

## Propuesta de diseño sostenible basado en la naturaleza del frente costero de Matalascañas (Almonte, Huelva)

*Nature-based sustainable design proposal of the Matalascañas coastline (Almonte, Huelva)*

Juan A. Morales<sup>a</sup>, Mouncef Sedrati<sup>b</sup>, A. Rodríguez-Ramírez<sup>a</sup>, Luis A. Morales

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, CCTH-Centro de Investigación Científico Tecnológico, Campus de El Carmen, Universidad de Huelva, 21071 Huelva, España . [jmorales@uhu.es](mailto:jmorales@uhu.es); [arodri@uhu.es](mailto:arodri@uhu.es)

<sup>b</sup> Geo-Ocean, Univ Bretagne Sud, Univ Brest, CNRS, Ifremer, UMR6538, F- 56000, Vannes, France . [mouncef.sedrati@univ-ubs.fr](mailto:mouncef.sedrati@univ-ubs.fr)

<sup>b</sup> Al Futuro Arquitectura. c/ José Fariñas, 21006 Huelva, España. [luis@alfuturoarquitectura.com](mailto:luis@alfuturoarquitectura.com)

How to cite: Morales, J.A.; Sedrati, M.; Rodríguez Ramírez, A.; Morales L.A.. 2024. Hacia un plan de gestión sostenible del frente costero de Matalascañas (Almonte, Huelva). En libro de actas: *XII Jornadas de Geomorfología Litoral*. Valencia, septiembre de 2024. <https://doi.org/10.4995/GEOLIT24.18679>

---

### Abstract

*In a context of climate change, the vulnerability of coastal systems is increasing, threatening property, infrastructure and even human life. Faced with this situation, managers have traditionally relied on conventional protection methods (dikes, groins, breakwaters, riprap) to defend themselves against the sea. However, these interventions are no longer sufficient: they are only a temporary solution, systematically associated with disruption of natural sedimentary dynamics, and maintenance costs could become unrealistically high. This is the case of the Matalascañas coastline studied here, which in a segment has undergone intense urbanization associated with the loss of its dune cordon. The installation of a series of groins to reduce sediment erosion and the risk of marine submersion has proved to be an ineffective management policy. In this article, we propose a new combined development model based on a nature-based solution (reconstruction of a littoral dune) combined with ecological and adaptable frontage redevelopment in the urban segment.*

**Keywords:** Beach erosion, dune retreat, vulnerability, coastal nature-based-solution

---

### Resumen

*En el contexto del cambio climático, la vulnerabilidad de los sistemas costeros está aumentando, amenazando propiedades, infraestructuras e incluso vidas humanas. Ante esta situación, los gestores se han apoyado tradicionalmente en métodos de protección convencionales (diques, espigones, ropeolas, escolleras) para defenderse del mar. Sin embargo, estas intervenciones ya no son suficientes: son sólo una solución temporal, sistemáticamente asociada con la alteración de la dinámica sedimentaria natural, y los costes de mantenimiento podrían llegar a ser irracionalmente altos. Este es el caso del litoral de Matalascañas aquí estudiado, que en uno de sus tramos ha sufrido una intensa urbanización asociada a la pérdida de su cordón dunar. La instalación de una serie de espigones para reducir la erosión de los sedimentos y el riesgo de inmersión marina ha demostrado ser una política de gestión ineficaz. En este artículo, proponemos un nuevo modelo de desarrollo combinado basado en una solución basada en la naturaleza (reconstrucción de una duna litoral) combinada con una reurbanización ecológica y adaptativa en la fachada del tramo urbanizado.*

**Palabras clave:** Erosión de playas, retroceso de dunas, vulnerabilidad, solución costera basada en la naturaleza.

## 1. Introducción

La playa de Matalascañas se localiza en el tramo central de la costa oriental de Huelva, entre el acantilado de El Asperillo y la flecha de Doñana, que cierra el estuario del Guadalquivir (Fig. 1A) justo en el límite oeste del Parque Nacional de Doñana. Esta playa se caracteriza por presentar un carácter disipativo con una intensa dinámica de barras longitudinales (Sedrati y Morales, 2017). No obstante, esta costa tiende secularmente a la erosión, como muestra la presencia del frente acantilado y las ruinas de la almenara de Torre La Higuera. Esta torre fue construida en el Siglo XVII y que se encuentran actualmente en el agua (Menanteau, 1979).

El tramo noroeste de la playa presenta un funcionamiento completamente natural. Su dinámica está fuertemente influida por la dinámica transversal de las barras, pero también por una dinámica longitudinal inducida por la deriva litoral (Morales et al., 2018) y por el suministro extraordinario de arena que representa el ataque de las olas al frente acantilado (Morales et al., 2024). Tras unos fuertes temporales, en este tramo apareció en 2020 un importante afloramiento del Pleistoceno (Fig. 1B) que contiene numerosas huellas de homínidos (Neandertales o Pre-Neandertales) y que resulta de un elevado interés patrimonial (Mayoral et al., 2021; Mayoral et al., 2022). La dinámica de las barras ha vuelto a cubrir el afloramiento, preservándolo por el momento de la erosión costera.

El tramo sureste de la playa se encuentra fuertemente antropizado. Sobre el frente acantilado se ha construido de forma extensiva una urbanización con toda su infraestructura turística (Fig. 1C). El cordón de dunas que se desarrollaba bajo el acantilado fue destruido para edificar un paseo marítimo que se extiende más de 4 Km. Desde la construcción del paseo marítimo éste se ha visto afectado por eventos destructivos durante las tormentas (Rodríguez-Ramírez et al., 2003). Este hecho hizo que con el fin de preservar las infraestructuras turísticas se construyera en los años 80 unos 15 espigones en peine distribuidos a lo largo de 3200 metros. Además de la construcción de estos espigones la playa tuvo que ser regenerada con aportes artificiales de arena. En 1996 ambos tramos de la playa se regeneraron con 125.000 m<sup>3</sup> de arena distribuidos a lo largo de 18 Km, invirtiendo un presupuesto total de 413.636 € (Muñoz Pérez et al., 2001).



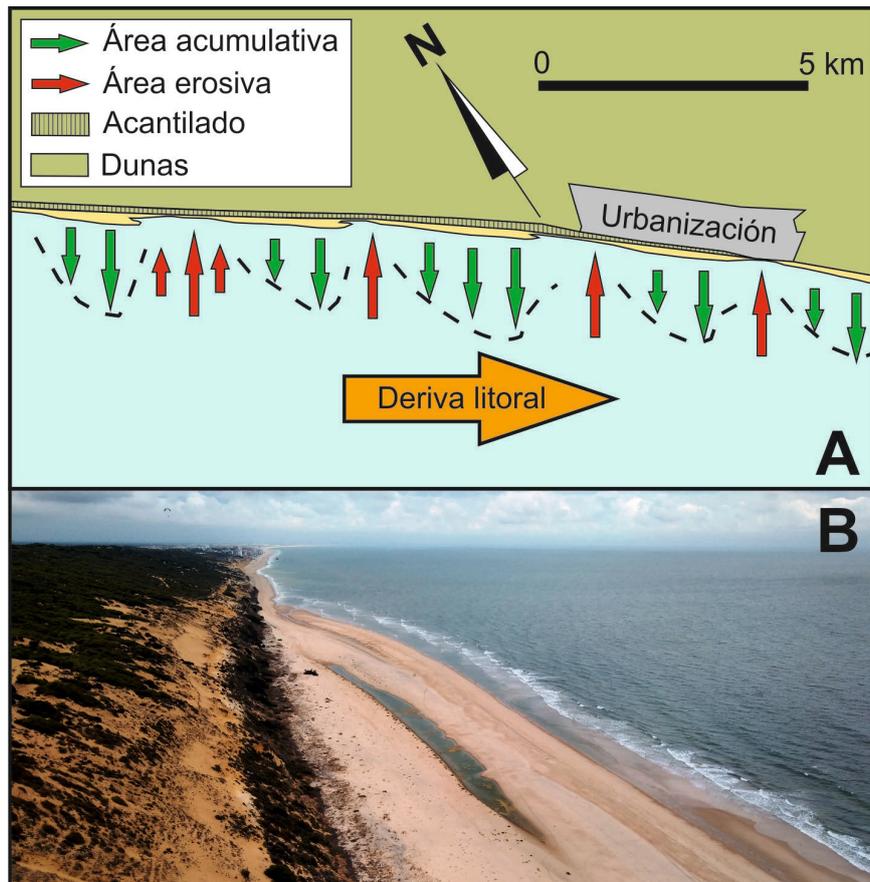
**Fig. 1.** A) Localización del área de estudio. B) Tramo de funcionamiento natural con el yacimiento de huellas fósiles. C) Panorámica del inicio del tramo urbanizado con los restos de la torre almenara afectados por el oleaje.

Ambos tramos de costa necesitan una adecuada gestión y protección frente a los procesos erosivos. El primero de ellos por contener restos con valor patrimonial y el segundo por contener infraestructuras turísticas con un importante valor económico. El presente trabajo tiene como objetivo el planteamiento de algunas posibles soluciones desde el punto de vista de la gestión integral de las zonas costeras.

## 2. Marco dinámico y problemática asociada

La dinámica de este tramo de costa está marcada por un régimen de oleaje de baja energía, con olas de altura significativa media de 0,5 m. Con este régimen energético tan bajo, clásicamente se han considerado para esta costa olas de tormentas aquellas con alturas superiores a 1,5 m (Sedrati y Morales, 2017). En estos temporales invernales se alcanzan frecuentemente los 4 m y han llegado a medirse olas de hasta 7 metros (Rodríguez Ramírez et al., 2003). Desde el punto de vista de las mareas, se trata de una costa meso-mareal, con un rango medio de 2 m, aunque oscila entre los 1,25 m de las mareas muertas y los 3,8 m de las mareas vivas. Teniendo en cuenta ambos procesos y siguiendo los criterios de Davis y Hayes (1984) puede clasificarse como una costa de energía mixta cuyas características geomorfológicas están controladas por la acción conjunta de olas y mareas.

Durante las condiciones de oleaje de buen tiempo la pendiente de la playa produce una disipación del oleaje favoreciendo el desarrollo de sistemas de barras y surcos. Estas barras funcionan estacionalmente remontando desde el *shoreface* para adosarse en pocos días al *foreshore* adosándose a la parte alta de la playa en el frente del acantilado. En invierno, cuando coinciden las mareas meteorológicas con pleamares vivas el nivel del mar alcanza la base de los acantilados y permite al oleaje de tormenta dismantelar las barras depositadas durante el buen tiempo y transportar la arena hacia el *shoreface*. En estas condiciones el oleaje puede incluso atacar y erosionar el frente acantilado del sector noroeste incorporando al sistema importantes volúmenes de arena desde las unidades pleistocenas de carácter arenoso. Durante estos periodos el afloramiento rocoso que contiene las huellas puede encontrarse expuesto y ser erosionado en algunas condiciones dinámicas, mientras que en otras permanece bajo espesores significativos de arena (Morales et al. 2024). Por otra parte, en el sector sureste, urbanizado, el oleaje de temporal puede atacar el paseo marítimo, de tal forma que es recurrente que éste tenga que ser reconstruido por las autoridades locales.



**Fig. 2.** A) Esquema de distribución de lóbulos sedimentarios y zonas erosivas en la zona de estudio. B) Vista panorámica del final de uno de los lóbulos sedimentarios (en primer plano) y el comienzo de una zona erosiva (en la distancia).

Por otra parte, el perfil de las playas en este tramo costero está sujeto a migración hacia el este de lóbulos sedimentarios y entrantes erosivos (Fig. 2) que se alternan a lo largo de la playa (Morales et al., 2018). El desplazamiento de estos lóbulos se produce gracias a la deriva litoral y supone un tránsito sedimentario de grandes volúmenes de arena hacia la flecha de Doñana.

### **3. Metodología**

El conocimiento preciso de la dinámica litoral de este tramo costero ha sido publicado por los autores de este trabajo en artículos anteriores y se ha utilizado como fundamento para realizar una propuesta de actuación. En otros tramos de litoral onubense se ha puesto de manifiesto la importancia de la existencia de un cordón de dunas para la flexibilización estacional del perfil de playa (Morales et al., 2018). De ahí que la propuesta se base en las soluciones naturales ante los fenómenos de erosión e incluya la reconstrucción de una duna en el frente costero de la zona urbanizada. Para la propuesta del perfil de la duna en este tramo se han establecido los perfiles topográficos des dunas frontales en 6 playas de la costa de Huelva que no presentan problemas de erosión continuada (Isla Canela, Islantilla, Nueva Umbría, La Bota, Punta Umbría y Doñana). Los perfiles se levantaron con una estación total Nikon DTM 332. El sedimento de esas dunas fue caracterizado granulométricamente por tamizado. Con estos datos se ha establecido un perfil topográfico medio, y una granulometría característica que son los que se incluyen en esta propuesta.

### **4. Propuesta de actuación**

Teniendo en cuenta la dinámica descrita y el desplazamiento de los lóbulos sedimentarios hacia el sureste a lo largo de la costa, la amenaza de erosión en los dos tramos de playa estudiados (natural y urbano) resulta ser circunstancial y tiene un carácter cíclico. De tal forma que un tramo de playa erosivo puede pasar a ser acumulativo en dos circunstancias. La primera de ellas puede suceder cuando uno de los lóbulos lo ocupa migrando desde el noroeste. La segunda sucede cuando un temporal ataca el frente acantilado haciéndolo retroceder introduciendo en el sistema importantes volúmenes de arena que son distribuidos por la playa en forma de barras sedimentarias. Por razones obvias, esta segunda posibilidad no puede suceder en el tramo urbano de la playa.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que en el tramo urbano, la construcción de un peine de espigones ha favorecido la dinámica transversal frente a la longitudinal según los estudios de Sedrati y Morales (2017). La presencia de estos espigones puede ser negativa, ya que dificultará el tránsito longitudinal entre los diferentes segmentos de playa cuando se produzca la llegada de uno de los lóbulos sedimentarios al sector urbano de la playa. La propuesta de actuación presentada en este trabajo recomienda eliminar estos espigones.

Sin embargo, durante los momentos en que los lóbulos sedimentarios están ausentes, seguiría existiendo un riesgo elevado de que, tanto el afloramiento con las huellas humanas pleistocenas situado en el tramo natural, como el paseo marítimo del tramo urbano sean atacado por las olas durante los temporales. Este escenario requiere una gestión adecuada con actuaciones concretas.

El tramo natural es el que presenta un problema más complejo de gestión, pues las actuaciones a adoptar dependerán del tipo de protección que se pretenda dar al afloramiento patrimonial. En el caso de pretender mantenerlo expuesto y visitable se requeriría una eliminación permanente de la cobertura sedimentaria. Esta opción presenta el inconveniente de exponer las huellas al oleaje que podría erosionarlas y destruirlas. Por lo tanto, la opción tendría que venir acompañada de la construcción de un recinto permanente que evitase la inundación marina de las mismas y la actuación del oleaje sobre ellas. Este recinto tendría que cumplir además el requisito de no interrumpir la deriva litoral para que el tramo de playa subsiguiente no se viera afectado por esta interrupción. Técnica y económicamente, esta opción se nos antoja bastante inviable. La opción que parece más factible para su protección sería la cobertura con arena de playa, que protegería permanentemente el afloramiento de la erosión; aunque este caso tendría el inconveniente de que las huellas no serían visibles. La caída del acantilado en los temporales de 2021 hizo que esta sea la situación actual. En un futuro, cuando esta

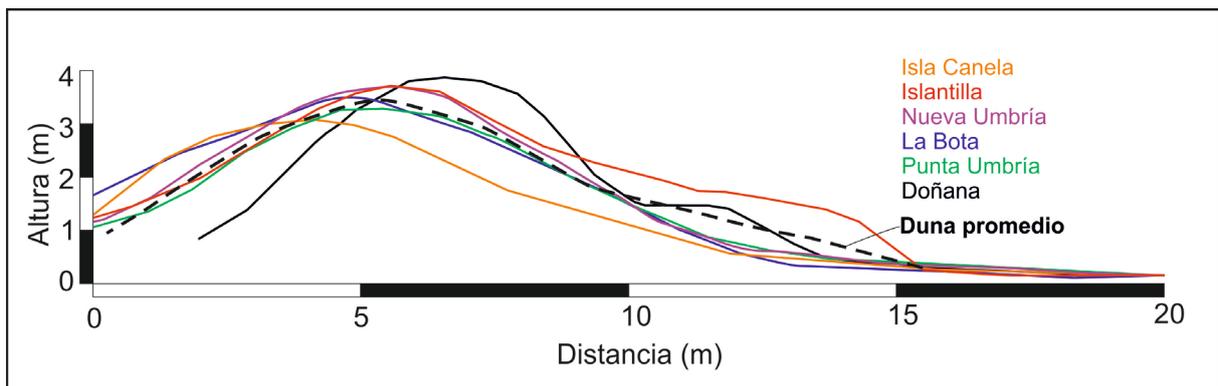
zona presente de nuevo un déficit de arena y las huellas vuelvan a quedar expuestas, sería recomendable un aporte artificial de arena que vuelva a cubrir y proteger el afloramiento.

En el tramo urbano, es la ausencia de un cordón dunar la que deja expuesto el paseo marítimo a los temporales. En este caso la propuesta de actuación sería la reconstrucción del sistema dunar con aportación de arena, plantación de vegetación psamófila, cierre con postes y cuerdas de todo el ámbito dunar y creación tras las dunas de un paseo de madera con pasos elevados para alcanzar la playa por encima del sistema dunar (Fig. 3).



**Fig. 3.** Propuesta de actuación en el frente urbano de la playa de Matalascañas.

Se propone reconstruir una duna con el perfil promedio de las playas onubenses que no presentan problemas de erosión continuada (Fig. 4). La granulometría de los sedimentos cuya utilización se propone es la granulometría característica de todas las dunas estudiadas, compuesta por arena bien clasificada de tamaño medio a fino.



**Fig. 4.** Perfiles topográficos de las dunas estudiadas y perfil promedio propuesto para la reconstrucción del cordón dunar en la primera línea de la playa urbanizada de Matalascañas.

Esta actuación es conforme a la propuesta reciente de Zainuddin et al. (2024), y también es similar a la adoptada en 2014 por el Area Metropolitana de Barcelona con buenos resultados (Palacios, 2019). Todo el conjunto debería de ir acompañado de paneles de señalización e información.

## 5. Agradecimientos

Este trabajo es resultado del proyecto de Investigación 2993/2023, "Caracterización, seguimiento y control del yacimiento de icnitas humanas en el Espacio Natural de Doñana: un reto ante el Cambio Global", concedido por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales. El equipo de investigación que redacta este trabajo disfruta de un convenio de colaboración con el Ayuntamiento de Almonte (Huelva).

## 6. Referencias

- Davis, R.A. & Hayes, M.O. (1984). What is a wave-dominated coast? *Marine Geology*, 60: 313-329. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90155-5](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90155-5)
- Mayoral, E., Díaz-Martínez, I. & Duveau, J. et al. (2021): Tracking late Pleistocene Neandertals on the Iberian coast. *Scientific Reports*, 11: 4103. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83413-8>
- Mayoral, E., Duveau, J., Santos, A., et al. (2022): New dating of the Matalascañas footprints provides new evidence of the Middle Pleistocene (MIS 9-8) hominin paleoecology in southern Europe. *Scientific Reports*, 12: 17505. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22524-2>
- Morales, J.A., Rodríguez Ramírez, A. & Sedrati, M. (2018). Beaches of Huelva. In: Morales, J.A. (Ed). The Spanish Coastal Systems: Dynamic Processes, Sediments and Management. Springer Nature. Heidelberg, pp. 335-359.
- Morales, J.A., Rodríguez Ramírez, A., Mayoral, E., et al. (2024). Dinámica sedimentaria de playa sobre un afloramiento patrimonial del Pleistoceno: la superficie de pisadas de El Pichilín (Almonte, Huelva). En este mismo libro de actas.
- Muñoz Pérez, J.J., Lopez de San Roman-Blanco, B., Gutierrez-Mas, J.M. & Moreno, L. (2001). Cost of beach maintenance in the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Coastal Engineering*, 42(2):143-153. [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(00\)00054-5](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(00)00054-5)
- Palacios, D. (2019). La erosión en las playas del Área Metropolitana de Barcelona. La perspectiva del gestor. X Jornadas de Geomorfología Litoral. Libro de Ponencias. 101-104.
- Rodríguez-Ramírez, A., Ruiz, F., Cáceres, L.M., Rodríguez-Vidal, J., Pino, R. & Muñoz, J.M. (2003). Analysis of the recent storm record in the south-western Spain coast: implications for littoral management. *The Science of the Total Environment* 303, 189–201. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00400-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00400-X)
- Sedrati, M. & Morales, J.A. (2017). Efecto de los espigones transversales en la dinámica de las playas disipativas con barras: Ejemplo de Matalascañas, Huelva. *Geo-Temas*, 17: 239-242.
- Zainuddin, S.N.H., Ariffin, E.H., Taslin, P.N.A. et al. (2024). Sand dune restoration as sustainable natural architectural design for coastal protection along seasonal storm-prone beach. *Results in Engineering*, 22: 102149. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102149>