículo 3.4 de la misma Ley se definen los siguientes términos como

“Albufera: cuerpos de aguas costeras que quedan físicamente separados del océano, en mayor o menor extensión por una franja de tierra.

Berma: parte casi horizontal de la playa, interior al escarpe o talud de fuerte pendiente causada por el oleaje.

Dunas: depósitos sedimentarios, constituidos por montículos de arena tengan o no vegetación que se alimenten de la arena transportada por la acción del mar, del viento marino o por otras causas.

Escarpe: escalón vertical en la playa formado por la erosión de la berma.

Estero: caños en una marisma.

Marisma: terreno muy llano y bajo que se inunda periódicamente como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas o de la filtración del agua del mar.

Marjal: terreno bajo cubierto por un manto de agua que da soporte a abundante vegetación”.

Además, el artículo 4.c) del Reglamento General de Costas establece que

“Se incluirán en la delimitación de la playa todas las dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debido a la acción del mar o del viento marino. Asimismo, se incluirán, hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa, las dunas fijadas por vegetación que no estén en desarrollo, desplazamiento o evolución.

Se entiende que no son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa las dunas que han quedado aisladas tierra adentro o colgadas sobre una costa rocosa, sin vinculación actual ni futura con la playa, teniendo en cuenta la evolución de la línea de costa y los efectos del cambio climático.”

Los nuevos criterios recogidos en la Ley 22/1988, de 28 de julio y en su Reglamento General establecen la inclusión de todos los tipos de dunas hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa y, por tanto, son constitutivas de DPM-T.

Dicho Reglamento General considera incluidas todas las dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debido a la acción del mar o viento marino, y las dunas fijadas por vegetación hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa. En cambio, considera que no son necesarias para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa las dunas que han quedado aisladas tierra adentro o colgadas sobre una costa rocosa, sin vinculación actual ni futura con la playa, teniendo en cuenta la evolución de la línea de costa y los efectos del cambio climático.

Por último, según el artículo 6.2 del citado Reglamento de Costas

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

*“Los terrenos... naturalmente inundables, **cuya inundación por efecto de las mareas o del oleaje haya sido impedida por medios artificiales**, tales como muros, terraplenes, compuertas u otros sistemas semejantes, **forman parte del dominio público marítimo-terrestre**, conforme a lo establecido en los artículos 3.1 a) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, y de este reglamento.”*

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

2. Descripción y estudios realizados

La zona de estudio se enmarca dentro del litoral de la provincia de Huelva, en la parte interior del estuario del río Guadiana en su desembocadura en el océano Atlántico, al oeste de la localidad de Punta del Moral, y al noreste de la localidad de Isla Canela, ambas pertenecientes al término municipal de Ayamonte.

El estuario del río Guadiana que conecta por el este con la desembocadura del río Carreras, está formado en su orilla izquierda por la zona de Marismas de Isla Cristina y por diferentes flechas litorales o islas barrera como la de Punta del Moral más interior, o la de Isla Canela, más exterior, que se han desarrollado más o menos paralelas a la línea de costa. Además, en la orilla izquierda de la desembocadura del río Carreras, se han desarrollado otras flechas litorales como la de Isla Cristina o la de la Punta del Caimán, que constituye la más reciente y la actual línea de costa en ese tramo.

El río Guadiana delimita la frontera con Portugal en su parte final, mientras que el río Carreras en su desembocadura delimita los términos municipales de Ayamonte e Isla Cristina. Este tramo final donde se encuentra el estuario de la desembocadura de ambos ríos, constituye la figura de protección del Paraje Natural de las Marismas de Isla Cristina, que se encuentra dentro de la Red Natura 2000 como LIC y ZEPA de las Marismas de Isla Cristina, y también forma parte del inventario de Humedales de Andalucía.

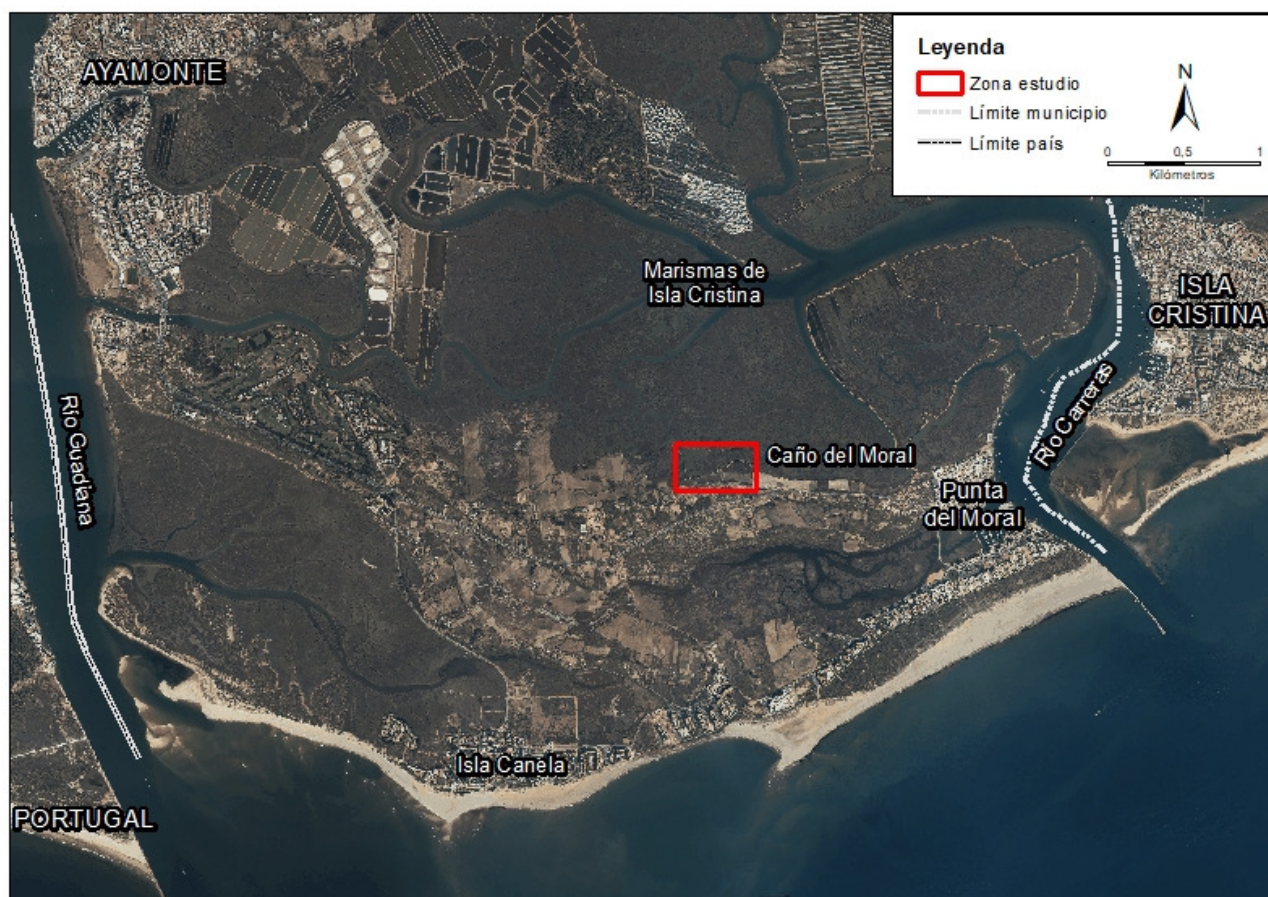


Figura 2. Situación de la zona de estudio en el estuario del río Guadiana, sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

2.2. Descripción geomorfológica

Para comprender mejor la geomorfología de la zona, primero realizaremos una breve descripción de la geología de los alrededores y también analizaremos posteriormente el origen y la evolución del estuario del río Guadiana, determinando finalmente las unidades geomorfológicas.

2.2.1. Geología

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio se sitúa en el borde costero sur-occidental de la Cuenca del Guadalquivir, muy cerca del extremo sur de la Zona Surportuguesa.

La Cuenca del Guadalquivir es una de las principales cuencas sedimentarias terciarias de la península, que se encuentra limitada al norte por el Macizo Ibérico y al sur por las Cordilleras Béticas. El relleno de la cuenca está formado por depósitos marinos de edad neógena, parcialmente arrasados o recubiertos por sedimentos pliocenos y cuaternarios, fundamentalmente de carácter eólico como dunas y mantos eólicos.

En términos generales el estuario del Guadiana consiste en un canal estrecho cuya morfología meandri-forme viene condicionada por la geología, al estar encajado en un sustrato rocoso de naturaleza resistente de los materiales paleozoicos del antiguo Macizo Ibérico. Sin embargo, en los últimos kilómetros de su desembocadura, coincidiendo con la presencia de los materiales terciarios de la Cuenca del Guadalquivir, el valle del Guadiana se ensancha y desarrolla un amplio sistema progradante, constituido por sucesivas cadenas de islas-barrera alternando con cuerpos de marisma salada que configuran una morfología de delta dominado por el oleaje.

El origen del estuario del río Guadiana es un estrecho valle excavado por incisión fluvial durante el Pleistoceno e inundado hace unos 6.500 años durante la transgresión Flandriense. Actualmente se encuentra en estado avanzado de colmatación, ya que su morfología estrecha inhibe el asentamiento en su interior de un importante volumen de sedimento, haciendo que gran parte de los materiales se depositen en su desembocadura, que sufre un importante proceso de progradación.

Esta progradación es el resultado de la interacción de los procesos costeros (olas y mareas) y continentales (régimen fluvial), teniendo además una notable influencia otros factores como la cantidad de sedimento disponible y la estabilidad del nivel del mar, en este caso el sedimento es aportado por el río Guadiana y una deriva litoral muy activa que circula en sentido O-E, transportando el material arenoso procedente de los acantilados del Algarve portugués.

Los materiales que aparecen en la región son por un lado rocas paleozoicas de la Zona Surportuguesa, principalmente pizarras del Carbonífero, y por otro lado los materiales limosos y arenosos del Mioceno y Plioceno de la Cuenca del Guadalquivir, junto con los sedimentos recientes cuaternarios de las marismas y depósitos litorales arenosos, que son los que aparecen en la zona de estudio.

En concreto, según se ha representado en el mapa geológico de la figura, las formaciones sedimentarias identificadas según el Mapa Geológico Digital continuo de España (GEODE) elaborado por el IGME son:

- **Marisma baja** (unidad nº 151, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos que ocupan extensas zonas pantanosas o marismas salobres, cuya sedimentación son en general lutitas o fangolitas verdes o azuladas, con láminas oscuras ricas en materia orgánica depositados en ambientes tranquilos, y de edad Holoceno.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

- **Flecha/Cordón litoral** (unidad nº 152, en el mapa geológico de la figura). Formada por sedimentos arenosos sueltos, con algunos restos fósiles, también de edad holocena. Constituyen depósitos de flecha arenosa formada por la unión de diversas barras y cordones litorales menores, como consecuencia de la dinámica sedimentaria del estuario del río Guadiana, que ha re trabajado sedimentos fluviales y litorales por fenómenos de oleaje, dinámica mareal y deriva litoral, originando las actuales flechas, sobre las que se han desarrollado en las zonas más externas depósitos eólicos dunares y de playa.
- **Coluviales y aluviales indiferenciados** (unidad nº 185, en el mapa geológico de la figura). Se trata de depósitos detríticos formados principalmente por sedimentos limosos y arenosos de origen fluvial fundamentalmente, y de edad Holoceno.

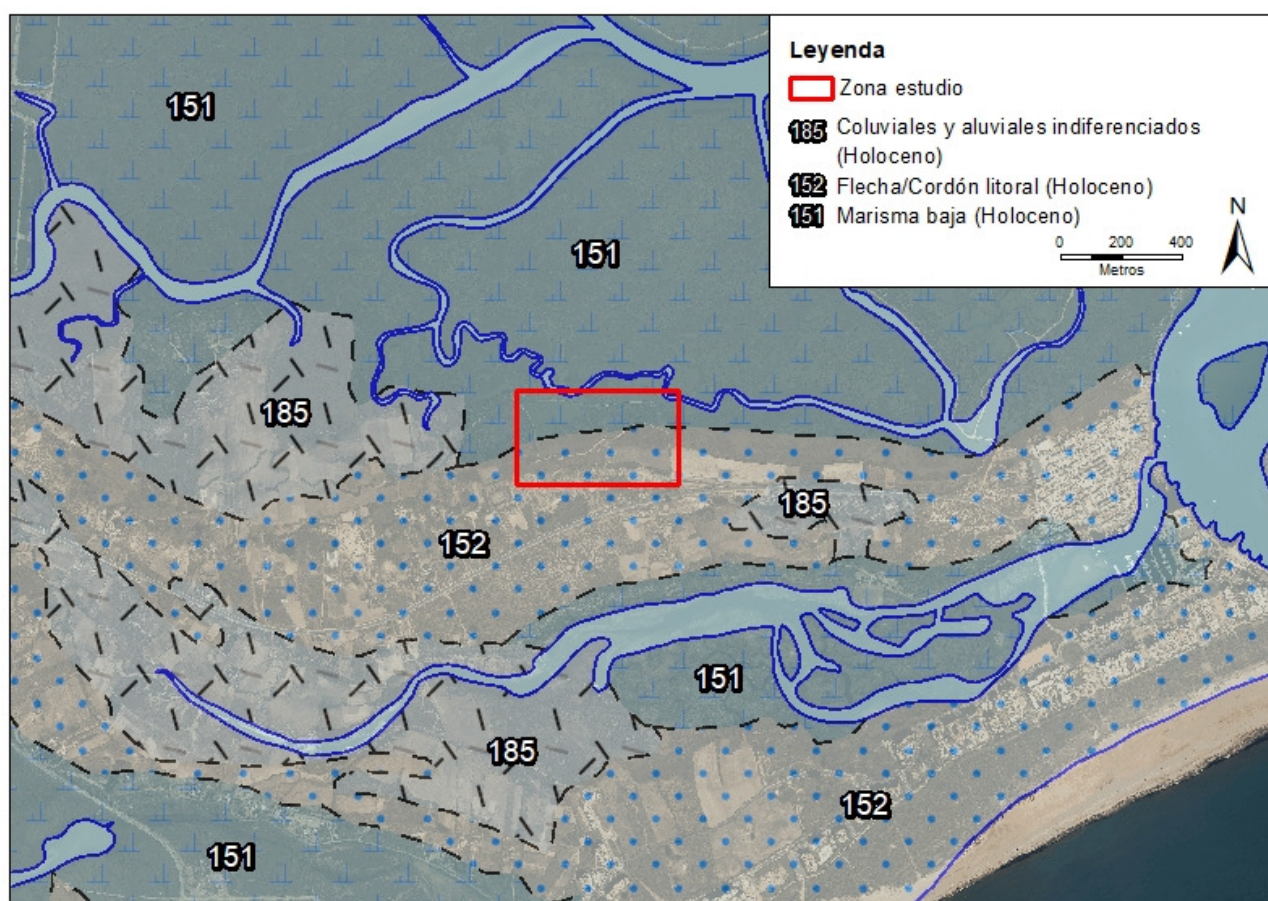


Figura 3. Mapa geológico de la zona. GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España [en línea]. [Fecha consulta 03/2023]. Disponible en: http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_Geode_50/MapServer/WMSServer

2.2.2. Origen y evolución del estuario del Guadiana

En cuanto al origen y evolución de los depósitos que constituyen la zona de estudio en el estuario del Guadiana, según algunos autores como Morales et al. (1994) la desembocadura del río Guadiana muestra una morfología de estuario mesomareal dominado por olas, cuya evolución morfo-sedimentaria se ve fuertemente influenciada por la acción fluvial y mareal.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

El sector más meridional de la margen oriental de este estuario ha experimentado un rápido cambio morfológico en los últimos 200 años, que refleja la evolución espacio temporal de los diversos medios deposicionales presentes.

Así por una parte tenemos los medios internos protegidos (canales y marismas) que presentan unas litofacies predominantemente limo-arenosas con un significativo retrabajo orgánico y cuyo agente dinámico dominante es la marea.

Por otra parte, los medios externos asociados a flechas litorales, con unas litofacies de arena media-gruesa muy bien clasificada, producto de la actividad de las olas (playas) con retrabajo del viento (dunas costeras).

El esquema de sedimentación que proponen estos autores consiste en el crecimiento de las flechas litorales a partir del retrabajo costero por el oleaje, de los sedimentos aportados por el río y por la deriva litoral, que dan lugar a macroformas que consisten en alineaciones de cordones sucesivos de flechas litorales, entre las cuales se desarrollan complejos mareales, asemejándose la morfología resultante a la de un aparato deltaico.

En esta situación la acción del oleaje ha dominado en la desembocadura del Guadiana, y las corrientes mareales han aportado sedimento a la marisma formada. La interacción de las corrientes de salida del estuario (reflujo mareal más la componente fluvial) con las corrientes de reflujo mareal que marchan paralelas a la línea de costa, ha producido zonas de sombra dinámica favorables al asentamiento del sedimento, que el oleaje se encarga de reelaborar.

En el área frontal del canal estuarino, se va desarrollando un extenso delta sumergido, constituido por las amplias plataformas de batida sumergidas, que se conocen localmente como “la Gola”, y que está controlada por el equilibrio de fuerzas entre la marea que desplaza los bajos hacia el mar y el oleaje que los hace migrar hacia tierra.

Para estudiar la evolución del estuario en los últimos dos siglos, se ha recurrido a la interpretación de cartas náuticas antiguas, que permiten observar el avance hacia el mar de la línea de costa a partir del adosamiento por oleaje de los bajos arenosos del delta, cada vez que un evento de alta energía rompe la conexión con el margen portugués, como se puede apreciar en la siguiente figura 4 también de los autores citados. La posición actual de los bajos arenosos (la Gola) está controlada por el oleaje al haberse encauzado las mareas artificialmente mediante dos espigones.

En los últimos años la construcción de diques de encauzamiento en el tramo final del Guadiana, ha influenciado enormemente el desarrollo sedimentario de las dos orillas del estuario que presentan ciertas diferencias.

Así la evolución sedimentaria de la flecha litoral situada en el borde occidental en la orilla portuguesa (Punta de las Arenas), está controlada por la actividad de la componente de deriva litoral que suministra el sedimento, y la actividad de las olas responsables de la migración y acreción de las barras de batida que forman la macroforma.

Por el contrario, la sedimentación en el borde oriental responde a la actividad de las corrientes mareales de reflujo y trenes de olas refractados. Las primeras erosionan la plataforma de batida occidental y ponen sedimento a disposición de trenes de ola refractados de baja energía, que construyen barras de batida curvas cuya acreción sobre el extremo de las flechas arenosas orientales, posibilita su crecimiento en sentido NO.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

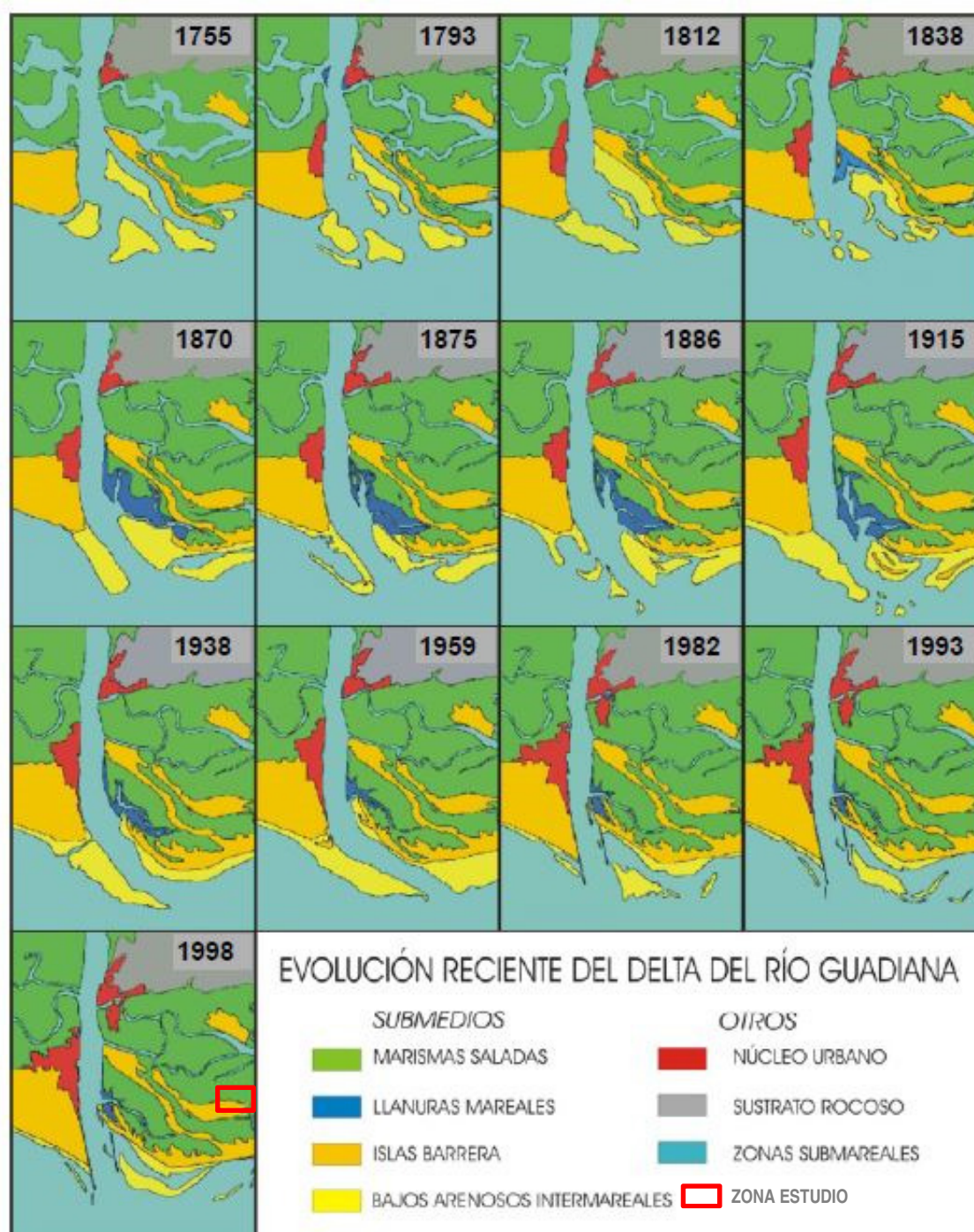


Figura 4. Evolución histórica de la desembocadura del río Guadiana, extraída de Morales (2008), con la zona de estudio marcada en el recuadro del año 1998.

Además, en los últimos años se ha detectado un déficit sedimentario en la zona de Isla Canela, en la parte exterior de la orilla izquierda del estuario, provocado principalmente por dos causas; por un lado como ya se ha indicado, la construcción del dique de encauzamiento en la margen portuguesa del estuario del Guadiana impide el flujo directo natural del sedimento en dirección oeste-este; y por otro lado por la

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

disminución de aportes del río Guadiana, consecuencia de la regulación mediante embalses de su cuenca hidrográfica.

Este déficit sedimentario, ha configurado el retroceso de la playa en algunos tramos, que también se ha visto determinado por la distribución de los bajos del actual delta sumergido de la desembocadura, que hace que la energía del oleaje que incide directamente sobre la playa sea dispar, produciendo mayor disipación de la energía donde los bajos ejercen su efecto barrera, y amortiguamiento reducido en el resto de zonas.

En otros trabajos, autores como Morales y Garel (2019), señalan también las diferencias morfológicas entre las dos orillas del canal principal del estuario.

Así en el margen occidental portugués, su localización aguas arriba de la dirección de deriva litoral, permite que el oleaje construya una barra litoral que experimenta progradación transversal. Esta formación arenosa, se origina por acumulación de sedimentos procedentes de la erosión de los acantilados existentes más al oeste en el Algarve, movilizadas por la deriva litoral. En la parte exterior de la barrera, se desarrolla una playa con altas tasas de sedimentación, que produce la acreción tanto transversal como longitudinal, formándose grandes dunas eólicas sobre las arenas. En la parte interior de la barrera, se desarrolla una gran plataforma mareal de marismas saladas, que es alimentada por el canal principal del estuario.

Por otro lado, el margen oriental español, localizado aguas debajo de la dirección de deriva litoral, está constituido por una sucesión de islas barrera separadas por amplias zonas de marismas saladas. En este lado del estuario la red mareal drena las marismas saladas a través de una entrada directa desde mar abierto.

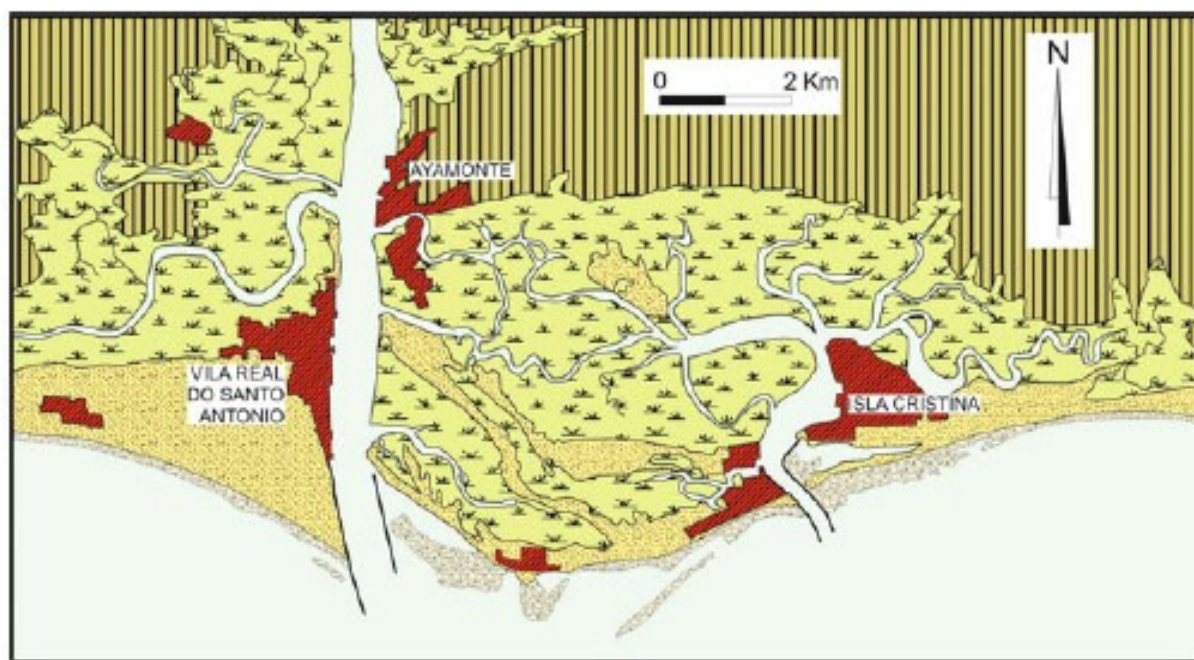


Figura 5. Diferencias de morfología de las unidades sedimentarias, entre los dos márgenes del estuario del Guadiana, en amarillo granulado las flechas arenosas, en amarillo con vegetación las marismas saladas y en rojo las poblaciones, extraída de Morales y Garel (2019).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

En la siguiente figura extraída del trabajo de los autores citados, se puede observar el proceso evolutivo de relleno sedimentario de la bahía de desembocadura del Guadiana, producido por una progradación ocurrida de manera diferente en cada una de las orillas de la boca del estuario. En la orilla oeste (Portugal), tuvo lugar un crecimiento transversal de la barra alargada. Mientras en la orilla este (España), la progradación tuvo lugar de manera intermitente, formándose sucesivas islas barrera con un frente activo. Estas diferencias tienen que ver con el sentido de movimiento del aporte de arenas causado, por el transporte litoral de dirección oeste-este.

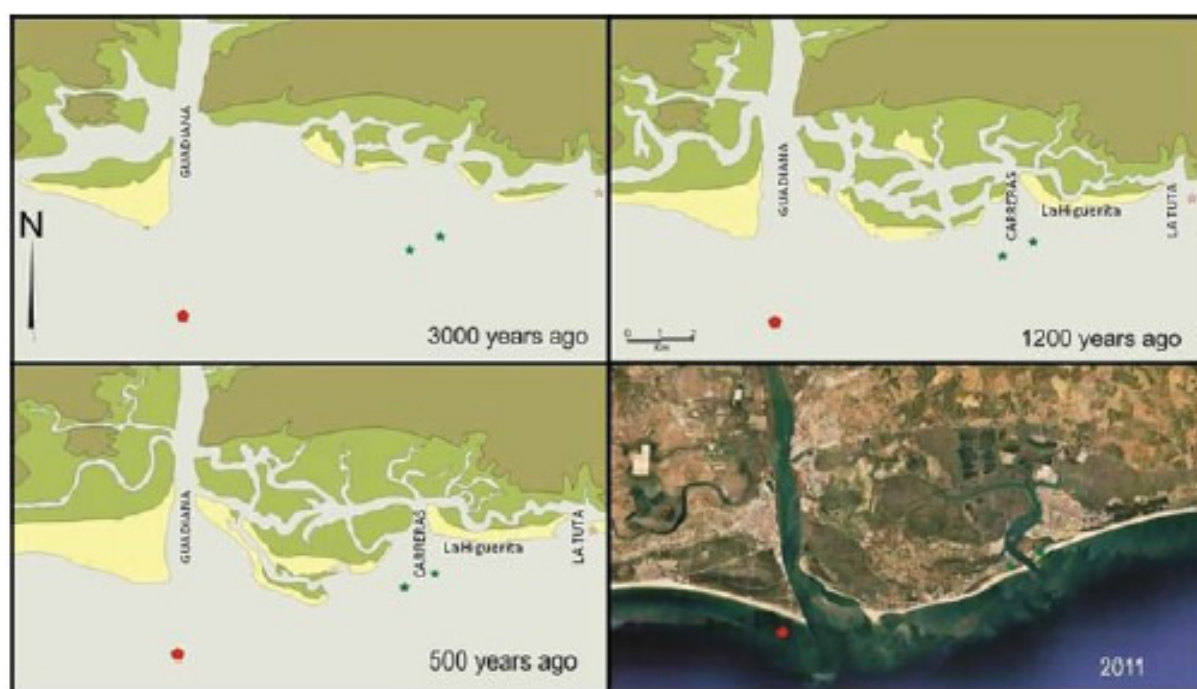


Figura 6. Diferentes estadios en el desarrollo de la progradación de las unidades sedimentarias, en las dos orillas portuguesa y española del estuario, comparado con una foto aérea relativamente reciente, extraída de Morales y Garel (2019).

En los últimos 50 años esta dinámica sedimentaria se ha visto alterada antrópicamente, con la construcción de los diques de encauzamiento en el tramo final del Guadiana, y las diferentes actuaciones realizadas dentro de la cuenca hidrográfica del Guadiana, como ya se ha indicado anteriormente en este mismo punto.

2.2.3. Unidades geomorfológicas

Una vez conocidos los aspectos geológicos más importantes de la zona, como el origen y la formación de las distintas unidades, así como la evolución del estuario del Guadiana, realizaremos la descripción geomorfológica de esta parte del litoral onubense.

Para ello se ha consultado la información bibliográfica disponible, como el mapa de las Unidades Fisiográficas del Litoral de la Junta de Andalucía, que se puede consultar en el visor web de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) y que se representa en la siguiente figura para la zona concreta de estudio, de las marismas de Isla Cristina y la Punta del Moral.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

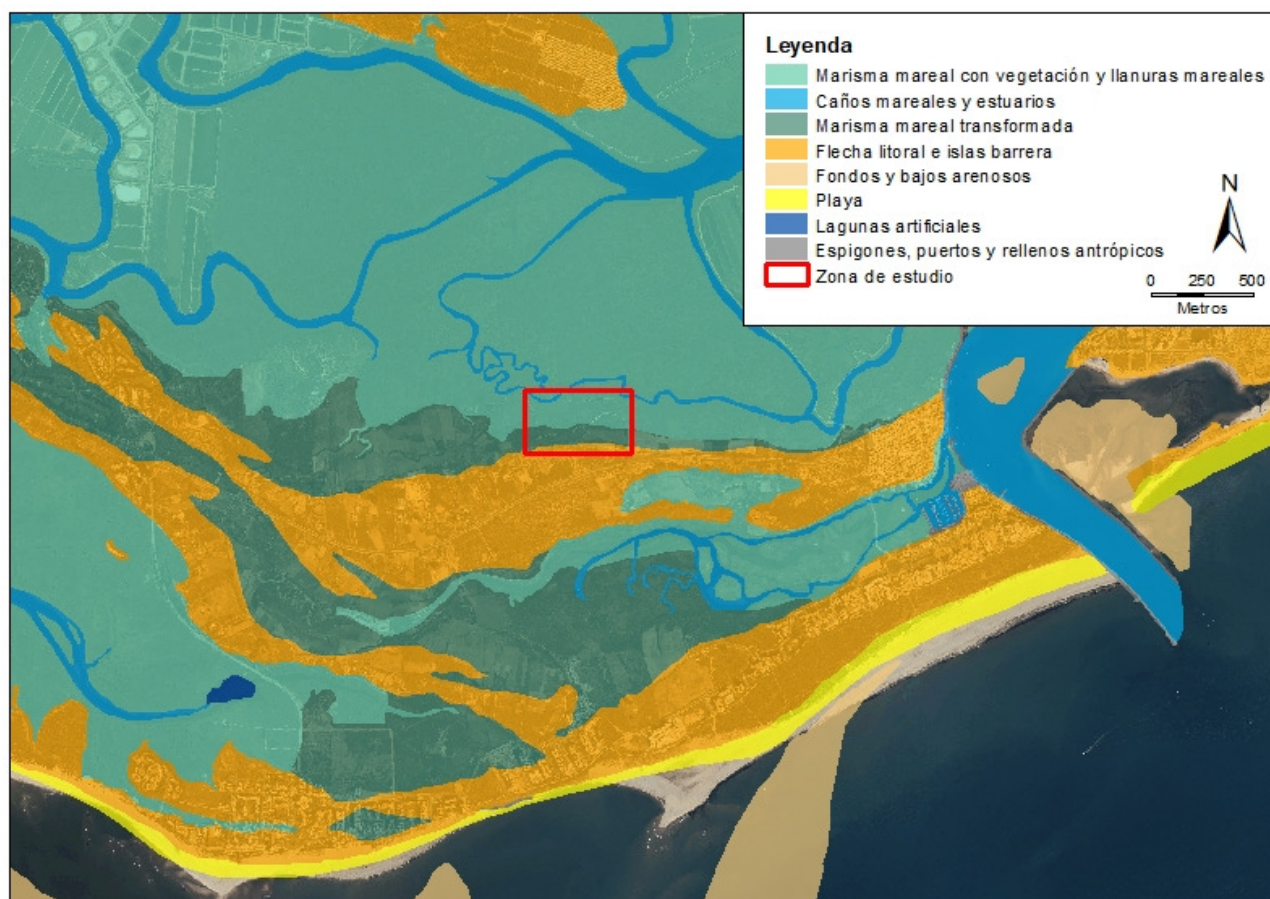


Figura 7. Mapa de las unidades fisiográficas del litoral, de la REDIAM de los alrededores de la zona de estudio.

Tomando como base este mapa de las unidades fisiográficas del litoral de la REDIAM, y después de consultar y analizar la bibliografía y las ortofotos históricas existentes, junto con las observaciones realizadas en campo, se han definido e identificado para la zona concreta de estudio una serie de unidades geomorfológicas, que a continuación se describen y que se han representado gráficamente en la figura 8 y en el anejo 1 de este estudio.

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de estudio se enmarca principalmente en un único sistema de modelado, en el Litoral, aunque las modificaciones antrópicas también se podrían haber caracterizado como un sistema de modelado independiente, en las áreas donde se ha perdido completamente el modelado natural original, aunque se ha optado por mantenerlas en su sistema original.

Y en cuanto a las formas o morfologías que se han identificado, se desarrollan fundamentalmente dentro del modelado litoral, aunque en algún caso podrían haber tenido influencia de otros modelados diferentes, como el eólico o el fluvial, siempre en menor medida.

En el **modelado Litoral**, que se origina por procesos relacionados con la dinámica costera se han considerado las siguientes formas o unidades geomorfológicas:

- **Marismas:** en esta unidad se han incluido los terrenos de la zona inundada del interior del estuario al abrigo del mar abierto y del oleaje gracias a la estructura protectora arenosa de las flechas litorales o islas barrera. Está constituida por sedimentos finos de arcillas y limos ricos en materia orgánica, sobre los que se desarrolla abundante vegetación.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Al encontrarse en la parte interior del estuario, está influenciada principalmente por los procesos mareales. Formarían parte de las denominadas marismas de Isla Cristina.

- **Canales de marisma:** se han incluido en esta unidad los terrenos correspondientes a los cauces dentro de la zona de marismas, por los que circulan las aguas de entrada y salida procedentes de las mareas, principalmente.
- **Marisma antropizada:** en esta unidad se han incluido los terrenos que en origen formaban parte de la marisma, pero que posteriormente sufrieron procesos antrópicos como desecaciones o rellenos, para ser utilizados como campos de cultivo principalmente.
Se trata de terrenos que han perdido sus características de marisma, aunque algunos de ellos hayan sido parcialmente renaturalizados, al ser abandonados posteriormente o quedar en desuso.
- **Flecha litoral / isla barrera:** se han incluido en esta unidad los terrenos formados por sedimentos arenosos depositados por la dinámica litoral a lo largo de la costa que acaban emergiendo. Si el proceso se repite en el tiempo, se pueden formar sucesivas flechas o barras subparalelas separadas por zonas de marismas intermedias, siendo las más exteriores las más modernas en edad. Estos depósitos pueden ser removilizados posteriormente de forma natural, por los vientos o por el oleaje para dar lugar a depósitos de dunas o playas desarrollados sobre la flecha. En este caso en la zona de estudio la isla barrera se encuentra parcialmente antropizada, por lo que en la actualidad no existen depósitos dunares desarrollados en ella.
Formaría parte de la denominada flecha litoral o isla barrera de la Punta del Moral.

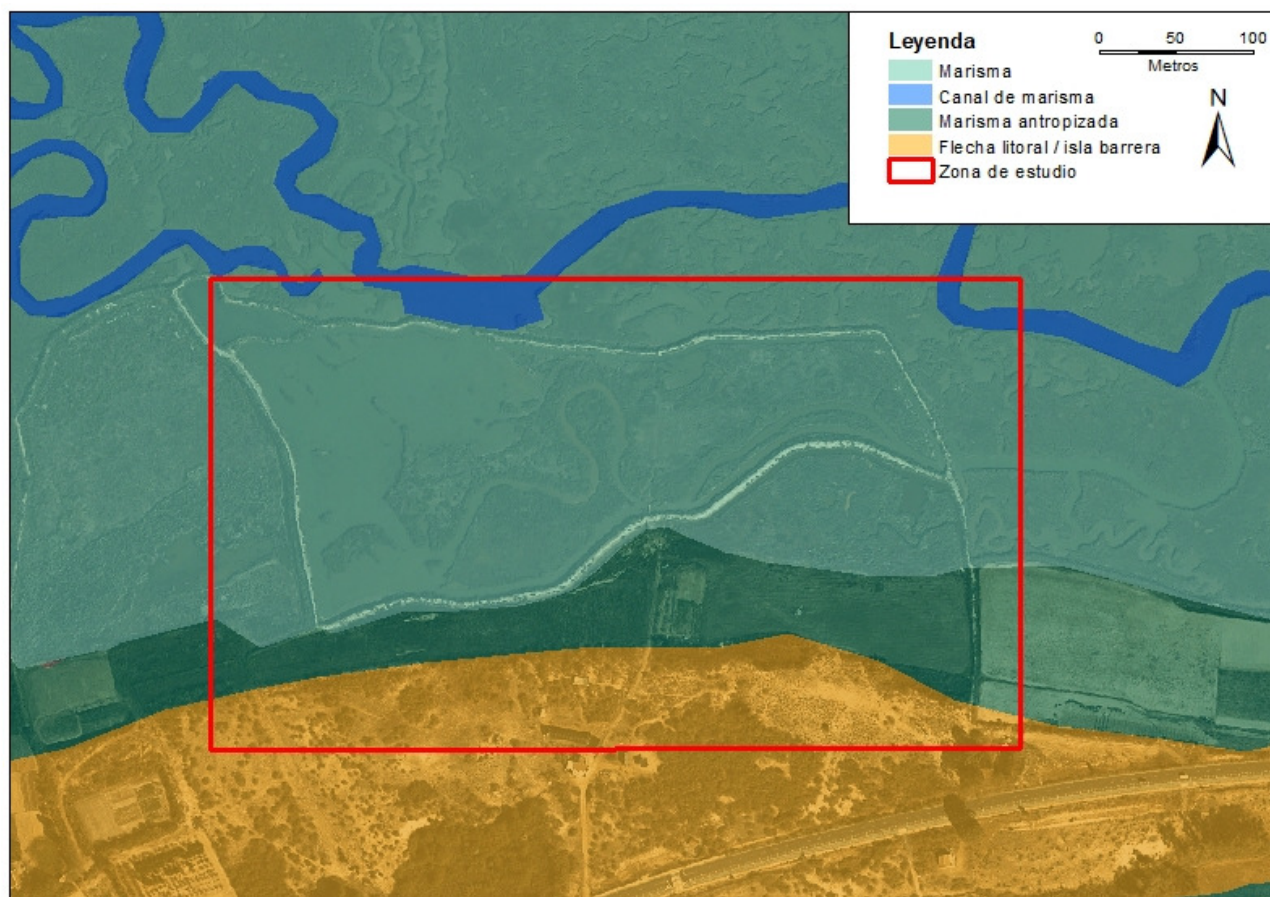


Figura 8. Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

2.3. Evolución histórica

A partir de las ortofotos históricas del PNOA obtenidas de la web del Instituto Geográfico Nacional (servicio cartográfico WMS) y también de las ortofotos y fotos aéreas de la Junta de Andalucía obtenidas de su visor web, es posible observar la evolución de este tramo de costa y marismas, en la orilla izquierda del estuario de desembocadura del río Guadiana, donde se localiza la zona de estudio al oeste de Punta del Moral en las inmediaciones del Mausoleo Romano, remarcada con un recuadro rojo en las ortofotos.

A continuación, se presentan las ortofotografías y fotos aéreas más representativas de algunas fechas concretas, incluyéndose en el anejo 3 *Ortofotos Históricas* la colección completa de ortofotografías y fotografías aéreas recopiladas de todas las fechas disponibles tanto en el IGN como en la Junta de Andalucía.

En la primera figura se representa la foto aérea del vuelo americano del año 1946, y en ella se ve una imagen poco nítida que incluye una zona correspondiente a las marismas de Isla Cristina en la mitad superior de la imagen, con colores más oscuros y canales meandriformes, y la parte inferior de la imagen con colores más claros que corresponde a la isla barrera arenosa o flecha litoral de la Punta del Moral.



Figura 9. Fotograma del Vuelo Americano de 1946 de la web del IGN.

En la parte superior de la imagen correspondiente a las marismas, se pueden observar unas zonas más oscuras que constituyen las áreas inundadas con abundante vegetación, y otras zonas grises de color más claro que constituyen los canales mareales meandriformes, y las áreas inundadas con escasa o nula vegetación, todas ellas en un estado bastante natural, sin aparente intervención antrópica.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

En la parte inferior de la imagen correspondiente a la isla barrera, se observan algunas partes antropizadas, con algunos campos de cultivos dispersos, algunas construcciones y pistas o caminos.

Además, en el límite entre estas dos zonas, sobre todo en la parte derecha de la imagen, se pueden ver algunos campos de cultivo desarrollados sobre la zona de marismas, que han sido desecados para el aprovechamiento agrícola de esos terrenos, aunque todavía conservan colores oscuros por la alta humedad. Esto mismo se puede ver también en la esquina inferior derecha de la imagen, en la que una zona de marisma ha sido antropizada y desecada para instalar sobre ella campos de cultivos.

La siguiente figura corresponde a la ortofoto del vuelo americano del año 1956, con una imagen más nítida que la foto anterior, en la que se observa mejor tanto la zona de marismas al norte, como la isla barrera al sur.

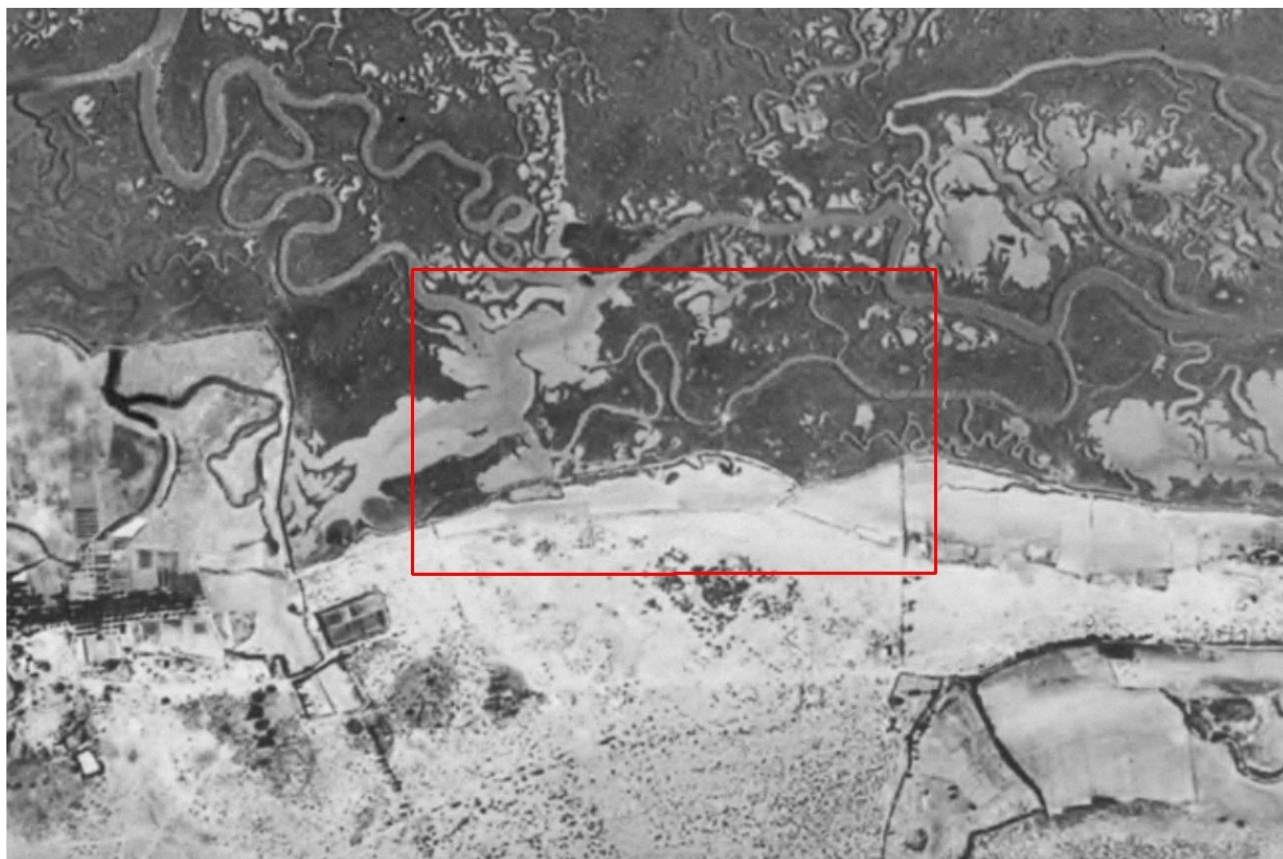


Figura 10. Ortofoto del vuelo americano de 1956.

En la parte superior de la imagen se observan las áreas más oscuras que corresponden a la marisma con vegetación, entre la que discurren los canales de marea con morfología meandriforme y colores grises más claros, correspondientes a marismas inundadas sin vegetación, o con escasa vegetación.

En la parte de la orilla de la marisma, se pueden ver terrenos de colores más blanquecinos que en la fotografía anterior formaban parte de las áreas oscuras de marisma, y que ahora han sido desecados y ocupados por lo que parecen campos de cultivos. Este cambio se puede observar en una gran superficie al oeste de la zona de estudio, en una franja que recorre la orilla de la marisma desde la zona de estudio hacia este, y en la esquina inferior derecha de la imagen.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

En cuanto a la parte constituida por la isla barrera, se observan los colores claros correspondientes a las arenas litorales, que presentan algunos puntitos más oscuros correspondientes a la vegetación y también se pueden observar algunas construcciones antrópicas.

La siguiente ortofoto corresponde al vuelo interministerial de los años 1973 – 1986, en ella se pueden apreciar ya bastantes signos de antropización, como la carretera o algunos edificios, que se han comenzado a construir en los alrededores de la zona de estudio.

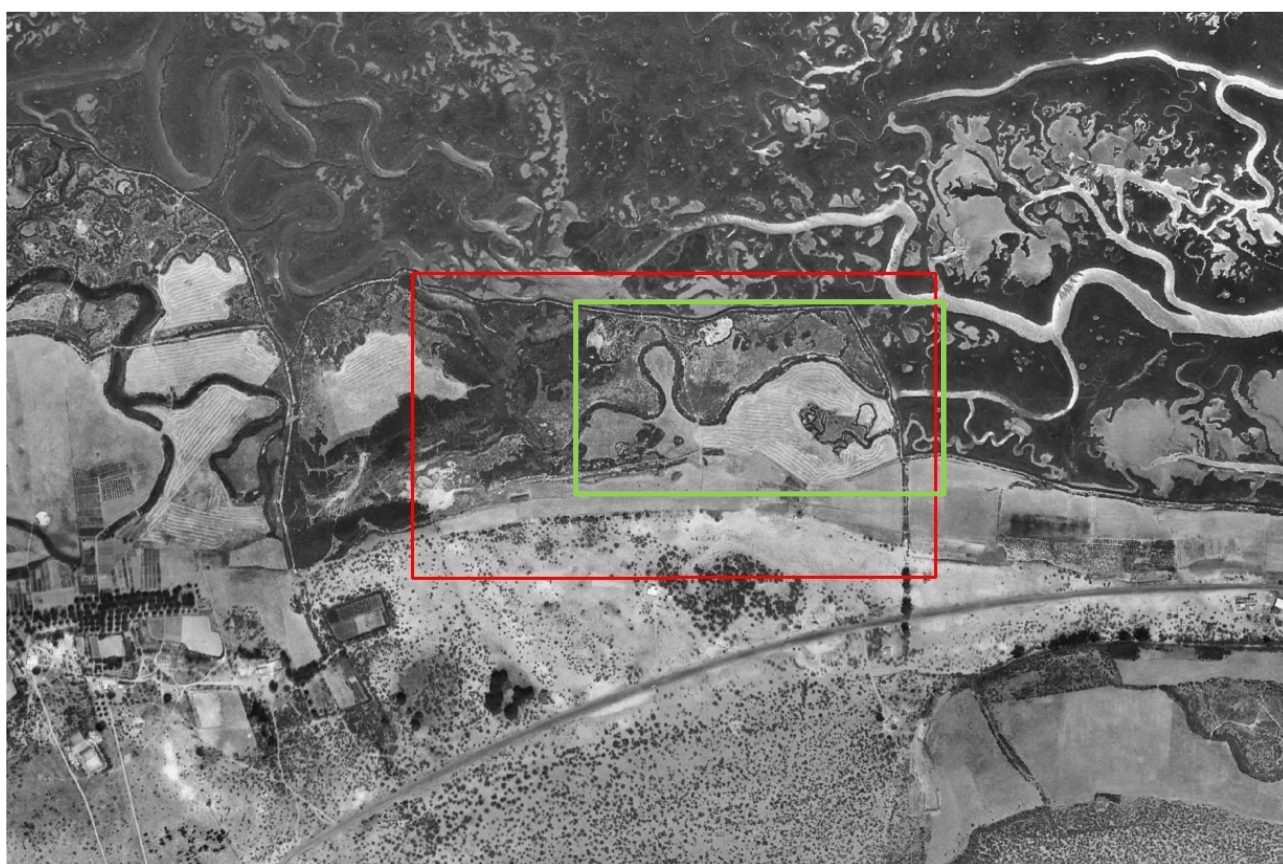


Figura 11. Ortofoto del vuelo interministerial de 1977.

En la parte de la isla barrera formada por arenas, se puede ver la construcción de la carretera que recorre la flecha litoral a lo largo, en dirección este hacia la localidad de Punta del Moral situada a poco más de un kilómetro. Además, al norte de la carretera en la parte izquierda se observan algunas fincas antropizadas con algunos edificios, caminos y campos de cultivos.

En la parte de marismas, se observa un aumento de las zonas desecadas para ser transformadas en cultivos, como por ejemplo al oeste de la zona de estudio, donde aparece una gran superficie delimitada por lo que parece un muro de tierra, que está siendo desecada y ocupada por campos de cultivo en los que se pueden ver marcas de la maquinaria.

Esta transformación también se puede observar dentro de la zona de estudio, en el área señalada con un recuadro verde en la figura 11, que se ha representado más ampliada en la siguiente figura 12 de detalle.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)



Figura 12. Detalle de la ortofoto del Vuelo Interministerial de 1977, (recuadro verde de la figura 11).

En esta la figura de detalle se puede ver la construcción de un muro de tierra de forma rectangular que delimita casi toda la zona de estudio, y que impide la entrada libremente del agua de la marisma. Dentro de los terrenos delimitados por el muro, se encuentran desecados los que se localizan al sur del canal de marea meandriforme, presentando un aspecto de colores más claros y en el que se aprecian las marcas de algún tipo de maquinaria.

La siguiente ortofoto corresponde a un vuelo del año 2001, de la web de la Junta de Andalucía.

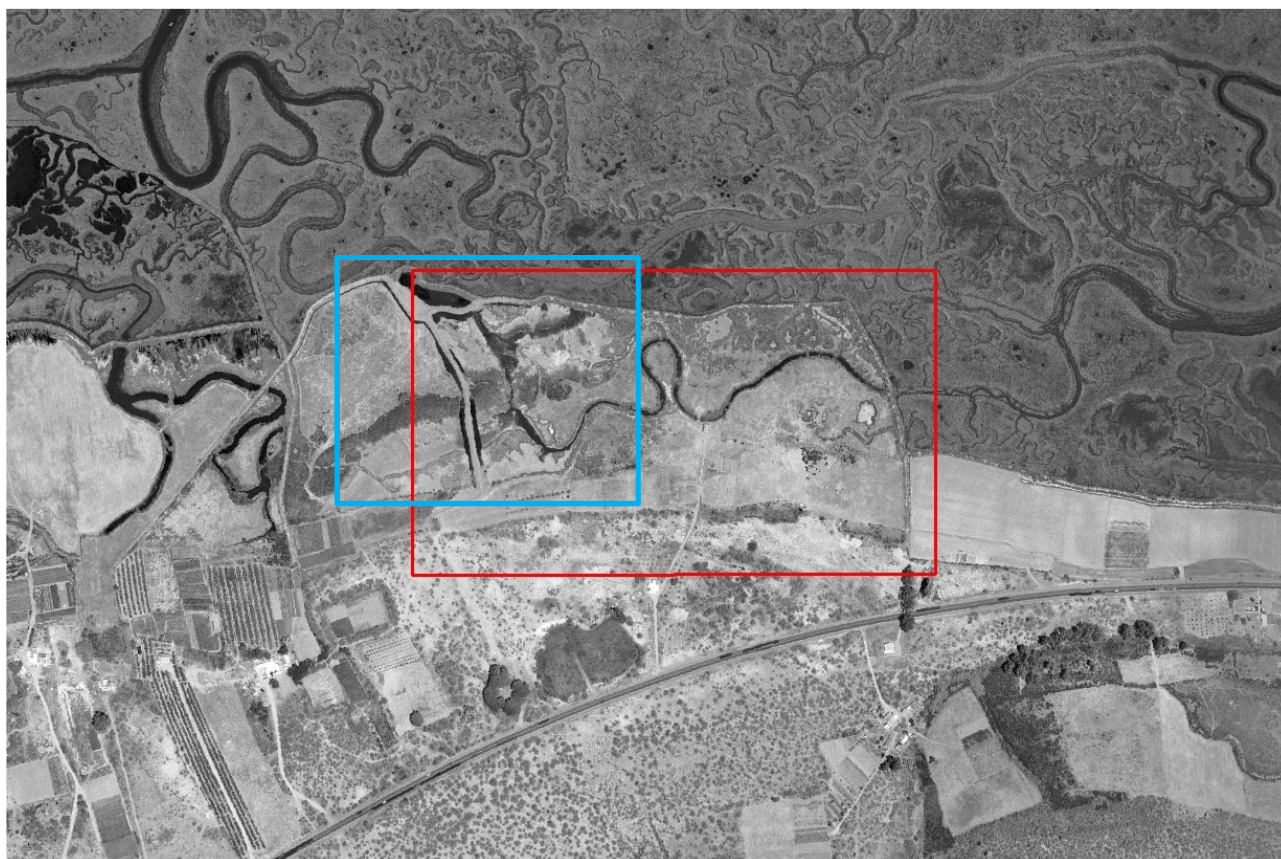


Figura 13. Ortofoto de la Junta de Andalucía del año 2001.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

En esta imagen lo más significativo que se observa es que se han producido modificaciones dentro de la zona de estudio, en el área delimitada por el muro de tierra.

Por un lado, en la zona este donde aparecían las marcas de maquinaria en la foto anterior, ya no son visibles y ha vuelto a crecer la vegetación, aunque aparentemente no entra el agua de la marisma mas que por un pequeño canal, y la superficie parece estar acondicionada para un campo de cultivo. También aparece un camino de acceso por el sur desde la flecha arenosa, y un edificio construido casi en la orilla del canal de marisma.

Por otro lado, en la zona oeste aparecen más terrenos desecados y se ha construido otro muro de tierra de dirección aproximada norte-sur, que deja estrechas zonas inundadas a los lados del muro, y el resto de los terrenos desecados y con algunas manchas de vegetación más espesa, como se puede ver en la siguiente figura 14 de detalle (recuadro azul de la figura 13).



Figura 14. Detalle de la ortofoto de 2001, de la web de la Junta de Andalucía, (recuadro azul de la figura 13).

En esta imagen de detalle se puede observar también a la izquierda del nuevo muro construido una extensa superficie sin vegetación y con marcas de maquinaria acondicionada para campo de cultivo. De igual manera hacia el suroeste de esta imagen de detalle, los terrenos se encuentran bastante más desecados y sin agua de la marisma, respecto a las fotografías anteriores, conectando con los terrenos arenosos emergidos de la isla barrera.

Volviendo a la imagen más general de 2001 de la figura 13, en la parte oeste ya fuera de la zona de estudio, se puede observar una zona que en la foto anterior se veía que había sido desecada y acondicionada para campo de cultivo, que ha vuelto a ser inundada por la marisma, retrocediendo a sus condiciones anteriores “renaturalizadas”, a pesar de la modificación antrópica sufrida en la zona debido al levantamiento de diversos muros y diques para controlar la circulación de las aguas por el interior de la marisma.

Por último, en la parte arenosa de la isla barrera de la Punta del Moral, se pueden observar nuevas construcciones antrópicas a ambos lados de la carretera, con varias pequeñas fincas con algunas edificaciones nuevas y parcelas acondicionadas como campos de cultivos.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

La siguiente ortofoto corresponde a un vuelo del PNOA de 2011, y en general se puede ver que la parte norte de la zona de estudio vuelve a estar inundada y presenta colores más oscuros por la mayor cantidad vegetación.



Figura 15. Ortofoto del PNOA de 2011.

En la parte norte de la zona de estudio, se puede ver la zona delimitada por el muro con colores más oscuros en el lado este, consecuencia de la mayor vegetación inundada y mayor humedad, y colores brillantes en el lado oeste consecuencia del reflejo de la lámina de agua. Por tanto, respecto a la foto anterior, en la que esta parte estaba casi desecada, la marisma ha vuelto a inundar aunque sea de manera parcial esta parte norte de la zona de estudio.

Más al oeste de esta zona inundada, en el límite de la zona de estudio, y en parte fuera de ella, se mantiene una superficie extensa desecada y con menor vegetación, gracias a los muros de tierra contruidos que la mantienen aparentemente aislada de la entrada de las aguas de la marisma, y acondicionada como campo de cultivo.

También se puede observar como cambio significativo respecto a la fotografía anterior, la construcción de otro muro de tierra de forma ondulada en la parte central de la zona de estudio, subparalelo al canal de marisma que recorre la zona de este a oeste, y que separa una zona más inundada al norte, de otra desecada en parte al sur. Este nuevo muro construido se puede apreciar mejor y de forma más ampliada en la siguiente figura 16 de detalle, correspondiente a la zona señalada con el recuadro amarillo de la figura 15.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)



Figura 16. Detalle de la ortofoto de 2011, del PNOA, (recuadro amarillo de la figura 15).

En esta figura de detalle se observa el nuevo muro situado al sur del canal de marisma, que en la parte oeste de la imagen separa la marisma al norte de la zona desecada al sur, mientras que en la parte este de la imagen, a partir del edificio situado junto al muro, las áreas inundadas de marisma aparecen tanto al norte como al sur de dicho muro.

En la siguiente figura se muestra la ortofoto más reciente de la web de la Junta de Andalucía correspondiente al año 2020, en la que la zona de estudio se encuentra prácticamente como en la actualidad, y la marisma ocupa toda la parte norte de la misma.



Figura 17. Ortofoto de la Junta de Andalucía del año 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

En la parte de la isla barrera de la Punta del Moral se observa que respecto a la foto anterior ha aumentado parcialmente la antropización sobre todo al sur de la carretera, con algún edificio nuevo construido y mayor zona acondicionada para cultivos agrícolas.

En cuanto a la zona de marisma se observa bastante inundación entre las zonas con vegetación y colores verdes oscuros y las zonas sin vegetación de los canales de marisma.

En concreto en la zona de estudio, se pueden ver los muros de tierra construidos de colores claros por la escasa vegetación en ellos, especialmente el muro de forma ondulada que ya se indicaba en la foto anterior, que presenta canales de marisma a ambos lados, según se puede ver en la siguiente figura 18 de detalle, señalada con un recuadro blanco en la figura 17.



Figura 18. Detalle de la ortofoto de la Junta de Andalucía del año 2020, (recuadro blanco de la figura 17).

En esta figura de detalle se observa que, al sur del muro en la parte izquierda, sólo existe un canal de marisma y después terrenos emergidos sin inundar, mientras que en la parte derecha al sur del muro existe un canal y después más terrenos inundados de marisma, hasta el área ocupada por un campo de cultivo situado algo más al sur.

Al norte del muro por otro lado, los terrenos están completamente inundados con canales de marisma y áreas con vegetación y pequeñas lagunas.

Como conclusión, se puede observar que en los últimos 75 años la zona ha evolucionado desde un estado prácticamente natural sin alteración artificial, en el que teníamos un sistema de zonas de marismas con islas barrera y flechas litorales intercaladas, formando parte del estuario de desembocadura del río Guadiana, hasta el actual sistema de marismas con islas barrera parcialmente antropizadas, sobre las que se han desarrollado núcleos urbanizados cercanos, como Punta del Moral o Isla Canela, que se encuentran sometido a una elevada presión turística, y a una intensa alteración artificial.

A pesar de que el sistema de marismas se ha visto reducido parcialmente por la desecación de superficies para el cultivo, o con la construcción de diversos muros y diques, todavía se conserva en una zona extensa de las Marismas de Isla Cristina, manteniéndose algunas morfologías típicas de marisma protegidas en parte por la figura del Parque Natural, aunque gravemente expuestas al tránsito vecinal y turístico, por encontrarse en las inmediaciones de la localidad de Punta del Moral y del campo de golf “Isla Canela Old Course”.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

De seguir esta tendencia actual antropizadora, de reducción y degradación del sistema de marismas e islas barrera y flechas litorales, podría verse afectada la estabilidad del estuario y la defensa de la costa, puesto que el sistema de marismas y flechas litorales actúa como barrera durante los episodios erosivos producidos por los temporales y tormentas, cada vez más numerosos e intensos como consecuencia de los efectos del cambio climático.

Además, el elevado dinamismo de la zona en cuanto a sedimentación y erosión de depósitos arenosos litorales, consecuencia de la dinámica litoral y la evolución del estuario, podría poner en peligro determinadas zonas costeras urbanizadas, que pasarían a quedar expuestas por episodios intensos de temporal y tormenta, o por cambios bruscos en los procesos de erosión-sedimentación estuarinos.

2.4. Estudio de Campo

Durante la tercera semana del mes de enero de 2023 se llevaron a cabo los trabajos de campo en Punta del Moral, recorriendo la zona de estudio, para la realización del estudio de campo.

En la visita a campo se recorrió toda la extensión del muro situado en la parte sur de la zona de estudio, recopilando información de la extensión de la zona de marismas, y realizando fotografías, cuya colección completa se presenta en el anejo 2 *Memoria fotográfica*. La localización de las fotografías se representa en la siguiente figura 19.



Figura 19. Localización de las fotografías tomadas en campo.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Para acceder a la zona de estudio, desde la carretera que conduce a la localidad de Punta del Moral, o avenida del Camino Real, es necesario dar un rodeo puesto que la finca se encuentra vallada y cerrada en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral.

El acceso por tanto, hay que realizarlo unos 400 metros más al oeste, por un camino junto a la parada del autobús que conduce a un edificio de una finca. Desde allí hay que atravesar parte de la finca en dirección noreste hacia la marisma y rodear otra finca vallada situada en el límite entre la zona arenosa de la isla barrera de la Punta del Moral y la marisma, para acceder a la zona de estudio.

Comenzando la descripción por el extremo occidental de la zona de estudio, se trata de una llanura de sedimentos de marisma con abundante vegetación de ambiente salino, con áreas inundadas hacia el norte, y el vallado de alambre de la finca hacia el sur, que se encuentra en terrenos de marisma antropizada, en el límite con la zona arenosa de la isla barrera.

Avanzando en dirección este el vallado gira hacia el sur en dirección a los terrenos arenosos de la isla barrera, y comienza un muro de tierra artificial que continúa en dirección este, elevándose unos dos metros sobre la superficie de la llanura de marisma.

Desde el muro se puede ver la zona analizada mirando en dirección este, y avanzando unos 30 metros por la parte superior, se llega a una bifurcación del muro en dos direcciones. La primera bifurcación parte en dirección norte, y la segunda en dirección este, por la que se continúa el recorrido.

En esta parte el muro se encuentra inundado por canales de marisma en ambas orillas como se puede ver en la siguiente fotografía.



Figura 20. Vista en dirección este del muro artificial de tierra en la parte occidental de la zona de estudio, con canales de marisma a ambos lados del muro, (foto 4).

Al norte del muro, (a la izquierda de la imagen), se observa la extensión de la marisma, con un canal de marisma en primer término y zonas con vegetación abundante de ambiente salino, formando islas de sedimentos finos arcillosos entre los canales de marisma.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Al sur del muro, (a la derecha de la imagen), se observa un canal de marisma paralelo al muro y al otro lado del canal una zona con vegetación que correspondería a marisma antropizada, hasta la zona posterior más elevada, que correspondería a los sedimentos de la isla barrera de la Punta del Moral cubiertos por abundante vegetación.

Siguiendo por la parte superior del muro en dirección este, la situación no cambia mucho al norte del muro, mientras que al sur del muro sí se observan algunas modificaciones, como se puede ver en las siguientes figuras.



Figura 21. Vista en dirección este del muro artificial, con la zona de marismas hacia el norte (izquierda de la imagen), y el canal de marismas y los terrenos de marisma antropizada hacia el sur, (derecha de la imagen) (foto 5).



Figura 22. Vista en dirección suroeste de la parte sur del muro artificial, con los terrenos de marisma antropizada, y el canal de marisma paralelo al muro, situado en la parte derecha de la imagen, (foto 18).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Al sur del muro, (parte derecha de la figura 21 y parte central de la figura 22), se observan terrenos que en origen eran marismas, pero han sufrido desecaciones y algún relleno, y actualmente se encuentran antropizados, con menos vegetación y que han interrumpido el canal de marisma paralelo al muro.

El canal de marisma situado al sur del muro, se encuentra conectado con las marismas situadas al norte del muro, mediante pasos de agua subterráneos por debajo del muro artificial que comunican los canales de marisma a ambos lados de dicho muro, como se puede ver en la imagen de la siguiente figura.



Figura 23. Vista en dirección sur, del paso de agua subterráneo (círculo amarillo), por debajo del muro artificial que comunica los canales de marisma a ambos lados del muro (foto 19).

Por otro lado, al norte del muro encontramos áreas inundadas de marismas, entre canales de marismas e islas de depósitos de sedimentos finos arcillosos con vegetación, como se ve en la siguiente figura.



Figura 24. Vista en dirección norte de las áreas inundadas de marisma con islas de sedimentos finos arcillosos, situadas al norte del muro, al fondo la abertura al canal principal (foto 21).

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Avanzando unos metros más por la parte superior del muro en dirección noreste, comienzan a aparecer áreas inundadas de marismas también al sur del muro, además de la extensa zona que ya existía al norte del muro, que se pueden ver en las siguientes figuras.



Figura 25. Vista en dirección sureste de las áreas inundadas de marisma con vegetación situadas al sur del muro, al fondo el campo de cultivo en verde más claro de la zona de marisma antropizada, (foto 8).



Figura 26. Vista en dirección sureste de las áreas inundadas de marisma con vegetación situadas al sur del muro, al fondo el campo de cultivo en verde más claro de la zona de marisma antropizada, (foto 17).

En esta zona por tanto, aparecen áreas inundadas de marismas a ambos lados del muro artificial de tierra, existiendo canales de marisma e islas de sedimentos finos con vegetación entre los canales tanto en la orilla norte, como en la orilla sur del muro, como se observa en la siguiente figura.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)



Figura 27. Vista en dirección suroeste del muro artificial de tierra, con áreas de marisma inundadas tanto en la orilla norte (derecha de la imagen), como en la orilla sur (izquierda de la imagen), (foto 14).

La zona de marisma inundada se extiende incluyendo por completo el muro artificial, hasta el límite con el campo de cultivo existente más al sur, que se encuentra sobre terrenos alterados de marisma antropizada.



Figura 28. Vista en dirección sureste, de las áreas inundadas de marismas al sur del muro artificial, al fondo el campo de cultivo en verde claro sobre los terrenos de marisma antropizada, (foto 16).

Como conclusión, según se ha visto en las observaciones de campo y en las fotografías realizadas, las áreas inundadas con características de marisma salada alcanzan terrenos situados más al sur del muro de tierra artificial, incluyendo el canal de marisma existente al sur de dicho muro, y además en la parte

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

oriental de la zona de estudio incluyendo una extensión inundada de unos 75 metros de ancha, hasta alcanzar el límite con el campo de cultivo situado más al sur.

A partir de las observaciones de campo por tanto, los terrenos con características de marismas saladas incluyen las áreas del muro de tierra, alcanzando la orilla sur del canal de marisma en la parte occidental de la zona de estudio, donde comenzarían los terrenos de marisma antropizada, (ver mapa de la figura 8) y alcanzando el límite con el campo de cultivo en la parte oriental de la zona de estudio, situado también sobre terrenos de marisma antropizada.

Los terrenos que se han identificado como marismas saladas mayoritariamente inundadas, formarían parte de la zona de marismas de Isla Cristina, y al sur de los mismos se situaría una franja identificada como marismas antropizadas con terrenos que ya no sufren inundaciones de manera natural. A continuación, también en dirección sur, se situarían los terrenos arenosos correspondientes a la flecha arenosa o isla barrera de la Punta del Moral, alterados también por una significativa antropización.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

3. Propuesta y justificación del DPM-T

Teniendo en cuenta la Normativa de Costas vigente en referencia a los aspectos geomorfológicos del litoral, se realiza una propuesta para la incorporación al dominio público marítimo terrestre de todos los terrenos que forman parte de la zona de marismas asociada a las marismas de Isla Cristina, en el tramo situado en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, al oeste de dicha localidad de Punta del Moral, perteneciente al término municipal de Ayamonte (Huelva), y que corresponde al tramo de deslinde con referencia DL-32-HU.

Considerando todo lo analizado en el presente estudio, sobre el Dominio Público Marítimo-Terrestre en la zona de marismas de Isla del Moral, junto a las características de cada uno de los terrenos incluidos en las diferentes unidades geomorfológicas identificadas para dicha área, se observa a priori y sin perjuicio de posteriores estudios más detallados, que sería necesario incorporar al Dominio Público Marítimo-Terrestre toda la zona identificada como marismas en el mapa de unidades geomorfológicas de la figura 8, además de los terrenos identificados como canales de marisma que ya se encontraban incluidos anteriormente.

En la siguiente figura 29 (y también en el anejo 4), se ha representado dicho dominio englobado por la línea de deslinde indicada como “Límite DPM-T propuesto” (poligonal verde discontinua).

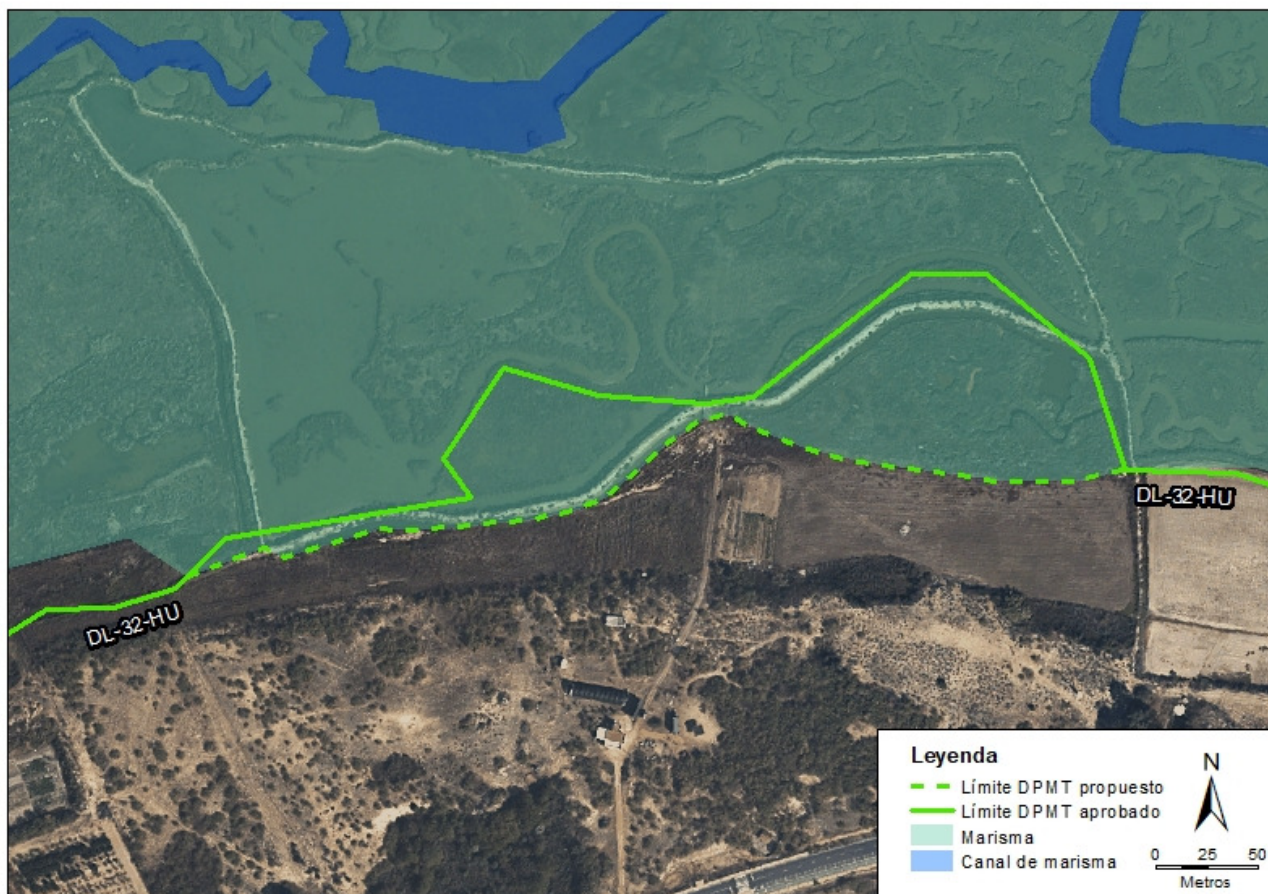


Figura 29. Propuesta de DPM-T en la zona de marismas al oeste de Punta del Moral, sobre la ortofoto de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

De manera general, se propone como límite del dominio público marítimo-terrestre el límite interior del área identificada como marismas en este estudio, en concordancia con lo expresado en el artículo 3.1.a) de la Ley de Costas, que señala como bienes de dominio público marítimo-terrestre *“las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar”*.

Según se ha visto en los diferentes apartados de este trabajo, la zona de estudio de marismas en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, constituye un sistema de marismas litoral asociado a las marismas de Isla Cristina y al estuario del Guadiana, formado por el desarrollo de islas barrera o flechas litorales arenosas, que han aislado del océano abierto, la zona protegida de marismas del interior del estuario, que se extendería en la zona de estudio al menos hasta las inmediaciones de las superficies antropizadas al sur del muro artificial de tierra, incluyendo las zonas inundadas por aguas saladas de marisma en todo el tramo de estudio, como así se deduce de las ortofotos antiguas y actuales analizadas en la zona, de la bibliografía consultada, o de las observaciones y fotografías de campo.

En las diferentes ortofotos y fotos aéreas antiguas analizadas en el punto 2.3 *Evolución histórica*, se ha podido ver la evolución de las áreas inundadas de marisma, como consecuencia principalmente de las alteraciones y modificaciones antrópicas que han sufrido. Estas alteraciones han originado transformaciones en algunos terrenos, que han pasado de ser áreas de marisma salada inundada en las fotos más antiguas, a áreas identificadas como marisma antropizada en las fotos más recientes, como consecuencia de haber perdido sus características naturales originales.

Las transformaciones en los terrenos de la orilla de las áreas inundadas, han dado lugar a cambios en la posición del límite de las marismas, (y por lo tanto del límite del DPMT), hasta la posición de la actualidad, que se ha tomado como referencia para el mapa de unidades geomorfológicas, según la ortofoto del año 2020, que es la fecha más reciente disponible en formato servicio wms. En la siguiente figura se presenta dicha ortofoto del año 2020, sobre la que se ha dibujado el límite de las marismas (verde discontinuo), que corresponde al límite de DPM-T propuesto.



Figura 30. Límite de DPM-T propuesto en línea verde discontinua, en la zona de Punta del Moral sobre la foto aérea de 2020.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

La línea de límite de DPMT por tanto, se ha trazado por donde se ha interpretado que alcanza el área de marisma salada en la actualidad, dejando fuera del dominio público marítimo-terrestre las superficies identificadas como marisma antropizada, que han dejado de tener las características originales de la marisma, excluyendo también los terrenos arenosos de la flecha litoral o isla barrera, por encontrarse antropizados parcialmente.

En los terrenos identificados como marismas, también se han incluido los muros de tierra contruidos artificialmente para controlar la inundación, ya que se encuentran rodeados por todos los lados por las aguas de las marismas, y la circulación de las aguas durante las mareas se realiza a ambos lados de estos muros, gracias a la existencia de aberturas y pasos subterráneos canalizados.

Como se ha visto en la evolución de las ortofotos históricas, existen terrenos que en algunas fotos antiguas se encontraban antropizados por desecaciones, o modificados artificialmente. Sin embargo posteriormente, han cambiado su evolución volviendo a ser inundados de forma natural por las mareas, recuperando de este modo sus características originales de marismas. Se ha considerado que actualmente estos terrenos forman parte de la marisma salada natural, y consecuentemente se han incluido como bienes de dominio público.

Por otro lado los terrenos identificados como marisma antropizada, han sufrido diversos procesos de desecación artificial e incluso de rellenos artificiales parciales, que han mantenido hasta la actualidad estas superficies aisladas de las inundaciones naturales producidas por los efectos de las mareas, como se ha visto en las ortofotos de las últimas décadas.

Algunas de estas superficies de marisma antropizada, han sido acondicionadas como campos de cultivos agrícolas, como en el caso de la extensión localizada en la parte suroriental de la zona de estudio, que puede verse en las ortofotos recientes, la cual tiene un acceso a través de un camino por el sur. También, como se ha visto en algunas de las ortofotos antiguas, existió un edificio en la parte noroeste del campo de cultivo, que posteriormente ha sido desmantelado en los últimos años, y del que todavía se pueden ver algunos restos abandonados en las fotos de campo.

Por último, los terrenos arenosos situados más al sur, identificados como parte de una isla barrera o flecha litoral, que corresponden en concreto a la flecha litoral de la Punta del Moral, se encuentran también parcialmente antropizados, debido a que han sufrido alteraciones de diversos tipos como la construcción de algunos edificios, el tránsito de algunos caminos y la carretera, el acondicionamiento en parte como campos de cultivos agrícolas, o el vallado para formar parte de alguna finca, como se puede ver en las ortofotos recientes.

Se ha interpretado por tanto, que aunque estos terrenos en origen estuvieron formados por sedimentos arenosos litorales que constituyeron un depósito de flecha arenosa o isla barrera, la alteración artificial posterior y las modificaciones antrópicas, han originado que se hayan perdido parcial o totalmente sus características naturales originales, y como consecuencia se hayan excluido como bienes del dominio público marítimo-terrestre.

En la siguiente figura se presenta el límite de DPM-T propuesto (línea poligonal amarilla), sobre una imagen reciente de mayo de 2019 obtenida de Google Earth, en la que se observan en la zona de estudio de Punta del Moral, los terrenos inundados de marisma salada incorporados al dominio público marítimo-terrestre, en la parte norte de la imagen; y los terrenos excluidos en la parte sur de la imagen, correspondientes a la franja de marisma antropizada y las arenas de la flecha litoral o isla barrera modificada artificialmente.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

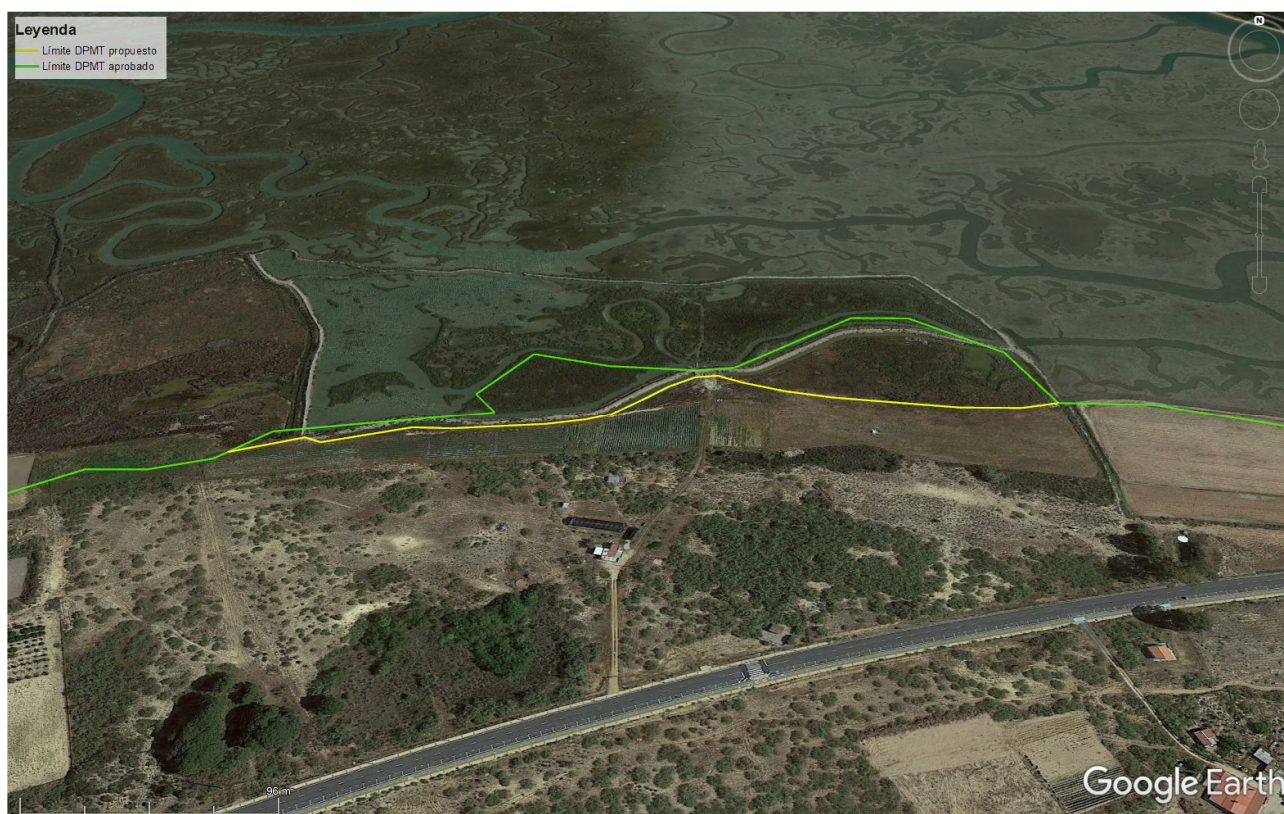


Figura 31. Límite de DPM-T propuesto (línea poligonal amarilla) para la zona de Punta del Moral, sobre una imagen reciente de mayo de 2019 de Google Earth.

El trazado de la línea propuesta comienza por la parte oeste de la zona de estudio, desde el tramo occidental de deslinde aprobado con referencia DL-32-HU, que se encuentra situado en una finca vallada con vegetación en la orilla de la marisma. Al este de dicha finca existe un muro de tierra artificial por cuya coronación se extiende la línea propuesta, hasta la bifurcación del muro en dos tramos perpendiculares.

Desde este punto de bifurcación la línea propuesta desciende del muro de tierra hacia la orilla interior del canal de marisma situado al sur del muro, para continuar en dirección hacia el este por la orilla interior o sur de dicho canal de marisma.

Unos 160 metros más adelante, el canal realiza un giro hacia el noreste y la línea propuesta continúa siguiendo su orilla interior o sureste, hasta que el canal es interrumpido por materiales de relleno que impiden su continuación, desde aquí la línea avanza hasta que aparece nuevamente el canal, atravesando los materiales de relleno en dirección hacia el este. En este punto la línea toma dirección sureste siguiendo el límite de la zona de marisma inundada o encharcada, hasta alcanzar el límite de la zona cultivada existente unos pocos metros más al sur.

A partir de aquí la línea propuesta continúa por el límite entre la zona de marisma inundada al norte, y el campo de cultivo agrícola al sur, hasta el muro de tierra artificial que limita el campo de cultivo por el este, donde conecta con el tramo oriental de deslinde aprobado con referencia DL-32-HU.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Como conclusión, los terrenos que se han incluido como bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre, presentan características naturales originales de marismas, constituyendo parte del sistema de marismas y flechas litorales del estuario del Guadiana, que actuarían como barrera para frenar la llegada hasta la costa interior de los grandes eventos destructivos como temporales o tormentas marinas, por lo que el sistema de marismas y flechas litorales resulta necesario para la estabilidad de la playa y el estuario, y la defensa de este tramo de costa.

4. Conclusiones

El deslinde de dominio público marítimo-terrestre con referencia DL-32-HU, ha sido objeto de un estudio y análisis, para delimitar la zona de dominio público marítimo-terrestre en el tramo litoral de marismas en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, situado en el término municipal de Ayamonte, al oeste de la localidad de Punta del Moral.

Según el artículo 3.1.a) de la Ley 22/1988, de 28 de julio, pertenecen al dominio público marítimo-terrestre *“las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, las partes de los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar”*.

La zona de estudio comprendida por el tramo litoral de marismas en las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, forma parte de las formaciones sedimentarias cuaternarias desarrolladas en el litoral de la provincia de Huelva, y en concreto de las formaciones sedimentarias que forman el estuario de desembocadura del río Guadiana.

El origen y evolución asociados a la dinámica de dicho estuario están determinados primero por los procesos fluviales de depósito del río Guadiana, y posteriormente por los procesos de remodelación de la dinámica litoral, para dar lugar a las flechas arenosas litorales e islas barrera, junto con los depósitos de sedimentos finos de marisma que se forman en el interior del estuario, inundados por las mareas mediante los canales de marisma, y protegidos de mar abierto por la barrera natural de las flechas litorales.

A partir del estudio geomorfológico y de la bibliografía especializada consultada, se ha deducido que los terrenos estudiados constituyen una zona de marismas saladas, que incluyen canales de marisma y áreas con vegetación mayoritariamente inundadas, desarrolladas a partir de la formación de un sistema de flechas litorales e islas barrera con un origen marino, y que continúa influenciada por la dinámica marina mareal y estuarina, todo lo cual está en consonancia con el artículo 3.1.a) de la Ley de Costas.

Según el análisis de las ortofotos históricas, en las últimas décadas se observa un aumento de la antropización en la zona, que ha ocasionado una importante reducción en extensión y la degradación del sistema de marismas e islas barrera del estuario del Guadiana. Aunque todavía se conservan extensas zonas de marismas saladas, se encuentran sin embargo bastante expuestas al tránsito vecinal y turístico.

A partir de las observaciones realizadas en campo y sobre las fotografías tomadas en el terreno, se concluye que los terrenos de la zona de estudio tienen características y naturaleza de marismas saladas mayoritariamente inundadas, con vegetación de ambiente salado, y se encuentran sometidos a la dinámica mareal y estuarina, formando parte de sistema de marismas, canales de marismas e islas barrera que constituye el estuario del Guadiana.

Las áreas con características de marisma salada mayoritariamente inundada en la zona de estudio, incluyen hasta el canal de marisma existente al sur del muro de tierra artificial, y en la parte oriental hasta el límite con el campo de cultivo situado más al sur, alcanzando hasta el comienzo de los terrenos identificados como marisma antropizada.

Los terrenos identificados como marisma antropizada, ya no presentan sus características naturales originales de marismas, ni están sometidos a inundaciones mareales de manera natural, por lo que no

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

constituyen bienes de dominio público, al igual que los terrenos arenosos situados más al sur, correspondientes a la flecha arenosa o isla barrera de la Punta del Moral, también antropizados de manera significativa.

Como consecuencia del aumento de la antropización en la zona, producido por acciones como la construcción de un campo de golf o de núcleos urbanos dentro de la marisma, se han originado alteraciones en procesos naturales como la dinámica mareal o la estuarina, que han ocasionado cambios en la morfología por sedimentación, erosión y modificaciones parciales de la línea de costa en la zona de marismas.

De seguir esta tendencia antropizadora de reducción y degradación del sistema de marismas e islas barrera litorales, podrían ponerse en peligro determinadas zonas costeras urbanizadas, que quedarían expuestas como consecuencia de episodios intensos de temporal, o por cambios bruscos en la erosión-sedimentación del estuario. Sin la protección del sistema de marismas y flechas litorales que actuarían como barrera frente a dichos fenómenos, podría verse afectada la estabilidad del estuario y de la costa.

Estos procesos erosivos principalmente, podrían verse intensificados y acelerados como consecuencia de la tendencia global actual del cambio climático, que está provocando fenómenos naturales como los cambios eustáticos por subidas del nivel del mar, o el aumento en frecuencia e intensidad de las tormentas y temporales marinos, incrementándose su acción destructiva.

La alteración artificial que tiende a la destrucción del estado natural de la costa onubense, pone de manifiesto la enorme fragilidad ambiental de los estuarios y del litoral en general, la gran sensibilidad de este entorno a los cambios y actuaciones antrópicas, y la necesidad de su protección y conservación para la estabilidad del litoral y la defensa de este tramo de costa.

Por todo ello, de acuerdo con los criterios expresados en la citada Ley 22/1988, de 28 de julio y su Reglamento General, y sin perjuicio del resultado de estudios posteriores que permitan determinar con mayor precisión el alcance del dominio público marítimo-terrestre en la zona de estudio de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, en el término municipal de Ayamonte, se concluye que al menos **los terrenos identificados como marismas y canales de marismas** (en la figura 28 y en anejo 4 de este estudio), **presentarían características de bienes de dominio público marítimo-terrestre, y serían necesarios para garantizar la estabilidad del estuario del Guadiana, y la defensa de este tramo de costa.**



Santiago Campos García,

Licenciado en Ciencias Geológicas - Tragsatec

5. Bibliografía

LEYVA CABELLO, F. y RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (1983). *Mapa Geológico de España 1:50.000 (Serie Magna). Hoja nº 998 Ayamonte*. I.G.M.E.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2007). *Manual de restauración de dunas costeras*. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.

MORALES, J.A., PENDÓN, J.G. y BORREGO, J. (1994). *Origen y evolución de flechas litorales recientes en la desembocadura del Estuario mesomareal del río Guadiana (Huelva, S.O. España)*. Rev. Soc. Geol. España, 7 (1-2): 155-167.

MORALES JUAN A. (2008). *La desembocadura del río Guadiana*. En: OLÍAS ÁLVAREZ, M. et al. (Editores). *Geología de Huelva: lugares de interés geológico*. 2ª ed. Huelva: Universidad de Huelva, 2008, págs. 164-165.

MORALES, J.A., CANTANO, M. y RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, A. (2010). *Relación entre la evolución geomorfológica y el uso humano de las zonas costeras: Ejemplo de Isla Cristina (Huelva, SO España)*. Geogaceta 48, 15-18.

MORALES, J.A., y GAREL, E. (2019). *The Guadiana River Delta*. En MORALES, J.A. (Editor). *The Spanish Coastal Systems*. Springer Cham., pp. 565-581. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93169-2_24.

RAMÍREZ-JUIDÍAS, E. (2021). *Uso de imágenes satélites para el estudio de los procesos de erosión en las marismas de Isla Cristina (Huelva)*. South Florida Journal of Development, Miami, v.2, n.3, p. 4828-4836 special edition. ISSN.

RODRÍGUEZ, A., CÁCERES, L.M. y RODRÍGUEZ, J. (2000). *Dinámica y evolución de flechas litorales: El litoral onubense (SO, España)*. En: DE ANDRÉS, J.R. y GRACIA, F.J., (Editores). *Geomorfología litoral. Procesos activos*. I.T.G.E. pp. 101 – 113.

RODRÍGUEZ, A. (2011). *Las dunas del litoral onubense*. En: SANJAUME, E. y GRACIA, J. (Editores). *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, pp. 387-405.

SANJAUME, E., GRACIA, F.J. y FLOR, G. (2011). *Introducción a la geomorfología de sistemas dunares*. En: SANJAUME, E. y GRACIA, J. (Editores). *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, pp. 13-63.

Estudio técnico preliminar para la delimitación del DPM-T en la zona de marismas de las inmediaciones del Mausoleo Romano de Punta del Moral, término municipal de Ayamonte (Huelva)

Servicios WMS, visores de cartografía digital y sitios web consultados:

<http://www.ideandalucia.es/wms/ortofoto>

<http://www.ign.es/wms/pnoa-historico?>

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_Geomorfologico_Andalucia?

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM_guadiana_unidades_fisiograficas?

<https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/ventanadelvisitante>

http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_Geode_50/MapServer/WMSServer

<https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>