



García-Lozano, C. Roig-Munar, F.J. Pintó, J. 2020. From the environmental recovery of beach-dune systems in a period of confinement by COVID-19, to the return of the malpractice in beach management after confinement. The cases of Catalonia and the Balearic Islands, Spain. *Revista Costas*, 2(1): 287-304. doi: 10.26359/costas.2202

Special Section: Covid 19 / Sección Especial: Covid 19 / Sección Especial: Covid 19

De la Recuperación Ambiental de Sistemas Playa-Duna en Período de Confinamiento por COVID-19, al Retorno de la Mala Praxis de Gestión de Playas en Período de Desconfinamiento. Los Casos de Cataluña y las Islas Baleares, España

From the Environmental Recovery of Beach-Dune Systems in a Period of Confinement by COVID-19, to the Return of the Malpractice in Beach Management after Confinement. The Cases of Catalonia and the Balearic Islands, Spain

Carla García-Lozano¹, Francesc Xavier Roig-Munar², Josep Pintó¹

e-mail: carla.garcia@udg.edu

¹ Laboratorio de Análisis y Gestión del Paisaje de la Universidad de Girona. / josep.pinto@udg.edu

² Investigador independiente y gestor ambiental. xiscoroig@gmail.com

Keywords: Beach management, mechanical actions, tourism, Catalonia, Balearic Islands.

Abstract

The current sanitary crisis caused by the rapid expansion of the COVID-19 disease offered the possibility of giving respite to the dune systems and allowing their natural regeneration after the effects of the storm Gloria. This storm affected the Levantine and Balearic coast between January 21 and 23, and when some systems began to recover, the hard management of the coast, compromised again the integrity of the dune systems. The urgency to have the systems “ready” for consumption and exploitation moves away from the concept of sustainable tourism management and does not contribute to adaptation to climate change. In this work, we point out some management actions on emerged beaches that have taken place during the lockdown and deconfinement. We focus on three man-

Submitted: Auguste 2020

Accepted: December 2020

Associate Editor: Marinez Sherer

agement actions that reveal malpractice, such as levelling and mechanical cleaning, the construction of breakwaters and the removal of *Posidonia oceanica*. For this, several case studies that represent some of the most well preserved beach-dune systems in Catalonia and the Balearic Islands have been chosen.

Resumen

La actual crisis sanitaria causada por la rápida expansión de la enfermedad COVID-19 brindaba la posibilidad de dar un respiro a los sistemas dunares y permitir su regeneración natural después de los efectos del temporal Gloria. Este temporal afectó el litoral levantino y balear entre los días 21 y 23 de enero, y cuando algunos sistemas empezaban a recuperarse, la mala gestión del litoral comprometió de nuevo la integridad de los sistemas dunares. La urgencia para tener los sistemas “preparados” para su consumo y explotación una vez empezado el desconfinamiento, se aleja del concepto de gestión del turismo sostenible, y de las hipótesis de cambio, siguiendo con una gestión litoral que no contribuye a la adaptación frente el cambio climático.

En este trabajo se cuestiona algunas actuaciones de gestión en playas emergidas que han tenido lugar durante el confinamiento y desconfinamiento. Nos centramos en tres acciones de gestión que ponen en evidencia la mala praxis, como son: la nivelación y la limpieza mecánica, la construcción de rompeolas y la retirada de *Posidonia oceanica*. Para ello, se han escogido varios casos de estudio que representan algunos de los sistemas playa-duna mejor conservados de Cataluña y de las Islas Baleares.

Palabras clave: Gestión de playas, actuaciones mecánicas, turismo, Cataluña, Baleares.

1. Sistemas playa-duna y su gestión

El sector de playa alta, comprendido entre la playa sumergida y la primera línea de dunas delanteras, incluye procesos de carácter terrestre, marino y eólico, manifestados en la dinámica litoral, con la evidencia más clara del desplazamiento de la arena y la formación de estructuras dunares (Short & Hesp, 1982; Psuty, 1988; Bird, 2008; McLachlan & Defeo, 2018). En la mitad superior de esta zona, en una situación inalterada, se dan las primeras plantas psamófilas, vegetación que da lugar a la creación de las primeras dunas embrionarias y efímeras, para pasar al primer cordón dunar, *foredune*, que se encuentra en contacto con la parte alta de la playa. La arena procedente de la playa es atrapada y retenida por la vegetación, por lo que cualquier alteración de la estructura morfológica de playa y de la comunidad vegetal provoca su movilización, e incluso su desaparición como forma. El cordón dunar constituye una importante reserva de sedimento, para garantizar el equilibrio y la estabilidad del conjunto del sistema playa-duna, ya

que ejerce un equilibrio entre los sectores emergido y sumergido.

En muchos sectores costeros se han destruido las morfologías dunares en beneficio de grandes promociones residenciales o complejos turísticos, mientras que otros sectores, simplemente se han eliminado las morfologías para proporcionar vistas al mar a los visitantes que buscan disfrutar de todos los beneficios de primera línea de mar desde la zona urbana (Pintó *et al.*, 2018; Garcia-Lozano, 2019).

En algunas costas urbanizadas las morfologías dunares no han sido completamente eliminadas, sino que se ha reducido su anchura y se ha conservado un cordón efímero y relicto que no responde a su estructura y morfología natural, generalmente de escasa potencia, estrecho, rectilíneo y paralelo a las viviendas. En estos casos, las consecuencias también son notables en cuanto la alteración de la morfodinámica natural de la zona litoral activa. La presión urbanística limita el emplazamiento natural de las

dunas, lo que restringe el espacio de regeneración natural de las playas en episodios de temporales y acelera la erosión (Bird, 2008; McLachlan & Defeo, 2018; Sytnik & Stecchi, 2014).

El pisoteo, la frecuentación de los usuarios y la preparación de la playa para el uso turístico y recreativo son un elemento clave en la degradación dunar ya que altera su dinámica funcional y ecosistémica (Perry & de Miel, 1995; Curr *et al.*, 2000; Brown & McLachlan, 2002; Defeo *et al.*, 2009; de Luca *et al.*, 2011; Nordstrom, 2000; Nordstrom *et al.*, 2011). Las consecuencias más evidentes derivadas de la elevada frecuentación son la alteración de la flora y fauna, la compactación del suelo y la erosión por eliminación de cobertura vegetal, y apertura de senderos, originando erosión de las formas dunares.

En las playas urbanas o en playas de elevado uso turístico o elementos naturales de promoción turística humanizadas, la gestión está enfocada a potenciar la experiencia recreativa de los usuarios, más que asegurar la coexistencia de las diferentes funciones del sistema playa-duna: recreativa, de protección y naturales (Ariza, 2011; Ariza *et al.*, 2010; Lozoya *et al.*, 2014; Williams & Micallef, 2009; Yepes, 2002). Este enfoque desproporcionado, desnaturalizado y temporal, circunscrito a la temporada de uso y explotación, ha derivado en una degradación y desaparición generalizada del sistema dunares y de sus valores morfológicos, estéticos y paisajísticos (Ariza

et al., 2008; Fabbri, 1990; Roig-Munar *et al.*, 2012, 2019; Valls *et al.*, 2017; Williams & Micallef, 2009). Estas actuaciones antrópicas, amparadas en gestión y planificación, están orientadas a inmovilizar a corto y medio plazo el sistema playa-duna para evitar su avance tierra adentro y evitar la fuga de material sedimentario a lo largo de la costa (Nordstrom, 2000). Pero a largo plazo, la rigidez del sistema y la falta de cabida de usos, acaba erosionando aún más la playa y la vierte en la regeneración artificial sistemática para su subsistencia, provocando sistemas dependientes de actuaciones artificiales de alimentación de arena y/o de fijación.

La gestión de los sistemas playa-duna en España, desde la Ley de Costas de 1988 modificada en 2013 (BOE, 2013), considera las morfologías dunares parte del dominio público marítimo-terrestre. Ley que protege las dunas explícitamente y delega su gestión a las autoridades locales y regionales bajo la supervisión del Estado. El Estado, además, y a través de la Dirección General de Costas, tiene las competencias exclusivas para regenerar las playas y/o planificar infraestructuras de protección, entre otros. Mientras que los ayuntamientos tienen reservada la elaboración del plan de usos de las playas con respecto a las instalaciones de servicios y equipamientos de temporada de verano, las tareas de vigilancia y salvamento, y la limpieza de playas para garantizar unas condiciones de saneamiento establecidas por ley.

2. Playas, economía y COVID-19

El turismo, desarrollado de manera adecuada como actividad económica, puede contribuir al mantenimiento de estructuras socio-territoriales equilibradas. En cambio, se ha convertido en una industria turística a partir de la mercantilización del tiempo de ocio. La producción de espacios de explotación turística intensiva ha derivado en situaciones de saturación y

degradación (Murray, 2013). La aglomeración o litoralización del turismo de masas, responde a modelos de producción industrial del espacio, con elevadas rentabilidades extraídas de su prestación como servicios. En las circunstancias de confinamiento asociadas al COVID-19 se han limitado las actividades turísticas y recreativas asociadas al medio litoral are-

noso, afectando de forma positiva a la recuperación de los hábitats litorales, los cuales han recuperado de forma parcial su dinámica y forma e incluso su mejora como hábitats (Forteza *et al.*, 2020).

La COVID-19 ha provocado una crisis sanitaria, que ha llevado a una crisis económica, especialmente en el sector turístico deriva de una excesiva dependencia del litoral como producto turístico donde gravita gran parte de la economía en áreas litorales. La crisis sanitaria ha puesto en evidencia la fragilidad del sistema económico de monocultivo turístico litoral hasta el punto de calificar estos espacios de “zona cero” de la crisis, especialmente las islas Baleares, islas Canarias y el litoral mediterráneo peninsular. En España, la mayor parte de los turistas se alojan en destinos de costa: más del 80% de los visitantes internacionales y más del 50% de los nacionales (IET, 2013). Desde 2010, el crecimiento del sector turístico en el PIB español está por encima del conjunto de la economía, siendo desde entonces, el principal impulsor económico y alcanzando sus máximos niveles de participación en 2018 con un 11,8% (EXCELTUR, 2019).

En el caso de la industria turística, si por normalidad nos referimos a la situación previa a la crisis sanitaria, cabría preguntarse si su recorrido futuro muestra un escenario indeseable en términos de sostenibilidad de sistemas playa-duna, siguiendo la tendencia pre COVID-19. La industria turística y la defensa de su vertiente productiva ha obviado los resultados de recuperación y renaturalización de los sistemas naturales en época de confinamiento, que son la base donde pivota la industria turística, los sistemas arenosos, forzando, conjuntamente con la administración, al retorno de gestiones de playas que suponen procesos continuos de erosión, amparándose en una crisis económica sin una visión de consecuencias territoriales, aunque las previsiones de uso de playas eran escasas, e institucionalizando una

desidia de gestión territorial con causas de carácter erosivo.

Para promover alianzas estratégicas y mejorar el papel de una actuación sostenible resiliente, es necesario crear conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en las políticas de desarrollo a largo plazo. Por tanto, es imprescindible reconsiderar la “normalidad” previa a la crisis y aprovechar este tránsito en la desescalada para reconvertir la gestión y planificación sobre ámbitos naturales frágiles y dinámicos ambientalmente. La crisis del COVID-19 ha conllevado un decrecimiento forzado de la industria turística mundial. Hace solo unos pocos meses, los debates sobre la llamada “saturación turística” (*overtourism*) abundaban en los medios de comunicación, en relación con la presencia de un número cada vez mayor de turistas en destinos en todo el mundo, que provocaba conflictos y quejas de los residentes. Actualmente se buscan escenarios similares previos a la crisis.

La escala y las implicaciones de la desaceleración del turismo son elevadas. La Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas afirma que el turismo representa el 10 % del PIB mundial. El *World Travel and Tourism Council* pronostica que la recesión provocada por la pandemia del COVID-19 finalmente podría hacer desaparecer 50 millones de empleos turísticos en todo el mundo, con pérdidas para la industria estadounidense por un total de 24 mil millones de dólares. A pesar del alto coste que está teniendo en términos económicos y sociales, la crisis de COVID-19 ha hecho disminuir sustancialmente, y de forma temporal, muchos de estos impactos y de forma muy rápida. Por lo tanto, necesitamos usar este momento para planificar de manera proactiva la reducción del impacto geoambiental del turismo, más allá de la crisis actual y como parte de un programa general de diálogo entre medio y turismo.

3. Gestión de playas en período de confinamiento y desconfinamiento en Cataluña y en las Islas Baleares

La actual crisis sanitaria brindaba la posibilidad de rediseñar escenarios para un turismo más sostenible de resiliencia territorial de ámbito litoral, fundamentada en la complementariedad de las actividades socioeconómicas y su relación territorial y conectividad ecológica. En esta resiliencia turístico-territorial era necesario contemplar la biodiversidad en tiempos actuales, teniendo presente las tendencias y escenarios de cambio climático. Lejos de esto, algunos gobiernos y autoridades locales han priorizado, una vez más, la adecuación mecanizada y la erradicación de formas recuperadas en época de confinamiento, del sistema playa-duna para hacer de estos escenarios de explotación y disfrute recreativo. Muchas eran las voces que planteaban la desescalada del confinamiento como un excelente escenario de cambio en la gestión de enclaves como los sistemas playa-duna.

Pero la urgencia para tener los sistemas “preparados” para su consumo y explotación, aun no disponiendo de datos de su potencial usos recreativo ni planes de apertura de plantas hoteleras, se aleja del concepto de gestión del turismo sostenible, y de la posible y deseada reducción de su impacto sobre destrucción de morfologías y hábitats, y de su reducción a la contribución a la adaptación del cambio climático.

Incluso el Ministerio de Sanidad (2020) recomendaba una serie de buenas prácticas como evitar la realización de obras y la aplicación de hormigón u otros materiales para la fijación de elementos de distanciamiento social sobre la arena, siendo preferible la instalación manual y evitándose el paso de maquinaria por zonas sensibles tales como sistemas dunares. En ningún caso se permitía la invasión de hábitats sensibles, tales como sistemas dunares, con

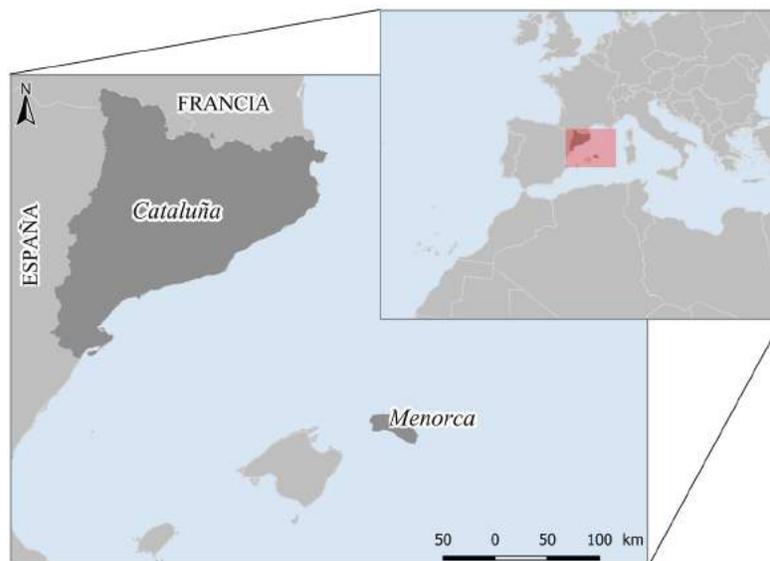


Figura 1. Localización de Cataluña y Menorca. Fuente: datos disponibles en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya y en Open Street Map

Figure 1. Location of Catalonia and Menorca. Source: data available at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya and on Open Street Map

el fin de aumentar la superficie de ocupación por los usuarios de la playa. Dicha guía desaconsejaba la desinfección de la arena de la playa, así como recomendaba el uso de máquinas específicas de limpieza de playas, adaptadas a la granulometría en cada caso, y con sistemas de cribado o tamizado de la arena para mayor eficiencia en la recogida de pequeños residuos, frente a máquinas basadas en el arrastre, que pueden ocasionar el enterramiento de los residuos de menor volumen.

En este trabajo se han tomado como referencia algunos ejemplos de mala gestión aplicada en sistemas playa-duna bien conservados de la costa catalana y de las islas Baleares. A continuación, se muestra a través de casos de estudio como distintas acciones de gestión en la playa emergida (la nivelación y la limpieza mecánica, la construcción de rompeolas y la retirada de *Posidonia oceanica*) se ha llevado a cabo durante el confinamiento comprometiendo severamente, y de nuevo, el equilibrio del perfil playa-duna y poniendo en riesgo el estado ecomorfológico dunar recuperado en la fase de confinamiento.

Nivelación y limpieza mecánica de playas

La nivelación y limpieza mecánica de las playas emergidas tiene un objetivo tan poco claro como asumi-

ble. La mayor parte de máquinas que se usan para “limpiar” las playas tienen un efecto negativo en el medio litoral, tanto por lo que respecta a los residuos sólidos (que suele enterrarlos más que retirarlos), como respecto a la flora y fauna que albergan las playas, y la destrucción de sus formas dunares. A uno le cuesta de imaginar que las máquinas como las que se muestran en la figura 2 sean capaces de retirar algún tipo de residuo, más allá de enterrarlo para eliminarlo únicamente de la vista de los bañistas.

En relación a la biodiversidad, son todos los habitantes de la playa los que se ven perjudicados por los efectos de estas máquinas. La flora incipiente de la playa alta tiene una función primordial en la formación dunar y, por lo tanto, en el equilibrio del sistema playa-duna, y son eliminadas tras el paso de tractores con acoples específicos para playas (que es menos frecuente por su elevado coste). Las puestas de aves protegidas, como las del chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), se ubican justamente en el medio de la playa, con lo que dichas aves pierden numerosas puestas anualmente. También los animales más discretos y desapercibidos, como coleópteros u otros insectos, son fatalmente afectados por el paso de las máquinas.



Figura 2. Nivelación mecánica de la playa de Sant Pere Pescador. Los barjanes son destruidos de forma artificial cuando llega la temporada de verano a pesar de presentar un gran valor geomorfológico. Fuente: Empresa de servicios Can Pipa (Girona, Cataluña)

Figure 2. Mechanical leveling of the Sant Pere Pescador beach. The barjanes are artificially destroyed when the summer season arrives despite having great geomorphological value. Source: Can Pipa service company (Girona, Cataluña)

En relación a la topografía y morfología de la playa, la adecuación de la playa para el uso turístico y recreativo mediante la limpieza y nivelación de la playa seca se sitúa entre una de las causas más importantes de la destrucción dunar (Roig-Munar, 2004). La eliminación constante de las dunas embrionarias en el extremo interior de la playa impide el desarrollo de cordones dunares, al tiempo que desestabiliza la dinámica de intercambio de sedimento entre la playa-duna (McLachlan & Defeo, 2018; Pilkey *et al.*, 2011), y reactiva la dinámica eólica dando lugar a importantes pérdidas de sedimento más allá de la forma playa-duna (Roig-Munar, 2011). Finalmente estas actuaciones no mejoran la estética paisajística de las playas, y estandarizan su imagen en todos los espacios turísticos litorales. El pretexto de mecanización de playas incluso está justificado por la etiqueta Bandera Azul (Roig-Munar *et al.*, 2017), a pesar de que son muchas las voces que desaconsejan actuaciones sin criterio, una playa natural es mucho más atractiva paisajísticamente que una playa allanada de forma mecánica, donde no hay ni rastro del efecto de las olas ni el viento en la arena de la playa emergida, elementos estéticos intrínsecos en el paisaje litoral arenoso. Una playa nivelada, no es una playa, es un arenal artificial preparado para su explotación y asociado a una imagen o concepto mercantilizado de la imagen de playa en buenas condiciones. Algunos pueden considerar que es básico y fundamental la nivelación para facilitar el acceso de los usuarios hasta primera línea de mar, ya que el andar puede ser más placentero que en una playa pisoteada con anterioridad por decenas o cientos de personas. Si bien es cierto, también es absurdo a la vez, puesto que se podría equiparar con realizar escaleras con barandilla para acceder a los rincones más altos del planeta.

Así pues, los objetivos de las máquinas, que es limpiar, dejar bonita y accesible la playa, no solo no se alcanzan, sino que perjudican la integridad del sistema playa-duna, lo que compromete, a su vez, la

perdurabilidad de la playa como recurso turístico y recreativo.

Las playas de Sant Pere Pescador (Costa Brava, Cataluña)

En el litoral del Alt Empordà encontramos formas dunares de tipo barjanoide y morfologías de tipo *fo-redunes* de la playa alta. El cordón litoral actual es una formación de naturaleza predominantemente arenosa, casi rectilínea y continua, desde Roses hasta l'Escala, únicamente interrumpida por las desembocaduras de los ríos Muga y Fluvià (figura 3). La playa, en sentido topográfico, queda muy minimizada por el cordón de dunas móviles hacia el S y un cordón paralelo de formas dunares. En general, el límite es poco preciso y cambiante a lo largo del año, como lo es la morfología de todo el cordón litoral. Las dunas móviles están bien desarrolladas al S de la desembocadura del río Fluvià, debido al cambio de orientación de la línea de costa, que pasa a ser de N-S, ligeramente arqueada hacia el S-SE (figura 3). Esta orientación permite a los vientos de tramontana (N) construir uno de los sistemas dunares móviles más importantes del estado español (García-Lozano, 2019).

Las formas barjanoides son las menos representadas en Cataluña, siendo el sector litoral de Sant Pere Pescador uno de los pocos que presentan barjanes libres en la costa catalana (García-Lozano, 2019). Morfológicamente los barjanes son formas dunares móviles sin colonización vegetal y en forma de media luna con los brazos a sotavento respecto a los vientos dominantes.

La playa de Sant Pere Pescador se encuentra protegida por la figura de Parque Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (Ley 21/1983, de 28 de octubre), donde se especifica la protección de la zona dunar en el perímetro protegido (figura 2). La Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, artículo 115 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, tiene por objetivo

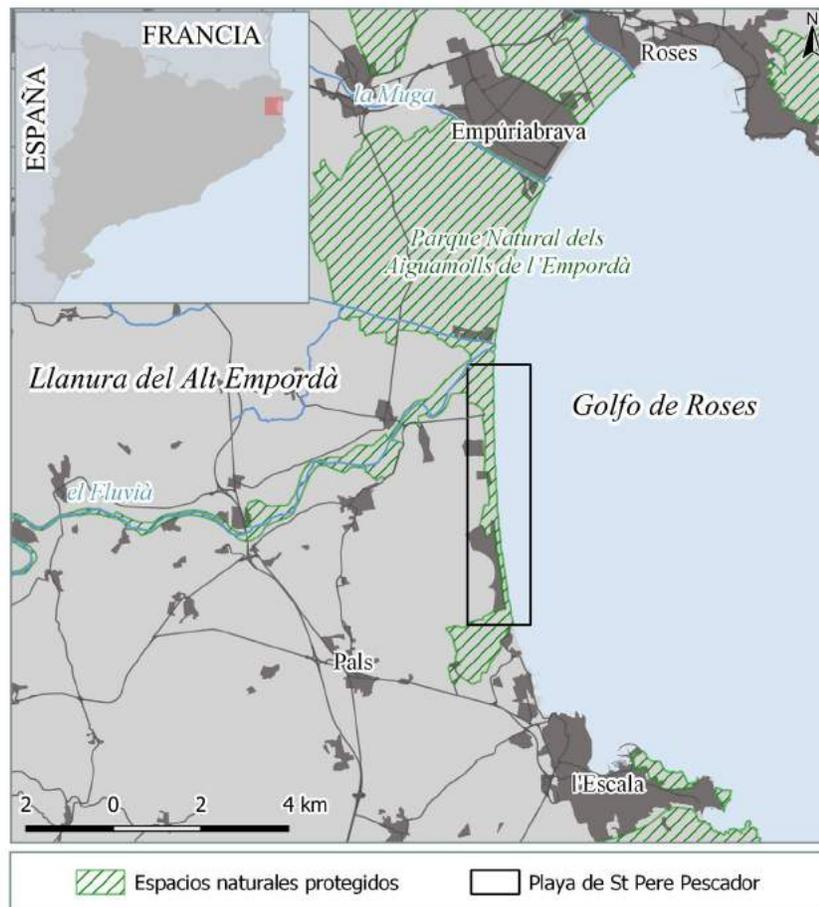


Figura 3. Localización de la playa de Sant Pere Pescador. Fuente: datos disponibles en el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya y en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Figure 3. Location of Sant Pere Pescador beach.. Source: data available at the Department of Territory and Sustainability of the Generalitat de Catalunya and at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

asegurar la integridad y adecuada conservación de los sistemas dunares, adoptando, las medidas de protección y restauración necesarias, y regular el uso racional de estos bienes de acuerdo con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico.

El desarrollo natural de las morfologías barjanes del Alt Empordà pasan por ciclos naturales que Marqués y Julià (1988) establecieron en tres fases, que comprenden desde su destrucción a su reactivación,

donde partiendo de un estadio natural de trenes bien formados de morfologías barjanoides, podemos encontrar:

- En un primer estadio los temporales de levante desplazan el agua de mar a través de los canales transversales que forman los barjanes hasta inundar la playa alta, cambiando la morfología de las dunas móviles hasta allanarse y perder parcial o totalmente su morfología y potencia. Durante estos episodios de temporal a lo largo de las zonas

de interdunares se canalizan flujos de agua marina que atraviesan perpendicularmente el cordón dunar, y alimentan las lagunas de agua salobre de la zona de marismas (Figura 4A). Cuando el agua acumulada en la depresión situada detrás de la playa alta se seca, se forma una costra salina que dificulta la formación de *foredune* entre la playa y las marismas.

- Al finalizar el período de levante, los fuertes vientos del N inician nuevamente la fase de reactivación de sedimentos y formación dunar. Es en este segundo estadio donde tienen lugar la formación inicial de las morfologías barjanoides (figura 4B).

- Finalmente, la tercera fase se da cuando se alcanza el máximo desarrollo de los barjanes, que se orientan de norte a sur siguiendo la dirección de los vientos dominantes, que pueden alcanzar alrededor de los 4 m de potencia (figura 4C).

A pesar de su importancia desde el punto de vista geomorfológico, la playa de Sant Pere Pescador es habitualmente gestionada por máquinas de limpieza y nivelaciones mecánicas que eliminan las morfologías dunares incipientes de playa alta y las morfologías barjanoides típicas de la zona (figura 5B). En la actualidad los ciclos de formación y destrucción de los barjanes se ve fuertemente alterado por la acción antrópica, hasta el punto que actualmente no se alcanzan las dimensiones de 4 m de potencia descritos por Marqués y Julià (1988).



Figura 4. Barjanes en la playa de Sant Pere Pescador y morfologías asociadas. A) Destrucción de los barjanes e inundación de la depresión post-playa durante un temporal de levante. B) Costra salina formada con la evaporación del agua en la depresión situada en la playa alta. C) Tren de barjanes en la fase 3 según la clasificación de Marqués y Julià (1988) en la playa de Sant Pere Pescador.

Fuente: A y C) Fotografías tomadas el 2014 por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya;
B) Fotografía tomada por Carla Garcia-Lozano en verano de 2018.

Figure 4. Barjanes on Sant Pere Pescador beach. A) Destruction of the barkhans and flooding of the upper beach depression during a storm. B) Salt crust formed with the evaporation of water in the depression located on the upper beach. C) Line of barkhans in phase 3 according to Marqués and Julià (1988) classification at Sant Pere Pescador beach.

Source: A and C) Photographs taken in 2014 by the Department of the Environment of the Generalitat de Catalunya;
B) Photograph taken by Carla Garcia-Lozano in summer 2018.



Figura 5. Playa de Sant Pere Pescador el 20 de febrero (A) y el 10 de junio (B) de 2020. La imagen de febrero muestra la reactivación de los procesos eólicos tras los efectos del temporal Gloria, tormenta que tuvo lugar entre los días 21 y 23 de enero. La imagen B muestra claramente cómo la acción mecánica ha destruido las morfologías dunares incipientes de la playa alta, así como las dunas barjanoides típicas de la zona. Fuente: A - Fotografía tomada por Carla García-Lozano; B - Fotografía cedida por Albert Burgas

Figure 5. Sant Pere Pescador beach on February 20 (A) and June 10 (B) 2020. The image of February shows the reactivation of wind processes after the effects of the Gloria storm, that took place between the 21st and January 23. Image B clearly shows how mechanical action has destroyed the incipient dune morphologies of the high beach, as well as the typical barkhan dunes of the area. Source: A - Photograph taken by Carla García-Lozano; B - Photograph courtesy of Albert Burgas.

La playa dels Muntanyans (Costa Daurada, Cataluña)

La playa dels Muntanyans está situada en los municipios de Torredembarra y Creixell (figura 6) y, en sus más de 2 km de longitud, cuenta con el único sector de dunas y marismas situado entre el delta del Ebro y el delta del Llobregat. Es el sistema dunar mejor conservado desde un punto de vista ecológico y morfológico de toda Cataluña después del delta del Ebro (García-Lozano, 2019). Desde un punto de vista ambiental son multitud los trabajos de ámbito local que remarcan y valorizan las numerosas particularidades del entorno, sobre todo aquellos que se centran en una óptica botánica y paisajística (Gil, 2005; Gual, 1996; Perdígó & Papió, 1985; Pintó, 1999).

Actualmente, el sistema de els Muntanyans forman parte del catálogo de espacios PEIN (Protecció d'Espais d'Interès Natural), pero lejos de proteger el espacio, el ayuntamiento de Torredembarra, mediante el Plan Parcial Platja de Torredembarra, ha promovido el desarrollo de viviendas en la zona.

La playa dels Muntanyans no estaría entre las mejores conservadas de Cataluña si las medidas de

gestión no fueran ejemplares. En este sentido, cabe destacar la implementación de pasos aéreos (figura 7A) a través de las zonas húmedas que han favorecido la conservación de la biodiversidad y de los distintos ambientes. El flujo de personas no sólo se regula a través de los pasos elevados, sino que los más de 2 km que forman el sistema dunar están delimitados por un acordonamiento que limita la zona de uso recreativo con el espacio natural asociado a su sistema dunar interno.

Si bien es cierto que la gestión del espacio dunar y de las marismas ha evitado su degradación, también hay que mencionar que la gestión enfocada a la explotación turística de la playa compromete severamente el equilibrio del sistema playa-duna. Nos referimos a su uso intensivo e inadecuado de las máquinas destinadas a limpiar y a nivelar la playa para su adecuación recreativa. A menudo, la frecuencia es más elevada de lo necesario y el espacio donde actúan sobrepasa el límite de la zona donde los usuarios ponen sus toallas. De hecho, los encargados de su limpieza llegan hasta el margen interior de la playa alta, donde el acordonamiento para la protección de las dunas pone freno

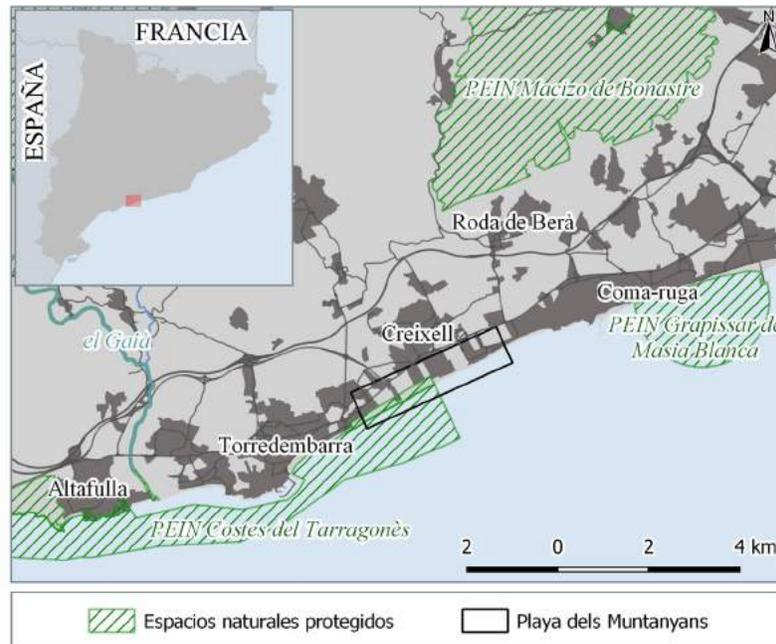


Figura 6. Localización de la playa dels Muntanyans. Fuente: datos disponibles en el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya y en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
Figure 6. Location of els Muntanyans beach. Source: data available at the Department of Territory and Sustainability of the Generalitat de Catalunya and at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

a la destrucción de formas efímeras, vegetación de playa y socavamiento de foredunes (figura 7C).

Construcción de rompeolas

Short e Hesp (1982) y Psuty (1988) inician el estudio de los intercambios de sedimento entre los sistemas emergidos y sumergidos playa-duna, y establecen que estas interacciones se suceden cuando los *onshore winds* trasladan sedimento en la playa alta hasta formar morfologías dunares, mientras que a su vez, las dunas *ceden* material a la playa cuando los vientos provenientes de tierra (*offshore winds*) trasladan el sedimento hasta la playa o bien cuando el oleaje sobrepasa sus límites ordinarios en episodios de temporales, incorporando material de la duna en la playa sumergida, formando de este modo una barra

sedimentaria o *offshore bar* (figura 8). La formación dunar tiene lugar cuando el balance sedimentario del sistema es positivo en el sector de playa alta y las condiciones topográficas lo permiten, es decir, cuando la duna recibe más volumen de arena procedente de la playa que lo que le cede en episodios de erosión. Esta zona fue definida por Tinley (1985) como “zona litoral activa” (*litoral active zone*), y su integridad se considera crítica para el equilibrio del sistema playa-duna, constituyendo un punto de fragilidad geoambiental a tener presente en la gestión (Roig-Munar *et al.*, 2019).

Los rompeolas suelen ser ubicados al final de una playa, justo en el espacio donde, de forma natural, se desarrollan las morfologías dunares, lo que compromete el equilibrio sedimentario entre las distintas



Figura 7. Playa dels Muntanyans en verano de 2019 (A), en abril de 2020 (B) y en julio de 2020 (C). La imagen de abril muestra la reactivación de los procesos eólicos tras los efectos del temporal Gloria, tormenta que tuvo lugar entre los días 21 y 23 de enero. Los restos vegetales situados en la playa alta ayudan a la recuperación natural del sistema dunar, restableciendo el perfil topográfico entre la playa y el cordón dunar. La imagen C muestra claramente cómo la acción mecánica ha destruido las morfologías dunares incipientes de la playa alta, con el fin de adecuar un espacio para el uso turístico-recreativo que los usuarios no suelen utilizar.

Fuente: A) Fotografía tomada por Carla García-Lozano en verano de 2018; B) Fotografía cedida por Ramon Ferré miembro del Grup d'Estudi i Protecció dels Ecosistemes Catalans (GEPEC) en abril de 2020; C) Fotografía tomada por Josep Pintó en julio de 2020.

Figure 7. Els Muntanyans beach in the summer of 2019 (A), in April 2020 (B) and in July 2020 (C). The April image shows the reactivation of the wind processes after the effects of the storm Gloria, a storm that took place between January 21 and 23. The vegetal remains located on the high beach help the natural recovery of the dune system, restoring the topographic profile between the beach and the dune ridge. Image C clearly shows how the mechanical action has destroyed the incipient dune morphologies of the upper beach, in order to adapt a space for tourist-recreational use that users do not usually use. Source: A) Photograph taken by Carla García-Lozano in summer 2018; B) Photograph courtesy of Ramón Ferré, member of the Catalan Ecosystem Protection and Study Group (GEPEC), in April; C) Photograph taken by Josep Pintó in July.

partes del sistema debido a la intervención constructiva. La implementación de un elemento artificial altera el balance sedimentario e impide la regeneración natural de la playa después de episodios de temporal. Con ello, la presencia de rompeolas supone una regresión continuada de las playas que no se pueden recuperar de forma natural después de la erosión natural de las olas, y elimina el reservorio natural de la playa alta. Los rompeolas protegen, aunque no siempre con demasiado éxito, los bienes y servicios que con poco acierto se han ubicado en primera línea del litoral. Pero, por contra, cambian la morfodiná-

mica y la fisonomía del paisaje litoral ya que se pasa de un estadio natural con sus períodos naturales de erosión y regeneración, a un paisaje artificial donde la presencia de la playa depende exclusivamente de regeneraciones artificiales.

La Platja Llarga de Tarragona (Costa Daurada, Cataluña)

La Platja Llarga de Tarragona, con sus aproximadamente 3 km de longitud, es la playa encajada (*pocket beach*) más larga de Cataluña. Está compuesta por arenas muy finas que favorecen la formación de cor-



Figura 8. Dinámica de la zona litoral activa donde se intercambia sedimento entre la playa y la duna durante los períodos de bonanza y temporales. Durante los temporales, el oleaje y los vientos provenientes de tierra o offshore winds erosionan la foredune y la playa y los materiales arenosos son depositados en la playa sumergida donde se forma una barra arenosa o offshore bar. En épocas de bonanza esta barra es devuelta a la playa emergida donde los vientos provenientes del mar (onshore winds) transportan parte de la arena a las dunas, contribuyendo así a mantener el equilibrio del sistema playa-duna.

Fuente: Modificado de Psuty (1988).

Figure 8. Dynamics of the active coastal zone where sediment is exchanged between the beach and the dune during calm and storm periods. During storms, the waves and the winds coming from land or offshore winds erode the foredune and the beach and the sandy materials are deposited on the submerged beach where a sandy bar or offshore bar is formed. During calm, this bar is returned to the emerged beach where winds from the sea (onshore winds) transport part of the sand in the dunes, thus helping to maintain the balance of the beach-dune system. Source: modified from Psuty (1988)

dones dunares de medianas dimensiones, así como la formación dunar de tras duna. La costa rocosa de los alrededores de la Platja Llarga delimitan un conjunto de calas y playas encajadas donde destaca la presencia de comunidades vegetales singulares, casi desaparecidas del litoral catalán, como el sabinar litoral de la playa de la Sabinosa (figura 9), presentes también en la Platja Llarga (Pintó *et al.*, 2018). Actualmente, la sabina litoral (*Juniperus phoenicea*) ocupa unos pocos metros cuadrados dentro del EIN (Espació de Interés Natural) de la Punta de la Mora (figura 9), pero hace tan solo unas décadas el sector ocupado por los actuales campings contaba con una extensa zona de sabinas litorales que han sido erradicadas en beneficio de la instalación turística.

La implementación de los campings de la Platja Llarga sobre formas dunares ha comportado la eliminación de la sabina litoral y ha comprometido el equilibrio y la regeneración natural de la zona litoral activa tras los episodios de tormenta. La erosión en

forma de escarpe en el frente dunar (*dune scarp*) es un fenómeno natural muy recurrente en las zonas de costa baja o *low-lying coast*. Para combatir los efectos erosivos de futuras tormentas como la denominada Gloria (figura 10), los campings de Platja Llarga han aprovechado durante la crisis sanitaria para realizar una barrera de rocas o rompeolas a fin de no perder superficie útil para sus instalaciones debido a los efectos de futuras tormentas.

Retirada de *Posidonia oceanica*

Las playas de Menorca (Islas Baleares)

La isla de Menorca (figura 1) tiene 433 km de costa, de los cuales tan sólo el 9 % son costas arenosas (Balaguer *et al.*, 2017). En el caso de Menorca, Roig-Munar (2011) afirma que se ha conservado o se mantienen 42 sistemas dunares, el 86 % de los sistemas de la isla, de los cuales 6 deben considerarse como parcialmente destruidos debido a la construcción y/o a su uso intensivo. Los sistemas playa-duna

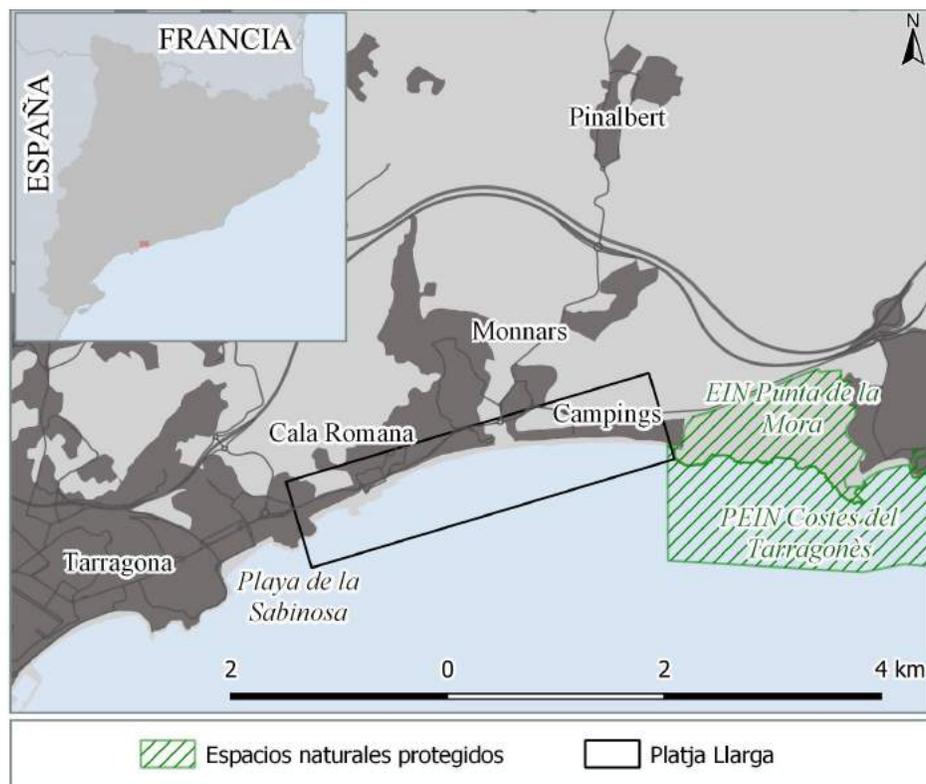


Figura 9. Localización de la Platja Llarga de Tarragona Fuente: datos disponibles en el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya y en el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Figure 9. Location of Platja Llarga beach in Tarragona. Source: data available at the Department of Territory and Sustainability of the Generalitat de Catalunya and at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

de Menorca presentan cuatro puntos de sensibilidad y/o fragilidad: el primero de ellos, común a los sistemas dunares continentales, es la alteración, erosión y/o desaparición de los primeros cordones dunares, que resultan básicos para la estabilización del sistema y para dar respuesta morfodinámica a los efectos de los temporales marinos más energéticos (Brown & McLachan, 1990). La segunda zona de mayor sensibilidad, en relación a los sistemas playa-duna de Baleares fue descrita por Rodríguez-Perea *et al.* (2000) y concierne a las praderas de *Posidonia oceanica* como espacio productor de sedimento, estabilizador de la playa sumergida y en la playa seca, y disipador de la energía del oleaje. La tercera y cuarta curva se

establecen sobre las bermas vegetales de *Posidonia oceanica* y la propia playa emergida (Roig-Munar, 2004; Roig-Munar & Martín-Prieto, 2005), por su importancia como zona de transferencia sedimentaria entre sectores playa-duna emergido y sumergido, y como aporte de materia orgánica entre la playa y las comunidades vegetales, así como elemento amortiguador del impacto de las olas de los temporales o del *runup* sobre la playa seca. A partir de dicho esquema conceptual, pueden diferenciarse cuatro puntos críticos de gestión para la minimización de impactos y la intervención sostenible de las playas en aras de su mantenimiento y recuperación, así como por extensión, para el correcto desarrollo de sus fun-

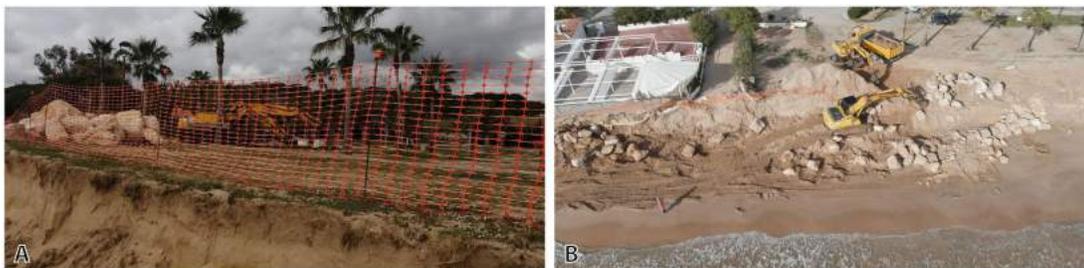


Figura 10. Playa Llarga de Tarragona a mediados de febrero de 2020 tras los efectos del temporal Gloria, tormenta que tuvo lugar entre los días 21 y 23 de enero. La fotografía A muestra claramente como los càmpings de la Platja Llarga de Tarragona ocupan claramente el espacio natural de las dunas. Después de los episodios de temporales, muy concurrentes en el litoral levantino español, los gestores y propietarios de las instalaciones se dan prisa para reforzar el límite de los càmpings que miran al mar, a veces con sacos de tela, a veces con espigones de rocas. Pero siempre son acciones de dudosa legalidad y reiteradamente denunciadas por las entidades ecologistas de la zona. Fuente: Fotografías cedidas por la entidad ecologista SOS Costa Daurada.

Figure 10. Platja Llarga beach in Tarragona in mid-February 2020 after the effects of the storm Gloria, a storm that took place between January 21 and 23. Photograph A clearly shows how the campsites on the Platja Llarga beach occupy the natural space of the dunes. After the episodes of storms, very concurrent in the Spanish Levante coast, the managers and owners of the facilities hurry to reinforce the limit of the campsite that faces the sea, sometimes with geotextile sacks, sometimes with rock groynes. These actions are of doubtful legality and repeatedly denounced by environmental entities in the area.

Source: Photograph courtesy of the environmental entity SOS Costa Daurada.

ciones ecológicas y socioeconómicas. Hasta la década de los 90 el perfil de los sistemas dunares en Menorca presentaban erosión y fragmentación en sus frentes con reactivación de procesos de transporte eólico, atribuible a un incremento de la presión antrópica sobre el sistema producto de una gestión incorrecta (Servera, 1998; Cardona *et al.*, 2004; Roig-Munar, 2003). Las formas dunares presentaban signos de desestructuración, o bien su desaparición, pudiendo encontrarse vegetación del frente dunar desplazada en los cordones más interiores favoreciendo mayores superficies de playa en detrimento del cordón dunar (Martín-Prieto *et al.*, 2009, Roig-Munar, 2011). El resultado fue la aparición de formas erosivas tipo *blowout* que progresando hacia el interior del sistema dunar agravan la degradación del sistema y de los elementos naturales de la playa para hacer frente a los temporales (Roig-Munar, 2011).

A partir del marco conceptual descrito, y aprovechando los efectos de una ley autonómica de carácter urbanístico, la Ley de Espacios Naturales (LEN)

1/91, que a partir de la figura o del instrumento de las Áreas Naturales de Especial Interés (ANEI), protegió el 43 % del territorio, y eliminó la presión urbanística al 23 % del litoral, en el año 2000 se inicia un plan de gestión litoral basado en criterios geomorfológicos, ambientales y sociales (Roig-Munar, 2003) que luego ha sido exportado a otras islas y dominios geográficos, así como ha inspirado algunos instrumentos normativos de conservación que están actualmente en fase de desarrollo. El modelo de gestión en Menorca se focalizó en el mantenimiento de la *Posidonia oceanica* en las playas y la eliminación o racionalización de la limpieza mecanizada. A partir de 2019 el modelo de gestión, caracterizado por la gestión del sistema con criterios geomorfológicos sufre un importante viraje para caracterizarse por la gestión de la demanda sin tener en cuenta el sistema. En plena fase de confinamiento, sin uso de playas, la administración local, el Consell Insular de Menorca, ha realizado limpiezas de playas mediante cribados sin previsiones de uso en todas las playas de la isla,

incluso en playas naturales ubicadas en ANEI en las que durante décadas no se había cribado (Figura 11), y con las consecuencias geoambientales de tipo erosivo. Los cribados fueron realizados en toda la extensión de la playa emergida. Así mismo el Consell ha realizado retiradas masivas de *Posidonia oceanica* de las playas urbanas y naturales (Figura 11) incumpliendo el reciente decreto 25/2018 que establece los criterios de retirada responsable con el fin de minimizar el impacto erosivo de la desprotección de playas.

Así mismo las retiradas siguieron los criterios de antaño, causando importantes pérdidas sedimentarias (Roig-Munar *et al.*, 2019). Estas actuaciones de mala praxis de gestión se encontraban amparadas en la “necesidad” de tener las playas aptas para el baño ante una supuesta obertura de la planta hotelera, a pesar que muchas de las actuaciones fueron realizadas en pleno confinamiento y sin previsión de uso turístico y recreativo litoral.

4. Consideraciones finales

La recuperación de los sistemas dunares en el estado español asociado al período de desconfinamiento se manifestó con el equilibrio del sistema a nivel morfológico y de hábitats, recuperándose de malas praxis de gestión. Así lo demuestran los casos de estudio analizados en este trabajo situados en territorio catalán y balear. El desconfinamiento y las malas previsiones económicas dieron lugar a retomar gestiones de erosión en todos los sistemas playa-duna, incluso en aquellos que presentan algún tipo de protección. Desafortunadamente la “nueva normalidad” recupera viejas prácticas que atentan contra la integridad de los sistemas dunares y constituyen un paso atrás en la renaturalización de las playas, y en el supuesto cambio de paradigma.

Las actuaciones en los sistemas playa-duna se deberían plantear con una visión estratégica, basada en la renaturalización del conjunto, restaurando y protegiendo los sistemas dunares allí donde sea posible, con el objetivo de conseguir una capacidad de adaptación y resiliencia que pueda hacer frente a los nuevos patrones climáticos y el aumento de frecuencia e intensidad de las perturbaciones marítimas asociadas que se prevén en un futuro no demasiado lejano. Por ejemplo, evitando la rigidización y la artificialización de la costa, relocalizando aquellos elementos que como algunos paseos marítimos se construyeron encima de la playa o de las dunas y que actualmente bloquean la dinámica morfosedimentaria de todo el sistema.



Figura 11. Retirada de restos de *Posidonia oceanica* en las playas de Tirant, Menorca en período de desconfinamiento.

Fuente: Fotografías tomadas por Francesc Xavier Roig-Munar en junio de 2020.

Figure 11. Removal of remains of *Posidonia oceanica* on the beaches of Tirant, Menorca, in the deconfinement period.

Source: Photograph taken by Francesc Xavier Roig-Munar in June of 2020

5 Referencias

- Ariza, E., 2011. An analysis of beach management framework in Spain. Study case: the Catalanian coast. *J. Coast. Conserv.* 15: 445–455. <https://doi.org/10.1007/s11852-010-0135-y>
- Ariza, E., Jiménez, J.A., Sardá, R., 2008. A critical assessment of beach management on the Catalan coast. *Ocean Coast. Manag.* 51: 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.02.009>
- Ariza, E., Jiménez, J.A., Sardá, R., Villares, M., Pintó, J., Fraguell, R., Roca, E., Martí, C., Valdemoro, H., Ballester, R., Fluvia, M., 2010. Proposal for an integral quality index for urban and urbanized beaches. *Environ. Manage.* 45: 998–1013. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9472-8>
- Banchini, S., Chelleri, L., Trujillo-Martínez, A.J., Breton, F., 2009. New Directions in Beach Management in the Barcelona Metropolitan Area Coastal Systems (Catalonia, Spain), in: Williams, A.T., Micallef, A. (Eds.), *Beach Management. Principles & Practice*. Earthscan, Sterling, p. 480.
- Bird, E., 2008. *Coastal Geomorphology: an introduction*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Chichester.
- Brown, A. C. y McLachlan, A. M. 1990. *Ecology of sandy shores*. Amsterdam, Elsevier.
- Brown, A.C., McLachlan, A., 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environ. Conserv.* 29: 62–77. <https://doi.org/10.1017/S037689290200005X>
- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X., Estaún, I. 2004. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca 2002. En: Pons, G.X (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*: 307-308. Palma de Mallorca, Soc. Hist. Nat. Balears.
- Curr, R., Koh, A., Edwards, E., Williams, A.T., Davies, P., 2000. Assessing anthropogenic impact on Mediterranean sand dunes from aerial digital photography. *J. Coast. Conserv.* 6: 15–22. <https://doi.org/10.1007/BF02730463>
- de Luca, E., Novelli, C., Barbato, F., Menegoni, P., Iannetta, M., Nascetti, G., 2011. Coastal dune systems and disturbance factors: Monitoring and analysis in central Italy. *Environ. Monit. Assess.* 183: 437–450. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-1931-z>
- Decreto 25/2018, de 27 de julio, sobre la conservación de la Posidonia oceánica en las Illes Balears (BOIB nº. 93 de 28 de julio de 2018)
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., Scapini, F., 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 81: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>
- EXCELTUR, 2019. Exceltur [WWW Document]. URL www.exceltur.org (accessed 3.12.19).
- Fabbri, P., 1990. Tourism, recreation and coastal dunes of the Mediterranean, in: Drees, J.M. (Ed.), *Coastal Dunes, Recreation and Planning*. EUCC, pp. 18–20.
- Garcia-Lozano, C., 2019. Els sistemes dunars de la costa catalana: Evolució històrica, estat actual i potencial de restauració. Tesis doctoral. Departament de Geografia, Universitat de Girona. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338549423_Els_sistemes_dunars_de_la_costa_catalana_Evolucio_historica_estat_actual_i_potencial_de_restauracio
- Gil, R., 2006. La vegetació i la freqüentació de l'espai natural "Els Muntanyans". Accésit Premi Treball de Recerca de Batxillerat "Sinibald de Mas" Edició 2005. *Recull de treballs*, 8: 21-42.
- Gual, I., 1996. La vegetació dels Muntanyans. *Recull de treballs*, 4: 55-64. .
- IET, (Instituto de Estudios Turísticos). (2013). Balance del turismo: Resultados de la actividad turística en España. Madrid: Instituto de Estudios Turísticos, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Lozoya, J.P., Sardá, R., Jiménez, J.A., 2014. Users expectations and the need for differential beach management frameworks along the Costa Brava: Urban vs. natural protected beaches. *Land Use Policy* 38: 397–414. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.12.001>
- Marqués, M.A., Julià, R., 1988. St Pere Pescador beach-dune interaction. *J. Coast. Res.* 57–61.
- Martín-Prieto, J.A., Roig-Munar, F.X., Pons, G.X. y Rodríguez-Perea, A. 2009: La foredune como elemento estabilizador en el sistema playa-duna. En: Morales, J.A., Cantado, M., Rodríguez, A. y Delgado I. (eds.). *Nuevas contribuciones sobre geomorfología litoral*: 45-48. Huelva, Universidad de Huelva.

- McLachlan, A., Defeo, O., 2018. Coastal Dune Ecosystems and Dune–Beach Interactions, in: *The Ecology of Sandy Shores*. Elsevier, pp. 309–329. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809467-9.00013-8>
- Ministerio de Sanidad (2020). Recomendaciones para la apertura de playas y zonas de baño tras la crisis del COVID-19, 14 pp. Disponible en <https://www.mscbs.gob.es/gabinetePrensa/notaPrensa/pdf/24.05240520094526477.pdf>
- Nordstrom, K.F., Jackson, N.L., Kraus, N.C., Kana, T.W., Bearce, R., Bocamazo, L.M., Young, D.R., de Butts, H.A., 2011. Enhancing geomorphic and biologic functions and values on backshores and dunes of developed shores: a review of opportunities and constraints. *Environ. Conserv.* 38: 288–302. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000221>
- Nordstrom, K.F., Lampe, R., Vandermark, L.M., 2000. Reestablishing Naturally Functioning Dunes on Developed Coasts. *Environ. Manage.* 25, 37–51.
- Perdigó, M.T., Papió, C., 1985. La vegetació litoral de Torredembarra. *Collect. Bot.* 16, 215–226.
- Perry, G., D' Miel, R., 1995. Urbanisation and sand dunes in Israel: direct indirect effects. *Isr. J. Zool.* 41: 33–41.
- Pilkey, O.H., Neal, W.J., Kelley, J.T., Cooper, J.A.G., 2011. *The world's beaches*. Un. of Cal. Press.
- Pintó, J., 1999. El paisatge de dunes i maresmes de Torredembarra (Costa Daurada), in: *Volum d'homenatge Al Geògraf Professor Joan Vilà Valentí. Col·lecció Homenatges*. Univ. de Barcelona, pp. 1515–1528.
- Pintó, J., Garcia-Lozano, C., Roig-Munar, F.X., 2018. L'espai litoral, in: Folch, R., Peñuelas, J., Serrat, D. (Eds.), *Natura: Ús o Abús? Institució Catalana d'Història Natural. Institut d'Estudis Catalans*. <https://doi.org/10.2436/15.0110.22.14>
- Psuty, N.P., 1988. Beach/dune interactions. *J. Coast. Res.* SI.
- Rodríguez-Perea, A., Servera, J., Martín-Prieto, J.A. (2000): Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial: Informe METADONA. Palma., Universitat de les Illes Balears. 110 pp.
- Roig-Munar, F. X. 2011: Aplicació de criteris geomorfològics en la gestió dels sistemes litorals arenosos de les Illes Balears. Tesis doctoral. Departament de Ciències de la terra. Universitat de les Illes Balears, 141 pp
- Roig-Munar, F.X. (2003): Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de calas y playas. El caso de la isla de Menorca (I. Balears). *Boletín de la A.G.E.*, 35: 175-190.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A. 2005. Efectos de la retirada de bermas vegetales de Posidonia oceanica sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística. *Investigaciones Geográficas de México*, 57: 39-52.
- Roig-Munar, F.X., 2004. Análisis y consecuencias de la modificación artificial del perfil playa-duna provocado por el efecto mecánico de su limpieza. *Investig. Geográficas* 33, 87–103. <https://doi.org/10.14198/INGEO2004.33.07>
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Pintó, J., Rodríguez-Perea, A., Gelabert, B., 2019. Coastal Management in the Balearic Islands, in: Morales, J.A. (Ed.), *The Spanish Coastal Systems Dynamic Processes, Sediments and Management*. Springer, pp. 765–788.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Rodríguez-Perea, A., Blázquez Salom, M., 2018. Restauración de sistemas dunares en las islas Baleares (2000-2017): una visión crítica. *Investig. Geográficas* 119–136. <https://doi.org/10.14198/INGEO2018.69.08>
- Roig-Munar, F.X., Pons, G.X., Martín-Prieto, J.Á., Rodríguez-Perea, A., Mir-Gual, M., 2012. Análisis espacio-temporal (1956-2004) de los sistemas dunares de Menorca (Islas Baleares) mediante variables geoambientales de uso y gestión. *Bol. la Asoc. Geogr. Esp.* 381–404.
- Roig-Munar, F.X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J.Á., Gelabert Ferrer, B., 2019. Cuantificación de la pérdida de sedimento por la retirada mecánica de bermas (banquettes) de Posidonia oceanica en las playas de la islas Baleares: consecuencias geomorfológicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 32 (2): 73-86.
- Servera, J. (1997): Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears. Tesis doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Palma, Universitat de les Illes Balears. 2 vol. 908 pp. y atlas 138 pp.
- Short, A.D., Hesp, P.A., 1982. Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. *Mar. Geol.* 48, 259–284. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(82\)90100-1](https://doi.org/10.1016/0025-3227(82)90100-1)
- Sytnik, O., Stecchi, F., 2014. Disappearing coastal dunes: tourism development and future challenges, a case-study from Ravenna, Italy. *J. Coast. Conserv.* 19, 715–727.