

## Itinerario geomorfológico y paisajístico por la Costa Brava: bahía de Pals y playa de Castell (Palamós)

J. Pintó, C. Garcia-Lozano y F. X. Roig-Munar

Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP). Universitat de Girona

### PRESENTACIÓN

El recorrido que se presenta en la salida de campo por la Costa Brava se divide en dos sectores: la bahía de Pals, también denominado litoral del Baix Ter; y el sector de la *playa de Castell* a la *cala de la Fosca*. A lo largo del recorrido se visitarán costas rocosas, islas, dunas continentales y dunas costeras, playas y marismas que permitirán explicar los procesos geomorfológicos y antrópicos que condicionan los paisajes litorales en estos ambientes.

duna y de lagunas y marismas litorales. Por un lado, el Parc Natural del Montgrí, las islas Medas y Baix Ter ha restaurado las morfologías dunares del sistema playa-duna de la Pletera (parada 4), mientras que, por otro lado, el proyecto *LIFE-Pletera* ha regenerado el sistema de lagunas litorales situado en la playa de la Pletera (parada 5). La deconstrucción de la urbanización a medio edificar de la Pletera ha permitido la restauración ecológica y morfológica de un espacio litoral que en la mayoría del litoral español se encuentra muy amenazado por la urbanización y las actividades turísticas.

Durante la segunda parte de la salida, en las paradas 8 y 9, se realizará una excursión a pie por la costa rocosa del municipio de Palamós, entre la *cala del Castell* y la *cala Fosca*. En este recorrido tendremos la oportunidad de explicar un ejemplo de cómo la movilización ciudadana ha logrado activar figuras de protección de un espacio litoral de alto valor ecológico, y como este espacio se encuentra hoy amenazado por la contundente reactivación de la actividad constructora a partir de la incipiente reanudación del modelo de urbanización difusa del litoral.

### 1. LA LLANURA ALUVIAL DEL TER Y LA BAHÍA DE PALS

Carla Garcia-Lozano, Josep Pintó y Francesc Xavier Roig-Munar

Las llanuras aluviales del Alt y el Baix Empordà están alimentadas por cuatro ríos: la Muga y el Fluvià, en el Alt Empordà; y el Ter y el Daró, en el Baix (Fig. 2); **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** La alta disponibilidad de sedimento y la barrera natural en el transporte longitudinal formada por el cabo de Creus y los macizos del Montgrí y de Begur, respectivamente, han originado dos compartimentos sedimentarios o células litorales independientes: el golfo de Roses y la bahía de Pals (Fig. 2).



FIGURA 1. Paradas durante el itinerario por el litoral del Baix Empordà (Costa Brava.)

Durante la primera parte de la salida comprendida entre las paradas 1 a 6, se visitarán distintos puntos representativos del litoral del Baix Ter a partir de los cuales se explicarán procesos litorales como la formación de las islas Medas, la erosión costera en tramos de costa urbanizada, el transporte longitudinal de sedimentos en la bahía o la formación de dunas continentales en el macizo del Montgrí. Así mismo, se visitarán espacios litorales donde la gestión costera ha permitido una recuperación de los ambientes de playa-



FIGURA 2. Llanuras aluviales del Alt y el Baix Empordà

La bahía de Pals (Fig. 3

FIGURA 3) se dispone de norte a sur formando un arco litoral de 9 km de longitud entre los macizos del Montgrí, al norte, y de Begur, al sur (Fig. 4). Los ríos Ter y Daró configuran la dinámica litoral de la bahía y suplen de sedimentos las largas playas rectilíneas, abiertas y disipativas de este tramo de costa.



FIGURA 3. Vista de la llanura aluvial del Ter desde el mirador de la Parada 1

La estructura geológica de este tramo de costa, una dovola hundida durante la distensión miocena, condiciona la existencia de una plataforma interna poco profunda que reduce la energía de las olas y facilita la acumulación de los materiales arenosos que forman barras y cordones paralelos a la ribera del mar, la acreción de los cuales da lugar a una playa rectilínea progradante. En este proceso de progradación se pueden diferenciar dos tipos de depósitos: los propios de la

llanura aluvial, y los depósitos marginales. Los aluviales y litorales son los materiales de vertientes, procedentes de los relieves que rodean la llanura. Y dentro de los depósitos de la llanura se pueden diferenciar tres ambientes sedimentarios, todos holocenos, que se caracterizan por los diferentes materiales, su origen y disposición. Así, en la bahía de Pals, se distinguen:

- Los depósitos fluvio y fluvio-deltaicos, que se han formado a partir de aportes de tipo detrítico (arcillas, limos, arenas y gravas) procedentes principalmente del río Ter, y también de otros cursos menores como el río Daró, la riera de Peratallada y la riera de Salt ses Eugues (Fig. 4).

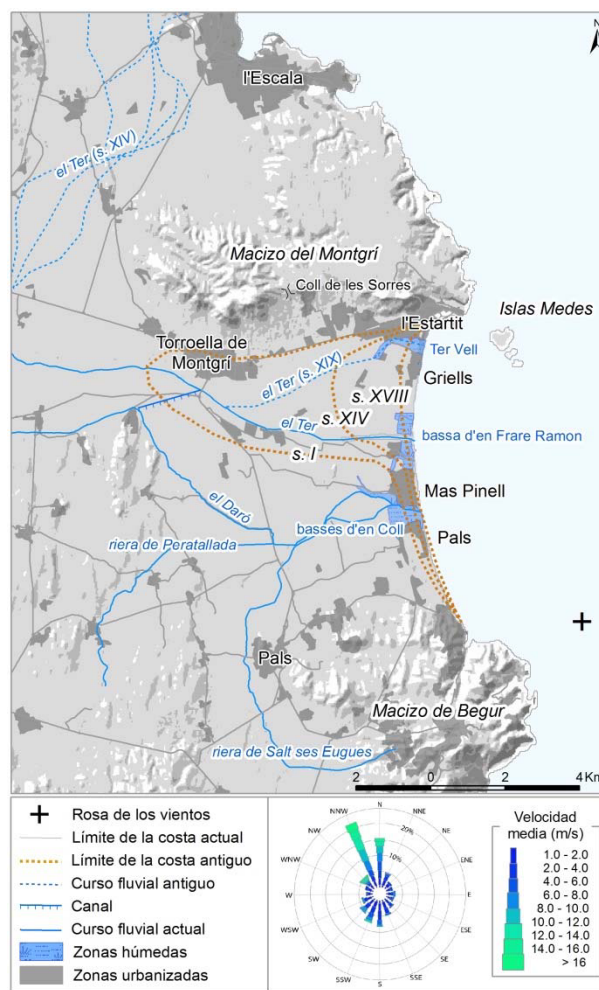


FIGURA 4. Situación general de la llanura aluvial del Ter y la bahía de Pals y evolución de la línea de costa según Rambaud (2005). La localización de la línea de costa del s. XIV es aproximada según las explicaciones de Carandell (1947).

- Los depósitos palustres, constituidos por sedimentos finos: arcillas y limos negros, con una importante presencia de materia orgánica y que configuran un área de topografía muy llana y mal drenada en la que se localizan las lagunas, y finalmente;

- Los depósitos litorales entre los cuales se puede hacer una subdivisión en tres ambientes diferentes: la

playa, el cordón litoral de dunas y las zonas de marismas, formadas en la confluencia de los procesos litorales con la dinámica fluvio-deltaica.

Todos estos procesos naturales de configuración y formación de la llanura aluvial se han visto trastocados desde hace siglos por las actividades humanas (desección de las zonas húmedas, alteración de los cursos fluviales, construcción de una red de canales de regadío para un mayor aprovechamiento agrícola del suelo, etc.) los cuales han acabado de conformar el paisaje actual. La escasa pendiente topográfica junto con la presencia de cordones litorales ha dado lugar a un mosaico paisajístico constituido por dunas, marismas y lagunas litorales que tierra adentro es substituido por un paisaje predominantemente agrícola que solo es interrumpido por la vegetación de ribera que dibuja el curso de ríos, canales y acequias (Fig. 3).

En las tierras ampurdanesas muy a menudo sopla la tramontana, un viento de dirección predominante nortenoeste/sur-sureste muy óptimo para el movimiento de arenas ya que es intenso y seco (Fig. 4). Sin embargo, la orientación transversal oeste-este que toma la red de drenaje al cruzar las llanuras ampurdanesas (casi perpendicular respecto a los vientos dominantes), frena el transporte de arenas norte-sur impulsadas por la tramontana y dificulta en buena parte el desarrollo dunar. Además, la dirección de los vientos dominantes respecto la línea de la costa (oblicua de tierra hacia mar), no favorece la formación dunar en las playas ya que las arenas de la playa seca son empujadas hacia el mar nuevamente en episodios de temporales de viento.

Los arcos litorales del Empordà han ganado terreno al mar progresivamente a lo largo del último milenio (Fig. 4). Los cambios en el nivel del mar, el clima y los usos del suelo en las cabeceras de las montañas que suministran sedimento a los ríos han tenido un papel importante en el relleno de las llanuras aluviales. Los sucesivos ambientes de lagunas y cordones litorales de tierra hacia mar son el vivo testimonio de esta progradación de las llanuras deltaicas. La formación de la llanura del Baix Empordà ha sido resultado de factores naturales y antrópicos. Por un lado, la progradación de las bahías responde a los periodos de grandes suministros sedimentarios que causaron avulsiones y aluviones según la intensidad de las avenidas. El mayor volumen de aportación sedimentaria ocurrió desde el Óptimo Climático Medieval (s.IX-XIV) hasta finales del siglo XVIII, periodo durante el cual tuvieron lugar talas forestales por conversión de los bosques en prados y pastos, por el carboneo, la minería y la industria naval. Por otra parte, más recientemente, se secaron marismas y lagunas a fin de transformarlas en tierras cultivables. Aunque las primeras obras de desección de marismas y lagunas se llevaron a cabo durante los siglos XIV y XV, no fue hasta los siglos XVIII y XIX que deseccionaron definitivamente estos espacios. La obertura de canales de drenaje y

posteriormente de riego, junto con la bonificación de los espacios anfibios para la implantación del cultivo del arroz, ha comportado que actualmente sólo se conserven tres lagunas litorales: el *Ter Vell*, la *bassa del frare Ramon* y las *basses d'en Coll* (Fig. 4).

Antiguamente, las zonas húmedas del Baix Ter eran mucho más numerosas y extensas debido a la poca pendiente del terreno que favoreció el trazado meandriforme del Ter en su tramo bajo. De hecho, hasta el siglo XIV el tramo final del Ter se abría en dos brazos, uno en dirección a l'Escala y el otro en dirección a Torroella de Montgrí. Las dos desembocaduras fueron itinerantes hasta que a principios del s. XIV el curso fluvial fue canalizado hacia el sur aprovechando una avenida. En ese momento, el macizo del Montgrí delimitaba los antiguos condados de Empúries y de Barcelona, encabezados por Ponç-Hug IV y Jaume II, respectivamente. Dichos condes no tenían muy buenas relaciones y se disputaban el poder de la zona continuamente. En 1303 el conde de Empúries decidió desviar el cauce del río hacia el sur, hecho que colmató el antiguo puerto de Torroella de Montgrí, situado en algún punto entre este núcleo de población y el núcleo de l'Estartit. En 1311 una gran avenida destruyó las motas que Ponç-Hug IV había mandado construir, retomando así la alternancia en ambas desembocaduras según las avenidas fluviales. Entre varias disputas, el conde y rey de la corona Aragonesa, Jaume II decidió aceptar el brazo sur como único tramo del río Ter puesto que le aportaba más beneficios a sus tierras de lo que esperaba, pues los sedimentos depositados en las avenidas fertilizaban las tierras cultivables.

El nuevo cauce del Ter pasaba por Torroella de Montgrí y se bifurcaba en dos brazos a unos dos kilómetros al sur de esta población. Desde allí se dirigía hasta la actual población de l'Estartit, al norte, y hasta la actual *bassa del Frare Ramon*, al sur. Entre dichas salidas del río se formaba una especie de zona pantanosa o isla deltaica. A fin de utilizar las fértiles tierras que el río dejó entre ambas desembocaduras, en el siglo XVIII se volvió a desviar hacia el sur, esta vez amparado por un proyecto del Consejo Superior de Castilla de 1790. Con esta última transformación, se eliminaban los últimos meandros del tramo final del Ter para evitar las constantes inundaciones y se situaba el desagüe definitivo en el centro de la bahía de Pals.

También el río Daró tenía una desembocadura diluida entre zonas pantanosas y meandros, hasta que recientemente, en 1960, se canalizó el Daró hacia el río Ter en su paso por Torroella de Montgrí. También se construyeron motas en su cauce para evitar las inundaciones de avenidas repentinas. La necesidad de canalizar el Daró fue una evidencia desde el siglo XV, momento en que los regantes y propietarios o usufructuarios de los molinos de grano instalados en el cauce del río se disputaban y modificaban los canales de riego según sus necesidades y conveniencia.

Las canalizaciones de los ríos Ter y Daró han contribuido claramente a la definitiva desecación de las zonas palustres que tuvo lugar en los siglos XVIII y XIX. La transformación de una llanura palustre a una llanura eminentemente agrícola fue uno de los más significativos que ha sufrido la llanura del Baix Empordà durante el último milenio. La llanura se empezó a poblar y trabajar como nunca antes y los asentamientos humanos pasaron de estar solamente emplazados en pequeñas colinas a colonizar los niveles más bajos. A pesar de ello, el cambio paisajístico más notorio de los últimos tiempos está relacionado con la emergencia del turismo de masas y la urbanización del litoral. Las urbanizaciones de segunda residencia y los complejos turísticos se extendieron por la primera franja del litoral a partir de la década de los años sesenta. Así se observa en la Figura 4, donde las manchas grises que representan el espacio urbanizado ocupan una proporción importante en los primeros metros de costa.

A pesar de poseer zonas densamente pobladas y urbanizadas, la llanura del Baix Ter continua siendo un espacio rural que dispone de la mayor parte de las tierras de cultivo de regadío del Baix Empordà. Predominan las huertas y los frutales y cereales de regadío junto con las plantaciones de chopos. En los escasos sectores que no alcanzan a ser regados hay viñedos y olivares. Sin embargo, en el sector que rodea las *basses d'en Coll* predomina el cultivo del arroz (Fig. 5) que, documentado desde el siglo XIII, alcanza su pleno desarrollo en el siglo XVIII y prosigue hasta la segunda mitad del siglo XX en el que se produce una disminución del área de cultivo para estabilizarse en la actualidad en una superficie aproximada de 300 hectáreas.

Las lagunas del *Ter Vell* se sitúan en el tramo final de un antiguo brazo del río Ter que quedó inactivo al ser desviado y canalizado el curso principal dando lugar a su trazado actual. Las lagunas del *Ter Vell* tienen una profundidad máxima de 2 metros en la zona más próxima al mar, 700 m de longitud y más de 300 m de anchura. Mantienen durante gran parte del año unos valores relativamente bajos de salinidad ya que están alimentadas por el acuífero de la llanura aluvial y, de forma artificial, por los canales de riego. De forma ocasional, en episodios extremos de temporal, pueden recibir entradas de agua de mar. La baja salinidad del agua favorece la expansión del carrizo (*Phragmites australis*) que forma masas densas y extensas con tendencia a colonizar todo el espacio disponible.



FIGURA 5. Campo de arroz en las inmediaciones de las *Basses d'en Coll*.

La *bassa del Frare Ramon* es la única laguna que se ha conservado en el extenso sector de marismas conocido como La Platera. Tiene una extensión de 200 metros de longitud y entre 20 y 30 m de anchura, y está separada del mar por un estrecho cordón litoral. Las aguas salobres condicionan que en los sectores que se desecan en verano aparezca la comunidad de *Salicornia europea*, mientras que en los márgenes de la laguna donde la humedad edáfica se mantiene durante todo el año se encuentra la comunidad de *Arthrocnemum fruticosum*.

Las *Basses d'en Coll* es actualmente el área de más interés e importancia, desde un punto de vista ecológico, del conjunto de zonas húmedas del Baix Empordà. Se ha conservado una extensa laguna, de 4 ha de extensión, perpendicular a la línea de costa y alimentada por diferentes torrentes y canales de riego y que conecta en su tramo final con el rec del Molí, el curso principal del río Daró antes de que fuera desviado y convertido en afluente del Ter. Bordeando la laguna se encuentra un extenso carrizal de *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia* y otros helófitos.

## 2. ACANTILADOS DEL MOLINOT

*Francesc Xavier Roig-Munar, Carla Garcia-Lozano y Josep Pintó*

El macizo del Montgrí divide la depresión del Empordà en dos llanuras, Alt y Baix Empordà. Morfológicamente el macizo del Montgrí se divide en dos sectores, el oriental y el occidental, separados en el *Coll de les Sorres* por una depresión cubierta por la denominada duna continental, una progradación de sedimento transportado por dinámica eólica con influencia de los vientos de la tramontana que se extiende desde el norte del núcleo de la Escala hasta la carretera que une Torroella de Montgrí con l'Estartit (Fig. 4).

El sector oriental del macizo se extiende desde *cala Montgó* hasta l'Estartit y se caracteriza por haber sido afectado por una intensa erosión que ha dado lugar a una amplia plataforma ligeramente inclinada hacia el norte, así como procesos de carstificación. Su sector occidental

se muestra con un relieve más vigoroso y una morfología más irregular. Ambas partes presentan laderas con pendientes suaves al norte y abruptos en el sur, de forma coherente con la inclinación de los estratos hacia el norte. Los fuertes escarpes del frente sur del macizo propician fenómenos erosivos intensos como son los desprendimientos de rocas, especialmente en el sector que forma la Muntanya Gran (Fig. 19) junto a l'Estartit. Las vertientes costeras del macizo, quedan bruscamente recortadas por un sistema de acantilados abruptos con alturas máximas 100 m y el desarrollo de numerosas cuevas marinas en su base (Fig. 6).

La presencia de barrancos y calas a lo largo de todo el macizo se relaciona especialmente con la existencia de fallas y con los procesos de colapso debidos a la formación y coalescencia de dolinas, que han sido erosionadas y capturadas por la acción erosiva de cursos de agua superficiales con carácter torrencial, de poco recorrido y caudal, juntamente por el efecto del oleaje en el caso de las calas, todas ellas de cantos rodados.



FIGURA 6. *Acantilados del Molinot*

La carstificación ha dado lugar a la disolución de las rocas calizas del macizo por parte de las aguas de lluvia cuando reaccionan con el dióxido de carbono. Esta disolución origina diversas morfologías típicas del paisaje de las zonas calizas, como son los lapiaces, simas y las dolinas.

El macizo del Montgrí está constituido predominantemente por roca caliza con una base de materiales arcillosos y yesos, y su historia geológica tiene muchos puntos en común con otras cordilleras del Pirineo. Pero la ubicación del Montgrí, junto a la costa, y afectado por la acción erosiva del mar, permite observar estructuras geológicas que a menudo en otros lugares pasan inadvertidas. Las rocas calcáreas del macizo se formaron durante la era Mesozoica (Cretácico y Jurásico) y se sitúan sobre otras rocas correspondientes principalmente a arcillas, areniscas y conglomerados, más modernas, del período Eoceno. Entre ambas se localizan arcillas triásicas, caracterizadas por presentar una elevada plasticidad. Esta disposición de rocas más antiguas por encima de

otras más modernas afectó el conjunto de la franja pirenaica por la acción de una falla de solapamiento.

Así, al tiempo que se estaba levantando el Pirineo, el cabalgamiento desplazó las rocas del Mesozoico desde su emplazamiento original, en el Pirineo, hasta la llanura del Baix Ter y a la vez las elevó y situó por encima de las rocas de la era Cenozoica preexistentes en esta ubicación. La presencia de los materiales plásticos del período Triásico en la base del macizo representó un papel desencadenante, ya que estos sedimentos actuaron como lubricantes para el gran desplazamiento.

Dentro de este proceso de desenganche hacia el sur y plegamiento de las grandes masas de roca que acabaron formando los macizos prepirenaicos, cabe remarcar la singularidad que representa la orientación noreste-suroeste del desplazamiento del Montgrí respecto al del resto del conjunto prepirenaico, que en general es norte-sur. Las rocas del Mesozoico que se reconocen en el macizo del Montgrí se formaron en varios momentos de esta era. Primero de manera discontinua durante los períodos Triásico superior y Jurásico inferior, y posteriormente con una mayor continuidad a partir del Cretácico inferior.

Las islas Medes corresponden al extremo sudoriental del conjunto de rocas que formaban el macizo y que fue afectado por el cabalgamiento. De esta manera, sus características geológicas son equivalentes a las del Montgrí. Las islas Medes muestran la misma composición geológica que el macizo excepto en cuanto a las rocas del Cretácico superior, que no se identifican. Los afloramientos geológicos de la costa del macizo, especialmente de las islas Medes, tienen un especial interés porque permiten observar de una manera clara y didáctica superficies que indican la separación entre series estratigráficas de diferente edad. Estas discordancias hacen referencia a un espacio de tiempo en el que no se produjo sedimentación o bien, sí se produjo, pero los materiales depositados fueron erosionados.

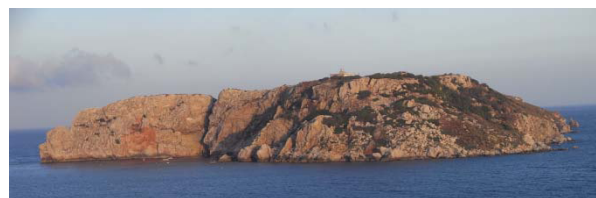


FIGURA 7. *Vista de la Meda Gran donde se observan los distintos materiales que configuran esta isla.*

### 3. Playa de Griells

*Francesc Xavier Roig-Munar, Carla Garcia-Lozano y Josep Pintó*

La bahía de Pals se caracteriza por una gran playa de arena interrumpida por los ríos Ter i el Daró (Fig. 4). La playa se extiende 9 km desde L'Estartit hasta Pals, y su ancho es variable a lo largo de la costa, entre los 90 m en l'Estartit, 25 m en Griells y 130 m en Pals. El tamaño del sedimento muestra una alta variabilidad espacial, con un tamaño de grano medio (d50) que varía entre 230  $\mu\text{m}$  en el norte y 1260  $\mu\text{m}$  en el sur. Esta tendencia en el grano se refleja en la pendiente de la playa y la altura de su berma, que aumenta hacia el sur.

En la actualidad, la bahía de Pals presenta áreas urbanizadas como L'Estartit, Griells, Mas Pinell y Pals (Fig. 4). La playa de l'Estartit fue tradicionalmente un barrio de pescadores que ya a mediados del siglo XVIII disponía de un embarcadero para comerciar con Barcelona. Se trataba de un enclave de pesca artesanal que ya a principios de siglo pasado ocupaba el espacio playa-duna (Fig. 8).



FIGURA 8. Playa del Estartit a principios de siglo pasado (autor y fechas desconocidas). Fuente: Archivo Municipal de Torroella de Montgrí

La dinámica eólica y marina distribuía de forma natural el sedimento en dirección norte-sur hasta la zona de Pals, con un cordón dunar continuo solo interferido por los cursos fluviales, y desarrollando buenos ejemplos de morfologías barjanes de playa alta. A principios de los años 50 en l'Estartit se construyó el dique y posteriormente, en 1972, se terminó el contradique, que protegía el puerto especialmente de la Tramontana. Posteriormente, a mediados de los años 90, se construyó un nuevo espigón de protección de las corrientes de Levante, consolidando un dique y un contradique de 350 m y 600 m de longitud respectivamente (Fig. 9). En la década de 1960 se construyó la urbanización de Griells, de 1400 viviendas con un frente urbano sobre la zona de playa y dunas, favoreciendo la fragmentación del sistema e interfiriendo en la dinámica eólica de la playa emergida. La coetánea construcción del puerto de l'Estartit y la

urbanización de Griells alteró la dinámica litoral de la zona sumergida y emergida del sistema playa-duna, eliminando las formas dunares a lo largo del sistema asociado a estos dos enclaves, y conservando tan solo y de forma testimonial una parcela de dunas estabilizadas entre l'Estartit y Griells (Fig. 9C). La normativa urbanística de Torroella de Montgrí, entre los años 80 y 90, juntamente con la declaración del Parque Natural de la zona impidió el crecimiento urbano litoral.



FIGURA 9. Fases de construcción del puerto de l'Estartit en 1957 (A), en 1990 (B) y en 2016 (C). Fuente: Instituto Geográfico y Geológico de Cataluña

Las características de las playas de l'Estartit y Griells, las dos de carácter eminentemente urbano, ubicadas en la zona norte de la bahía de Pals, generan toda una serie de problemáticas asociadas a una falta de gestión y planificación de carácter geomorfológico:

1.- l'Estartit: Primogénitamente se trataba de una zona litoral con un perfil playa-duna estable que fue afectado por la construcción del puerto deportivo, por la habilitación de la zona de playa alta para dos estacionamientos confinados a la zona urbana (Fig. 10). Uno de los problemas de l'Estartit es la pérdida de sedimento hacia la zona urbana por la falta de mecanismos naturales de retención, como sería el sistema dunar.



FIGURA 10. Estacionamientos ubicados entre la playa alta y el núcleo urbano de l'Estartit.

2.- Griells: La urbanización de Griells se construyó sobre el sistema playa-duna y fue sustentada mediante taludes artificiales y rellenos. La interferencia de la urbanización con la dinámica eólica y marina del sistema playa provocó una regresión continuada, de manera que la infraestructura es afectada de forma periódica por oleajes de levante (Fig. 11).



FIGURA 11. Costa entre l'Estartit y la Pletera (A) y playa de Griells (B) en una de sus regeneraciones artificiales después de un episodio de temporal de levante.

La gestión ambiental de estas dos playas se ha centrado en sus certificaciones ambientales, ISO y banderas azules, no actuando en la mejora y recuperación morfoecológica del sistema. Un primer intento de recuperación dunar se dio con una tímida reconstrucción del sector dunar delantero del Ter Vell (Fig. 4), mediante su acordonamiento y el uso de trampas de interferencia (Fig. 12). Se recuperó parte del extinto sector dunar sobre la playa alta, sin conectividad en la zona interna, ocupada a día de hoy por un estacionamiento.

La influencia de la urbanización en la respuesta morfológica de la playa de l'Estartit y Griells ha sido evidente en las últimas décadas y con un carácter de desnaturalización del conjunto del sistema, hecho que ha ocasionado una fuerte regresión (Fig. 11A). Ha sido la presencia de esta urbanización la que ha ocasionado diferentes niveles de retroceso neto de la costa en las áreas urbanas, y una ganancia de volumen en áreas naturales, como son las ubicadas al sur del arco de Pals, ya que estas reciben gran parte del sedimento que no es retenido en la zona norte. La evolución morfológica de las playas urbanas está afectada también por el grado de inundación, que en algunos puntos alcanza entre 80-100 m durante los temporales, y están directamente relacionados con la pérdida de las morfologías dunares, limitando las zonas urbanas el potencial de transporte y mitigación. En este sentido el informe RISKCAT (2008), dejaba constancia del riesgo litoral en la zona de l'Estartit y Griells, y establecía una periodicidad de episodios erosivos severos.

El episodio erosivo más importante en las dos últimas décadas fue el del día de San Esteban de 2008, seguido por el efecto directo de los temporales de levante de 2009 y 2010. En este intervalo desaparecieron los 50 metros de anchura de playa que tenía como promedio el sector de Griells. Esta situación provocó que el oleaje afectara a la protección de escollera existente, socavando el subsuelo del paseo y provocando grietas en el pavimento. A principios de 2013 se repitió un episodio de temporal de levante severo que volvió a afectar significativamente a la zona de Griells (Fig. 11B), confirmando el periodo de retorno de estos fenómenos, ya indicado en el informe RISKCAT (2008). Estos temporales también afectaron a las zonas naturales de Pals, pero los efectos fueron mitigados por la presencia de morfologías dunares, y los procesos de renaturalización fueron gestionados mediante gestión sostenible, con resultados lentos pero continuos, pasando de estadios erosivos a estadios de recuperación en tres años (2008-2010).

La situación de emergencia del frente urbano de Griells (Fig. 11), juntamente con las obras del dragado del puerto del l'Estartit en 2015 (Fig. 13), ponían a disposición del sistema una importante cantidad de volumen de sedimento retenido en el puerto, dragado y apto para su uso como material de regeneración de sistema playa-duna y playa. Se propuso el uso de sedimento para rehabilitar el extinto sistema dunar de l'Estartit, ampliar la zona dunar restaurada del Ter Vell y aportar material a la zona de la Pletera para reforzar el volumen sedimentario que sería retenido mediante captadores de interferencia eólica para acelerar los volúmenes de duna y favorecer el transporte continuado de sedimento sobre la playa aérea hacia el sur de la bahía. El resultado no fue el programado, ya que se priorizó el relleno de la zona de Griells (Fig. 11B) sin el uso de sedimento en la zona de l'Estartit, el Ter Vell y la

Pletera, priorizando una vez más la zona urbana y dejando las zonas con potencial de recuperación sin aporte de sedimento retenido de forma artificial por el puerto. Las tareas de relleno de Griells resultaron un fracaso, 15 días después del relleno la playa de Griells fue afectada por una llevantada perdiendo gran parte del sedimento aportado hacia la zona sumergida, ya que el sector no presenta ninguna naturalidad que permita la acumulación natural de sedimento en su sector interno.



FIGURA 12. Restauración dunar en la playa de l'Estartit

Así pues, estamos frente dos playas, l'Estartit y Griells, en retroceso y sin mecanismos naturales de retención sedimentaria por falta de morfologías dunares y por falta de interés en su recuperación. En estas dos playas caben medidas de planificación y gestión atrevidas, como es la deconstrucción del frente urbano de Griells y el camping del Molino (Fig. 11A), y la recuperación del cordón dunar continuo entre l'Estartit y la Pletera, así como gestiones encaminadas a la recuperación y mantenimiento de los sistemas playa-duna.



FIGURA 13. Obras de dragado del puerto de l'Estartit en 2015

#### 4. El sistema playa-duna de la Pletera

*Francesc Xavier Roig-Munar, Josep Pintó y Carla Garcia-Lozano*

Los sistemas playa-duna de la Costa Brava (Girona) se reducen a los cordones litorales que se encuentran en

las llanuras de inundación del golfo de Roses y en el arco de Pals (Fig. 2). Se trata de los sistemas playa-duna más importantes del norte de Catalunya. Estos dos sistemas han sufrido a lo largo de los años importantes procesos erosivos, ya que la interacción de factores geoambientales degradantes, junto con agentes de carácter antrópico, ya sea en el sector playa-duna, o en las cuencas hídricas de drenaje, han determinado una evolución de tipo erosivo, dando lugar a la irrupción de estrategias y mecanismos naturales de defensa que han impedido el buen funcionamiento del conjunto de los ecosistemas. Procesos de ocupación del medio litoral y fluvial han modificado el sistema, ya sea de forma puntual o irreversible. Igual que en otros ecosistemas naturales, también se ha dado una falta de planificación urbanística y gestión de playas y dunas que ha permitido la degradación de los sistemas en todo su conjunto.



FIGURA 14. La Pletera en 2002 (A), cuando se observan canales de deflación causados por el acceso de los usuarios desde los viales de urbanización; y en 2016 (B) cuando se ha deconstruido la urbanización de la Pletera y se ha gestionado el acceso a la playa, mejorando así la calidad integral de las morfologías dunares y los ecosistemas de marismas y lagunas.

En los años 80 se inició el proceso de urbanización de la Pletera que afectó a la segunda línea dunar y a las marismas. Este proyecto fue abortado y durante años quedaron de forma relictual los ejes viales de la futura urbanización, convirtiéndose el sistema playa-duna en un espacio con connotaciones urbanas, hecho que favorecía su elevado grado de frecuentación y la aplicación de medidas de gestión encaminadas a satisfacer la demanda de los usuarios (Fig. 14A). Fue esta frecuentación no regulada y la mala gestión y planificación las que dieron lugar a procesos erosivos de carácter degenerativo del sistema dunar delantero, llegando a un estadio 5 según la clasificación de Hesp (2002) y acelerando la desaparición del sistema.

En el ámbito de la costa Brava se han realizado en las últimas décadas estudios y proyectos encaminados a la recuperación de los sistemas dunares:

- 2000: proyecto de restauración de los humedales del sistema dunar de la Rovina (Alt Empordà en Figura 2).



- 2006: se destruyen las antenas de Ràdio Liberty, en la playa de Pals, con actuaciones de mejora del sistema dunar.

- 2008: catalogación y diagnóstico de los sistemas dunares litorales de las comarcas del Baix Empordà y la Selva.

- 2009: la Diputació de Girona financia actuaciones para regular la accesibilidad a las playas creando bolsa de parkings, pasos regulados y señalización.

- 2010: el Ayuntamiento de Torroella de Montgrí recupera el sistema dunar de la Fonollera y Mas Pinell.

- 2015: Se instalan una veintena de trampas de interferencia eólica con estructura de caña americana entre la Pletera y Pals (Fig. 4). Esta actuación se enmarca dentro de la gestión del Parque Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter, y permite la formación de nuevas dunas, así como reforzar las dunas ya existentes. Estas actuaciones se acompañan con el acordonamiento de la playa alta y la revegetación de las dunas incipientes siguiendo criterios geomorfológicos (Fig. 15).



FIGURA 15. Efecto de las trampas de interferencia eólica en zonas acordonadas de la Pletera. Las dunas incipientes se revegetaron con borron una vez logradas las primeras morfologías. De fondo, se observan las islas Medes.

- 2015-2016: obras a la playa de Sant Pere Pescador, situada al sur del golfo de Roses, cerrando el aparcamiento que existía sobre las dunas.

- 2016: intervención a las dunas de Sant Martí d'Empúries, playa situada al sur del golfo de Roses, para eliminar la vegetación invasora.

- 2018: recuperación y protección de los sistemas dunares del Alt y Baix Empordà.

Si nos centramos en el ámbito específico de la Pletera, cabe destacar los siguientes estudios y gestiones encaminadas a su recuperación:

- 2009: redacción de las líneas de gestión de los sistemas dunares de Torroella de Montgrí, Baix Empordà.

- 2009: protocolo de criterios geoambientales para la gestión sostenible de la limpieza mecánica de los sistemas playa-duna de Torroella y Pals, Baix Empordà.

- 2011: aplicación de medidas sostenibles en la gestión dunar a la zona de la Pletera.

- 2014-2018: desarrollo del *LIFEPlatera*, proyecto durante el cual se desurbaniza y restaura la marisma de la Pletera (Fig. 14)

- 2015: informe sobre la valoración de las trampas o barrera instaladas en el sector dunar delantero la Pletera mediante la financiación del Parc Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter.

- 2016: vigilancia ambiental de la aportación de sedimentos externos al sistema dunar de la Pletera.

- 2017: seguimiento morfoecológico de la restauración del sistema dunar de la Pletera.

A partir del año 2011, y en base a un análisis espacio-temporal de la evolución del sistema de la Pletera, mediante variables geomorfológicas, de uso y gestión, se apuntan los factores que han determinado su evolución morfológica centrada en su frente dunar para establecer su tendencia evolutiva entre 1956 y 2016 (Fig. 16). Como resultado podemos observar que los componentes F1 y F2 definen un espacio factorial definido en cuatro cuadrantes que definen la playa según los valores expresados por el conjunto de variables:

1. Cuadrante superior izquierdo: sistemas en un estado de buena naturalidad, poco o nada alterados.
2. Cuadrante superior derecho: sistemas alterados por transformación urbana de la playa o desaparecidos, sin gestión ni protección.
3. Cuadrante inferior izquierdo: sistemas con algún tipo de alteración o en fase avanzada de recuperación.
4. Cuadrante inferior derecho: sistemas relictuales muy alterados o con indicios de recuperación.

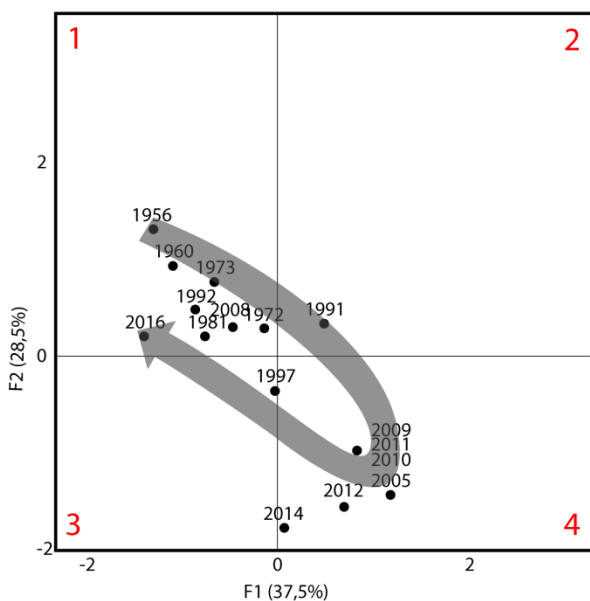


FIGURA 16. Representación del espacio factorial F1 y F2 en la Pletera para el periodo 1956-2016. En rojo, los cuadrantes 1 a 4 describen el tipo de sistema playa-duna, mientras que la flecha marca la tendencia evolutiva del sistema.

Los resultados de la Pletera (Fig. 16) se enmarcan en un espacio factorial definido por cuatro cuadrantes y corresponden con el estado geoambiental del sistema playa-duna y a las medidas de ordenación, planificación y gestión que se han aplicado.

La evolución del sistema de la Platera ha abarcado estos 4 cuadrantes espacio-temporales, pudiendo diferenciar su evolución asociada a un comportamiento marcado por la respuesta morfológica de sus formas dunares delanteras a las medidas de gestión y planificación adoptadas en las últimas décadas (1956-2016) (tendencia marcada con una flecha en la Fig. 16). La evolución del sistema se puede resumir en 4 grandes periodos morfoecológicos:

1. Un primer período entre 1956 y 1981 en que el sistema dunar presenta procesos de naturalidad y estabilización con cierta erosión, sin que esta sea de carácter regresivo y que solo se verá interrumpido por un proceso frustrado de urbanización que afectará de forma puntual y continuada en la estabilidad del conjunto del sistema.

2. En un segundo período, identificado en 1991, presenta un comportamiento incipiente hacia un estado erosivo acelerado de degradación de sus morfologías dunares delanteras y que muestra una tendencia de recuperación el año 1997 (Fig. 16).

3. En el período 2009-2014 el sistema es sometido a medidas de gestión sostenibles que permiten una lenta recuperación del sistema dunar en su conjunto, migrando hacia un estado de naturalidad (Fig. 16). El objetivo marcado en este período es la recuperación y estabilización de un frente dunar delantero actualmente

retranqueado debido a una mala gestión y planificación. Una primera fase de estas gestiones fue limitar la gestión mecanizada del espacio playa tanto en periodización como sectorialización, favoreciendo la recuperación del frente dunar y el mantenimiento de morfologías barjanoides. Posteriormente (2012-2016) se aplicaron medidas de retención de sedimentos con trampas de diferentes tipologías con porosidades del 60% y potencias de 0,85 m (Fig. 15), obteniendo unas ganancias medias de retención sedimentaria (octubre de 2015 a agosto de 2016) del 41% en el conjunto de las trampas, con tasas de 100% en los meses de enero a marzo. En este período también se aplican criterios de ordenación de usos y accesos, y en 2015 se inician las tareas de revegetación de morfologías dunares asociadas a trampas barrera y sellado de morfologías erosivas tipo *blowout*, consiguiendo una cobertura vegetal del 10% en agosto de 2016.

4. El año 2016 el sistema, mediante las tareas de deconstrucción de las zonas urbanas relictas y la recuperación incipiente de campos de dunas semiestabilizados con la recuperación del frente dunar de *foredune*, pasa a formar parte de un sistema prácticamente renaturalizado y en equilibrio, y en fase de recuperación de la extinta línea de morfologías dunares en relación con la playa alta (Fig. 14B). El objetivo marcado en este período 2016 hasta 2020 es la recuperación y estabilización de un frente dunar delantero hasta recuperar su línea pretérita observada en los vuelos de 1956 y ganar en volúmenes y superficies de duna en detrimento de unas superficies de playas que han ganado terreno en detrimento del sistema dunar. Una de las tareas iniciadas es el adelanto de los cordones perimetrales entre playa-duna para forzar la recuperación del frente dunar a posiciones de playa alta basándose en la consulta de fotografía aérea del primer período analizado (1956-1981). Actualmente, 2019, el sistema sigue presentando recuperación debido a acciones de carácter ambiental aplicadas en los sectores playa alta y dunas.

Así pues, y a modo de conclusión, podemos afirmar que el comportamiento del sistema representaba una tendencia de tipo regresivo hasta la década de 2000, debido a una explotación del sistema sin aplicación de medidas de gestión para su recuperación (Fig. 16). Algunos sectores del sistema desaparecieron por un proceso de frecuentación, destacando de forma puntual algunos sectores de vegetación de playa de forma relictual y morfologías incipientes dunares de forma aislada (Fig. 14A).

El comportamiento de recuperación del sistema en el último período analizado es debido a actuaciones de gestión sostenibles sobre los frentes dunares, que han paliado efectos de reactivación en el interior del sistema dando lugar a la recuperación de su conjunto (Fig. 14B). Observamos la importancia de la gestión geoambiental de los frentes dunares, ya que son los que determinarán

en mayor o menor medida la evolución regresiva del conjunto del sistema, observando una recuperación morfoecológica pasando de estados degenerativos a estados de recuperación y estabilización del frente. En la Figura 14A apreciamos la recuperación del frente dunar, el sellado de las morfologías *blowout* y las morfologías incipientes de frentes dunares que tienen por objetivo la recuperación de la franja de morfologías dunares delanteras y morfologías semiestabilizadas. El objetivo a corto plazo (2019-2023) es la recuperación en potencia, forma y extensión del extinto campo dunar actualmente ocupado por sistemas de trampas de interferencia eólica (Fig. 15) que tienen por objeto la retención constante con la ayuda de tareas de revegetación con criterios morfológicos y con especies como: *Tamarix* sp, *Elymus farctus* y *Ammophila arenaria*. Las medidas de gestión han sido aplicadas y adaptadas al sistema de la Pletera, evitando la aplicación de técnicas que en el pasado generaron y agravaron la erosión en sistemas dunares adyacentes como la Fonollera.



FIGURA 1. Áreas de inundación en la playa alta al inicio del emplazamiento de trampas de arena (A) y en 2016 (B).

El comportamiento de recuperación de los sistemas en el último período es debido a actuaciones de gestión sostenibles sobre sus frentes dunares que han paliado efectos de reactivación en el interior del sistema dando lugar a la recuperación de su *foredune* basándose en criterios geomorfológicos y a la mitigación de las áreas de inundación superiores a los campos dunares (Fig. 17)

La instalación de trampas de interferencia eólica sobre los frentes dunares erosionados y los sectores de playa alta ha permitido pasar de estadios degenerativos y de desaparición del sistema hacia estadios de

estabilidad y recuperación. Así mismo se han aplicado criterios geomorfológicos en la replantación de vegetación pionera, estableciendo sombras de retención asociada a los plantones para dar cohesión entre individuos y favorecer morfologías embrionarias de playa alta (Fig. 15), evitando las elevadas tasas de mortalidad y acelerando la recuperación de morfologías efímeras.

## 5. Proceso de urbanización y deconstrucción de la marisma de la Pletera

Josep Pintó, Carla Garcia-Lozano y Francesc Xavier Roig-Munar

El año 1978 el ayuntamiento de Torroella de Montgrí aprobó el Pla Parcial de la Pletera en el cual se calificaba como suelo urbanizable y se planificaba la construcción de un nuevo sector residencial entre la urbanización de los Griells y la desembocadura del río Ter. El plan afectaba unos 714.000 m<sup>2</sup> y preveía la construcción de seis islas de casas que tendrían una capacidad de hasta 13.000 habitantes.

Nueve años más tarde, el 1987, se realizó una modificación del plan de forma que se redujo considerablemente la superficie urbanizable, aunque se preveía la construcción de 700 viviendas en siete islas de casas que se extenderían a lo largo de un kilómetro, en paralelo a la línea de costa. Este mismo año de 1987 se iniciaron las obras y se procedió a la colmatación de la marisma para elevar la cota topográfica y hacer posible la construcción de las viviendas. Se acabó una de las islas de casas, la urbanización conocida actualmente como la Pletera, y también el pavimento de un paseo dispuesto en paralelo a la línea de costa a lo largo de casi 900 m (Fig. 14A).

En 1988 se empezaron a ocupar las primeras viviendas pero el poco éxito en la venta de las parcelas provocó que los promotores de la urbanización pararan las obras y dejaran el proyecto inacabado. Este mismo año se aprobaba la Ley de Costas que tenía como principal objetivo la delimitación del Dominio Público Marítimo Terrestre. Según la ley, las playas, las dunas y las marismas litorales pasaban a formar parte del Dominio Público.

A lo largo de la década de 1990 y el comienzo del siglo XX la posición de los gobiernos municipales de Torroella de Montgrí respecto a la urbanización de la zona de la Pletera también cambió, decantándose por la protección del área y la renaturalización del espacio. Así en 2002 se aprobó una reclasificación del suelo de la Pletera como suelo no urbanizable. Posteriormente se acordó con el Ministerio de Medio Ambiente la inversión necesaria para la restauración ambiental del paisaje de marismas y lagunas litorales afectadas por las obras de urbanización, aunque la crisis económica iniciada el 2008 paralizó el proyecto, el cual no se pudo

iniciar hasta el año 2014 a raíz de la concesión de un proyecto LIFE subvencionado por la Unión Europea.

Previamente, entre los años 1999 y 2003 ya se había desarrollado un primer proyecto LIFE de nombre: “Restauración y ordenación de las lagunas y sistemas costeros del Bajo Ter”, que tenía como objetivo principal la recuperación del conjunto de lagunas litorales de la Pletera para garantizar la supervivencia del fartet (*Aphanius iberus*). El proyecto comportaba la repoblación del fartet, el seguimiento de sus poblaciones así como la creación de nuevas lagunas permanentes y la mejora del sistema dunar.

Posteriormente, entre los años 2005 y 2008 se llevó a cabo un segundo proyecto LIFE: “Recuperación del hábitat de anfibios y *Emys orbicularis* en los humedales del Bajo Ter” que tenía como principal objetivo la recuperación de la población de la tortuga de lago (*Emys orbicularis*) y un conjunto de especies de anfibios por medio de la restauración y la mejora de sus hábitats.



FIGURA 18. Aspecto actual de las marismas restauradas de la Pletera

Finalmente, el tercero y último proyecto LIFE llevado a cabo en el área de la Pletera se realizó entre 2014 y 2018. El título del proyecto era “Desurbanització y restauración de la marisma de la Pletera” y ha sido el proyecto que se ha centrado en la recuperación paisajística del espacio de marisma de la Pletera (Fig. 18). El objetivo principal de este último proyecto ha sido garantizar la funcionalidad ecológica de la Pletera y la creación de un sistema litoral capaz de responder a las amenazas del cambio climático. Las actuaciones concretas han consistido en la retirada del paseo, la restauración de una zona de marisma y la creación de un sistema de lagunas (Fig. 14A).

### 6. La duna continental del Montgrí

Carla Garcia-Lozano, Francesc Xavier Roig-Munar y Josep Pintó

Las dunas situadas en el interior del macizo del Montgrí parten del poblado greco-romano de St. Martí d’Empúries desde donde se extienden unos 10 km hacia

el sur, hasta llegar a altura de la población de Torroella de Montgrí (Fig. 19). A lo largo de su recorrido, la duna ocupa una anchura media de 500 m y alcanza su amplitud máxima de 1 km en la vertiente norte del macizo, poco antes de llegar al Coll de les Sorres. Las arenas transportadas por el fuerte viento de tramontana lograron superar el obstáculo montañoso del Montgrí y alcanzar alturas de más de 100 metros respecto el nivel del mar. La duna continental del Montgrí avanzaba formando grandes dunas parabólicas simples y compuestas además de *barkhanas*, *blowouts*, *climbing dunes*, *falling dunes* y *wrap around dunes* (correspondientes a aquellas que unen las *climbing dunes* con las *falling dunes*). A partir del Coll de les Sorres hacia el sur se encuentra la zona más profunda de su recorrido donde el flujo sedimentario se depositaba formando lóbulos descendientes con una potencia máxima de 30 m. El avance de la duna sepultaba campos de cultivo, caminos, fuentes y casas, motivo que llevó al gobierno a fijarlas con vegetación en lo que sería la primera gran obra de ingeniería forestal del estado español que se efectuó a finales del siglo XIX.



FIGURA 19. Campo de dunas móviles entre St. Martí d’Empúries y el macizo del Montgrí a finales de siglo XIX según de Ferrer (1895).

La formación dunar del Montgrí se originó gracias a tres elementos clave para el transporte y la sedimentación de arena: fuertes vientos capaces de transportar ingentes cantidades de arena, gran

disponibilidad de sedimentos y una barrera orogénica con disposición perpendicular a los vientos dominantes capaz de interceptar las arenas y dar lugar a la formación dunar. La formación de la duna continental del Montgrí tuvo lugar a partir del siglo XIV y durante los siglos posteriores, coincidiendo con el desvío del río Ter (1303) y posteriormente del Fluvià (1740), con el descenso del nivel del mar de la Pequeña Edad de Hielo (s. XIV-XIX) y con etapas de intensa deforestación en las cuencas fluviales de las llanuras del Alt y el Baix Empordà.

Antes de esta fecha, el trazado de los ríos Ter y Fluvià actuaba de barrera o canal de drenaje de los posibles sedimentos transportados por la tramontana, procedentes del golfo de Roses (Fig. 19). A este respecto, los vientos dominantes en la zona son paralelos a la costa, de componente NNW, y alcanzan de forma habitual velocidades de 100 km/h que en ocasiones puntuales superan los 200 km/h. El transporte o corriente longitudinal es de NNE a SSW. Los temporales de levante son también ocasionales y ocurren con cierta virulencia contribuyendo al retorno puntual de arena a las playas. Con estas condiciones de dinámica litoral no es de extrañar que la activación del transporte eólico hacia tierra no fuera efectivo con el trazado transversal y la ubicación septentrional dentro del arco litoral de los ríos Ter y Fluvià (Fig. 19).

Cuando el río Fluvià y el Ter desembocaban en el sur del golfo de Roses, los materiales arenosos transportados por la tramontana eran recogidos por el río y transportados hasta el mar. El cambio de posición del Ter hacia el sur del macizo del Montgrí fue un elemento decisivo en la formación de la gran duna continental. La poca inclinación del terreno en el tramo bajo del río favorecía la creación múltiples brazos de la antigua desembocadura situada en el golfo de Roses, donde se depositaban importantes cantidades de sedimento. La nueva trayectoria del tramo bajo de los cursos fluviales fue en buena parte motivada por un aumento del caudal y del suministro de sedimentos, así como también algunas operaciones de canalización antrópicas. La desaparición de esta barrera sedimentológica activaría el desarrollo dunar que cubriría las ciudades griega y romana de Empúries y formaría la lengua de avance dunar hacia el sur (Fig. 19). La abundante sedimentación de épocas pasadas en el tramo bajo de los ríos Ter y Fluvià y el descenso del nivel del mar de la Pequeña Edad de Hielo, favorecieron que la tramontana activara las arenas y formara campos dunares de notables dimensiones en la zona. Los meandros abandonados del río Ter proveyeron de sedimento las formaciones dunares que se desarrollaban gracias a la topografía abrupta de la zona montañosa del Montgrí. A este fenómeno cabe sumarle la gran disponibilidad de sedimentos aportados por los cursos fluviales procedentes de una intensa deforestación de las cabeceras de los ríos que alimentan las llanuras aluviales del Empordà, la Muga, el Fluvià, el Ter y el Daró.

Los primeros documentos que hablan de las molestias causadas por las arenas datan del siglo XVII, pero no es hasta finales del siglo XIX que se plantea la necesidad de actuar. Las primeras noticias oficiales que manifiestan el problema del avance de las arenas y proponen la estabilización mediante pinos fue la memoria de salida de campo que realizaron los alumnos de tercer año de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Dicho documento fue redactado en 1885 por Primitiu Artigas, profesor responsable de la excursión, y fue entregado a la Junta Consultiva de Montes, órgano que rechazó la propuesta. Diez años más tarde, en 1892, el Distrito Forestal de Barcelona, Girona y Baleares recuperó la idea de Artigas y encargó un anteproyecto de estudio de las dunas procedentes del golfo de Roses al ingeniero Javier de Ferrer. La fijación de las dunas del Montgrí se produjo entre 1896 y 1910, en lo que sería la primera gran obra de ingeniería forestal del estado español. Para este fin se creó la Comisión de las Dunas de la Provincia de Gerona dirigida por el ingeniero de montes Andrés Llauredó. Durante este periodo, la responsabilidad de los trabajos de fijación se alternaría entre distintas personalidades y administraciones. Así, durante los quince años que duró la actuación, Javier de Ferrer, Rafael Puig y José Reig coordinaron la estabilización dunar que estuvo dentro del Distrito Forestal de Barcelona, Girona y Baleares, primero, y más tarde perteneció a la División Hidrológico-forestal de la Cuenca Inferior del Ebro y de los Pirineos Orientales.

Javier de Ferrer se encargó de diseñar y dirigir el inicio de la estabilización, cuya estrategia se publicó en 1895 bajo el título de "Proyecto de Fijación y Repoblación de las Dunas Procedentes del Golfo de Rosas", donde se establecían los detalles de la actuación. Los más de 11 km de longitud y 342 ha de superficie que ocupaban las dunas fueron clasificados por el ingeniero en cuatro sectores según sus características morfológicas y las labores que se debían llevar a cabo.

- El primer sector comprendía desde St. Martí d'Empúries a l'Escala y estaba compuesto por cordones dunares uniformes paralelos al mar. Estos se extendían 50 y 200 metros tierra adentro hasta llegar a las tierras de cultivo, anchura que hubiera sido mucho mayor sin los trabajos de contención de los mismos payeses mediante cañas y taray. Esta zona fue el primer tramo de actuación y se llevó a cabo mediante la construcción artificial de unas contradunas ingenieras para impedir el avance de las arenas gracias a su disposición paralela a la costa y su forma curvada en dirección al mar (Fig. 20A). Una vez establecida la duna artificial se procedió a su estabilización mediante la creación de alineaciones de borron perpendiculars a los vientos dominantes (Fig. 20B).



FIGURA 20. Elaboración de la contraduna (A) y trabajos de fijación con borrón (B) cerca de St. Martí d'Empúries en algún momento entre 1896 y 1910. Autor: Josep Esquirol.

- El segundo sector se extendía desde el núcleo de l'Escala hasta Torre Ferrana (Fig. 19) y se caracterizaba por ser un manto de arenas de unos pocos metros de potencia cubierto parcialmente por vegetación espontánea y viñedos (Fig. 21) cuyas cepas se alternaban con filas de borrón (*Ammophila arenaria*) destinadas a fijar las dunas. Los agricultores aprovecharon desde antaño la invasión de las arenas para cultivar, ya que si las arenas se transportaban en el sentido de la tramontana quedaría al descubierto la roca madre y los terrenos serían yermos roquedos. Esta zona se mantuvo inmune a la filoxera pese que el resto de la provincia de Gerona se vio afectada por dicha enfermedad. La resistencia de estos viñedos se atribuye a las características de alta salinidad del substrato. Cerca de la Casa Nova se alza una única morfología parabólica que ocupaba una extensión de más de 3 ha y tenía unos 10 m de altura (Fig. 19).



FIGURA 21. Dunas parcialmente estabilizadas por vegetación arbustiva y viñedos en algún punto cerca de Torre Ferrana. Autor y fechas desconocidos.

- El tercer sector ocupaba desde Torre Ferrana hasta el Coll de les Sorres (Fig. 19), un espacio de propiedad pública donde las arenas se desplazaban libremente sin

la fijación vegetal propia de los viñedos. En su ascenso por la ladera norte del macizo del Montgrí, las dunas llegaban a superar obstáculos rocosos situados a más de 100 m respecto el nivel del mar. Las arenas rampantes formaban parábolas que ocupaban desde poco más de media hectárea hasta cerca de 4 ha de superficie. Las más pequeñas se alzaban unos 7 m de altura mientras que las más altas llegaban a superar los 20 m.



FIGURA 22. Dunas parabólicas en algún punto entre Torre Ferrana y el Coll de les Sorres. Autor y fechas desconocidos.

- El cuarto y último sector comenzaba en el Coll de les Sorres desde donde descendía ladera abajo hasta llegar a la altura del núcleo de Torroella de Montgrí (Fig. 19) En este tramo, la totalidad de la duna formaba una *colosal media luna* con una línea de avance de casi 1 km y más de 500 m de anchura máxima en el collado (Fig. 23A). Dicha duna estaba compuesta por algunas dunas parabólicas que avanzaban en la misma dirección. En este tramo es donde las montañas de arena tienen su máxima potencia que oscila entre los 10 m en las zonas más someras (Fig. 23B) y los 30 m en las más profundas.

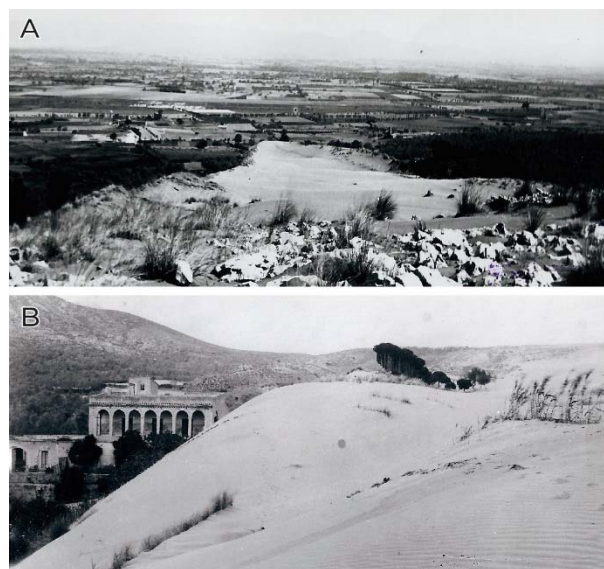


FIGURA 23. Gran duna parabólica que avanzaba hacia el sur des del Coll de les Sorres. En su extremo norte (A) y en su extremo sur (B). Autor y fechas desconocidos.

Cada uno de los tramos descritos fue semiestabilizado usando borrón que, una vez arraigado, fue substituido por especies arbustivas a fin de estabilizar completamente el manto de arenas móviles

(Fig. 24). Para este fin se utilizó el pino piñonero (*Pinus pinea*) que se adapta bien a los suelos arenosos, aunque también se plantó pino blanco (*Pinus halepensis*) y pino marítimo (*Pinus pinaster*). Los trabajos de fijación del Montgrí fueron visitados durante tiempos posteriores por distintas personalidades de Alemania y Francia y tomados como referencia para trabajos similares dentro y fuera del país. De hecho, en 1900 ya se utilizó este mismo sistema para fijar las dunas de Guardamar de Segura, en Alicante.



FIGURA 24. Campos dunares de la vertiente sur del Montgrí antes (A) y después (B) de los trabajos de fijación dunar con borron. Autor y fechas desconocidos.

La duna continental del Montgrí permanece todavía cubierta por un tupido manto de pinos que dificulta a simple vista distinguir su extensión y morfologías originales (Fig. 25). Otros sectores de Cataluña también presentan dunas fijadas con pinos que, eventualmente, han sido utilizados para implementar segundas residencias, campos de golf o campings. Se trata de Pals, Playa de Aro, Blanes, el delta del Llobregat, Salou o Cambrils. Gracias a su fijación y al régimen de propiedad pública del que disfrutaban estos pinares, las dunas del Montgrí son el campo dunar más extenso y bien preservado del litoral catalán.



FIGURA 25. Duna continental del Montgrí en su paso por el Coll de les Sorres. Las líneas discontinuas marcan los límites aproximados de las antiguas arenas móviles. Autor: David Pavón.

El tratamiento de datos LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) disponibles en el ICGC (Institut Cartogràfic i Geogràfic de Catalunya) ha permitido la elaboración de un mapa digital de elevación del terreno

(MDT) que pone al descubierto las morfologías dunares parabólicas escondidas bajo el manto de pinos. La eliminación de la cobertura arbórea mediante el tratamiento de la nube de puntos LiDAR (usando el paquete LAsTols de QGIS 3.4.) ha permitido identificar múltiples dunas parabólicas simples y compuestas. Además, la gran duna en forma de media luna de la que se hablaba en el proyecto de fijación redactado por el ingeniero de Ferrer en 1895 ha sido perfectamente delimitada, así como también los taludes laterales y las dunas parabólicas interiores. Estas morfologías han sido representadas mediante un mapa de sombreado (*hillshade*) elaborado a partir del MDT (Fig. 26).

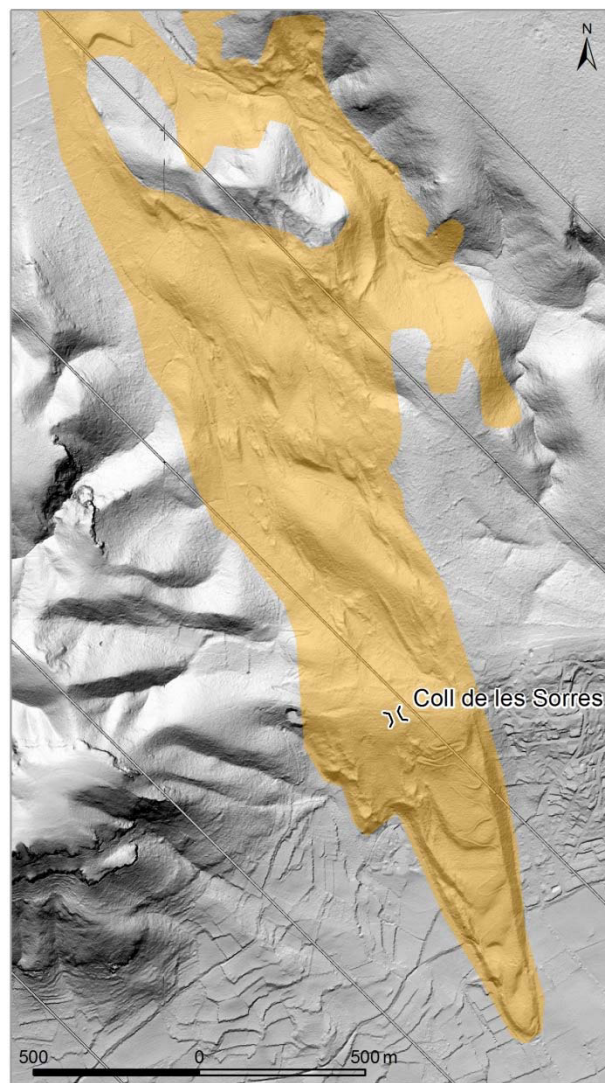


FIGURA 26. Mapa de sombras elaborado a partir del MDT en los sectores 3 y 4 de la duna continental del Montgrí. La mancha ocre delimita la zona dunar.

Las dunas parabólicas situadas en el sector tres (del Coll de les Sorres hacia el norte) se formaron a partir de la evolución erosiva de *blowouts*. En cambio, la gran duna parabólica que constituye el sector cuatro se originó después que las dunas descendientes o *falling dunes* cubrieran toda la vertiente sur del Montgrí. Para entonces, el exceso de sedimento favoreció el desarrollo

de una gran lengua dunar hacia el sur en forma de U, dentro de la cual se formaron distintas dunas parabólicas y *blowouts*. Si la fijación de finales de siglo XIX no se hubiera realizado, las dunas móviles del Montgrí hubieran seguido su evolución, erosionándose progresivamente en su parte delantera y convirtiéndose en dos grandes dunas longitudinales. La extensión del pinar situado entre la Muntanya Gran y el Mongrí (Fig. 27) coincide perfectamente con la superficie ocupada por la duna continental.



FIGURA 27. Dunas parabólicas situadas en los sectores 3 y 4 de la duna continental del Montgrí.

En la Figura 26 se observan numerosas dunas parabólicas desde el Coll de les Sorres hacia el norte las cuales tienen longitudes de 50 m hasta 200-250 m las más largas; cuyas alturas respectivas van desde los 2 m las más pequeñas hasta los 15-20 m las más altas (Fig. 27). La gran duna parabólica que se extiende desde el Coll de les Sorres hacia el sur, tiene una longitud de 985 m y una altura máxima de 15 m en la parte frontal. Los brazos de dicha parábola superan los 30 m respecto los campos de cultivo ubicados alrededor (Fig. 27). Esta gran duna alberga hasta 4 dunas parabólicas ubicadas

sucesivamente de norte a sur, cuyas longitudes oscilan entre los 150 y 250 m y tienen una altura alrededor de los 10 m.

## 7. La playa de sa Riera (Begur)

*Josep Pintó, Francesc Xavier Roig-Munar y Carla Garcia-Lozano*

La playa de Sa Riera se localiza en la zona central de la Costa Brava, en un sector de costa alta muy articulada, que se corresponde con el contacto del extremo septentrional de la Cordillera Litoral Catalana con el mar. Sa Riera es la playa de una pequeña bahía abrigada y orientada al nordeste, si bien originariamente era una cala de pescadores, en la actualidad su uso es principalmente residencial y turístico.

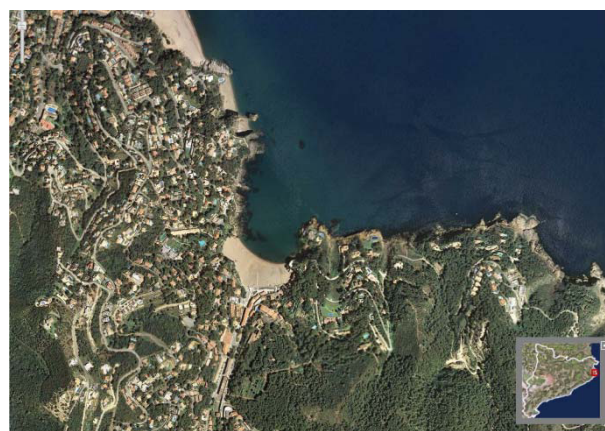


FIGURA 28. Vista aérea de la playa de Sa Riera. Al norte se observa el extremo sur de la playa de Pals y la cala de Illa Roja.

La playa es de dimensiones medianas, con una longitud aproximada de unos 200 m y una anchura que varía entre 40m en el extremo este de la playa y 80m en la parte central. Presenta una pendiente suave, sin berma ni peldaños de consideración. En sus extremos la playa se encuentra limitada por acantilados de altura moderada, que se extienden en dirección norte hacia la playa de Illa Roja y el extremo sur de la playa de Pals. Hacia el este la costa acantilada se extiende durante varios kilómetros, articulada entre pequeñas calas como Aiguafreda, Sa Tuna, Fornells, Aiguablava y diferentes promontorios entre los que destaca el cabo de Begur.

Hay que mencionar que la cala de Sa Riera se encuentra relativamente próxima al espacio natural Montañas de Begur, el cual forma parte del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) de Cataluña. La playa está limitada en el sector oeste por acantilados modelados en las filitas verdosas del Cámbrico-Ordovícico. En el extremo oriental, en cambio, predominan esquistos de color oscuro y rocas filonianas como microgranitos cobrizos. Los materiales que configuran la playa de Sa Riera, son arenas de granulometría mediana, de color dorado y naturaleza



silícica procedente de los sedimentos aportados por la riera que desemboca en la playa, así como por las aportaciones del transporte longitudinal desde la playa de Pals.



FIGURA 29. La playa de Sa Riera es una playa progradante con una tasa de acreción que se ha incrementado en los últimos años.

A pesar de que Sa Riera es una cala o playa encajada de pequeñas dimensiones, y por tanto sería de esperar que actuara como un sistema cerrado por lo que se refiere a la entrada y salida de sedimentos, su situación en el extremo sur de la extensa célula litoral de la bahía de Pals, sujeta a un transporte longitudinal que sigue de forma predominante la dirección norte-sur en su parte meridional, ha comportado que desde hace muchos años la playa de Sa Riera sea de las pocas playas del litoral catalán que está sujeta a una intensa dinámica de progradación de la línea de costa, de manera que la playa emergida ha doblado su superficie en los últimos 50 años (Fig. 30).

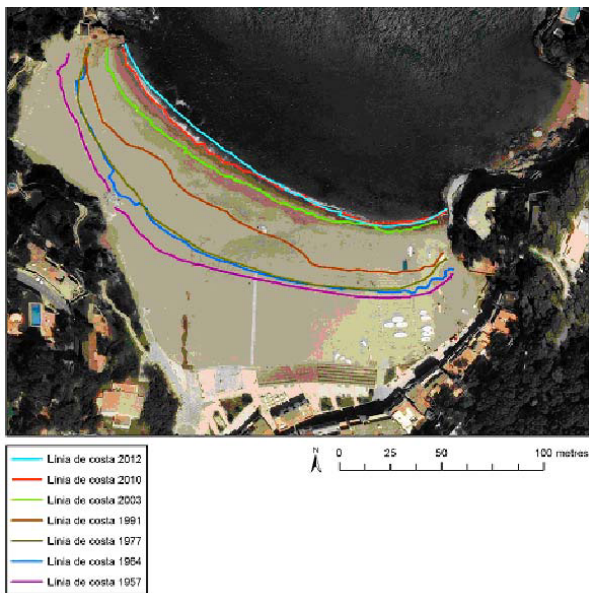


FIGURA 30. Evolución de la línea de costa en Sa Riera durante el periodo 1957-2012.

A mediados del siglo pasado las rocas de Sa Pirolda separaban dos depósitos sedimentarios que conformaban dos playas diferenciadas: Sa Riera, en el lado este y la Cala del Rey en el sector oeste (Fig. 31). A finales de los años 70 las dos playas formaban ya una

sola unidad (Fig. 32). La acumulación de arena había ido aumentando hasta sobrepasar las rocas que las habían mantenido separadas hasta entonces.



FIGURA 31. La playa de Sa Riera en 1960. Se observa como, a diferencia de lo que sucede actualmente, un pequeño promontorio separaba la playa de Sa Riera (fondo de la imagen) de la cala del Rey (primer término de la imagen).



FIGURA 32. Aspecto de la playa de Sa Riera a comienzos de la década de 2000.

Los estudios de la evolución de la playa realizados hasta la fecha muestran que la acumulación de arena se produce a lo largo de toda la playa. Sin embargo, se distinguen diferencias en las tasas de acreción entre sectores de playa. El sector central y oriental han tenido

las mayores tasas de acreción, en torno a 1m/a durante el periodo 1957-2003. En los últimos años ha sido el sector occidental y también la parte central de la playa las que han sufrido una mayor acumulación de arena, con tasas de acreción situadas alrededor de los 1,5 m/a. La cala no actúa como una célula litoral independiente sino que a efectos del transporte longitudinal de sedimentos forma parte de una célula más extensa que incluye el sector sur de la bahía de Pals. Las corrientes de deriva litoral, que siguen un sentido NE-SW transportan el material “sobrante” del sector sur de la playa de Pals y alimentan la cala de Sa Riera, hecho que es posible por la carencia de un obstáculo que actúe de barrera total al transporte longitudinal de sedimentos en este sector.

El aumento de la anchura de playa no tiene que considerarse en sí misma como un efecto beneficioso. A partir de una anchura determinada: la adecuada para disipar la energía de los temporales y para proporcionar un espacio suficientemente grande para la función recreativa estival, pueden aparecer algunos problemas, principalmente debidos a como son percibidos los cambios por los usuarios de playa.

En el caso de Sa Riera muchos de los residentes en el entorno de la playa han manifestado su preocupación a lo largo de los años por la progración de la playa por su impacto en aspectos como: el aumento de gastos de mantenimiento (ex: limpieza, pasarelas de acceso a la playa,...); el hecho de tener que recorrer un mayor camino hasta la franja útil, es decir la más próxima al agua, así como el hecho de recordar como más bello el paisaje de hace algunas décadas.

Debido a estas quejas de los residentes y a las necesidades de aportes que tienen muchas playas de la Costa Brava, en 2013 se realizó una primera retirada de 2000 m<sup>3</sup> de arena que fue transportada a la playa principal del municipio cercano de Sant Feliu de Guíxols. Desde 2016 las retiradas de arena se han realizado cada año en una cantidad que ha oscilado entre los 2000 y los 3000 m<sup>3</sup>, para regenerar playas del propio término municipal de Begur pero también de Palafrugell y Sant Feliu de Guíxols.

## 8. Las playas de Castell y de la Fosca

*Josep Pintó, Francesc Xavier Roig-Munar y Carla Garcia-Lozano*

La playa de Castell es uno de los rincones más singulares de la Costa Brava. La no urbanización del lugar ha permitido que se conserve una muestra relictual del que era el paisaje litoral antes de la transformación territorial de la costa catalana, sufrida a partir de la década de los años 50. Las características del paisaje de Castell le confieren un elevado valor naturalístico, estético, histórico y cultural que hacen que sea un lugar emblemático dentro del conjunto del litoral catalán.



FIGURA 33. Vista de la playa de Castell. En el centro se observa la desembocadura de la riera d'Aubi.

El paraje de Castell se enmarca en una costa articulada donde calas y playas de fondos de bahía alternan con promontorios y acantilados que se levantan prominentes sobre el nivel del mar. En la playa de Castell se puede observar, por un lado, el desarrollo de dunas incipientes en el límite de la playa alta, y una zona húmeda en el sector de confluencia de las rieras de Canyet y de Aubi con los depósitos arenosos, ambos elementos típicos de los paisajes de costa baja que hoy han desaparecido casi de la mayoría de playas del litoral. Por otro lado, los sectores de costa alta que rodean la playa destacan por la profusión de formas de erosión modeladas en el roquedo y que han dado lugar a arrecifes, islotes, agujas y a un singular arco: *la foradada de Castell*.

En la parte interior del litoral de Castell aparece un sector representativo del paisaje agrario tradicional del *hinterland* litoral gerundense, constituido por un mosaico armónico de cultivos, bosques de alcornocues, encinares y pinares, que se ha conservado intacto durante décadas.

Así, el principal valor que hace de Castell un lugar único en el contexto de la Costa Brava procede, precisamente del mantenimiento, sin cambios a lo largo del tiempo, del conjunto paisajístico integrado por la fachada litoral y su traspaís agrícola y forestal.

El área de Castell se ubica en la unidad geomorfológica que caracteriza el paisaje de la Costa Brava desde Begur hasta Blanes. Su naturaleza granítica, resultado de una intrusión ígnea que afectó los sedimentos paleozoicos, ha originado una costa densamente articulada, donde se intercalan acantilados, calas, bahías y playas en un litoral tan abrupto como encantador.

La playa de Castell tiene su origen en una línea de falla principal que por el sector oeste abre el macizo de las Gavarres al mar. Es una costa baja de acumulación

formada por depósitos de cantos rodados y arenas, al abrigo de dos formaciones rocosas de leucogranitos aplíticos, donde los acantilados más inmediatos oscilan entre los 5 y los 15 metros de altura, con pronunciados escarpes. La playa recibe importantes aportes sedimentarios de las rieras que descargan en la misma y, en mucha menor proporción, de la erosión de los acantilados que limitan la playa. En la desembocadura de la riera d'Aubi, en el contacto con la playa (Fig. 33), aparecen depósitos aluviales poco consolidados, con una proporción baja de carbonatos y un alto contenido en detríticos, mica y restos vegetales procedentes de la carga sólida que transporta la riera con carácter estacional. La parte interior de la playa está constituida por materiales sedimentarios procedentes de depósitos eólicos de arenas finas y por estratos subflorantes de depósitos de marisma, formados por limos salobres con materia orgánica y arenas.



FIGURA 34. La Foradada de Castell, arco originado por erosión diferencial de un dique porfídico que atraviesa una masa de corneanas.

La playa de Castell es una playa de tipo *pocket beach*, encajada entre dos promontorios rocosos. En el sector nororiental se levanta la Aguja de Castell, un islote de cuarzo que resiste aislado el embate del oleaje. En frente de la península de la Punta de sa Cobertera, se alinean una serie de arrecifes sub-superficiales, de leucogranito aplítico, originados por la erosión diferencial de los materiales que conforman el promontorio rocoso. Al norte de esta península aparece la *Foradada* (Fig. 34), un arco natural resultado del agrandamiento de una cueva, causada por la

disgregación progresiva de un dique de pórfidos felsíticos que atraviesan de este a oeste una masa de corneanas cuarzolíticas, una roca metamórfica mucho más resistente a la acción erosiva del oleaje.



FIGURA 35. Diques de cuarzo que atraviesan la masa de leucogranitos.

### *Historia de la protección del paraje de Castell*

El largo proceso, primero administrativo y después judicial, que comportó la calificación del paraje de Castell en suelo urbanizable programado y la posterior recalificación en suelo no urbanizable, merece una especial atención, haciendo un breve y simplificado recordatorio de su desarrollo.

El Plan General Urbanístico de Palamós de 1959 clasificaba el ámbito del Paraje y Plana de Castell como suelo no urbanizable. El conflicto empezó cuando en la revisión del Plan General de Ordenación Municipal (PGOM), aprobado definitivamente en 1992, después de un intenso debate interno que se prolongaba desde 1986, se clasificó este ámbito como suelo urbanizable programado residencial, dividido en dos sectores: el sector Plana de Castell y el sector Paraje de Castell, justificados por “[...] dar salida a una iniciativa conocida y solvente. Este suelo está destinado a acoger edificaciones residenciales de muy baja densidad y permite la obtención por parte del Ayuntamiento de grandes extensiones de terreno de gran valor paisajístico.”

En el sector Plana de Castell, propiedad de la empresa Inmobiliaria Camo, y en una superficie de 46,28 ha, que englobaba los terrenos situados alrededor del tramo final de la riera Aubi, el borde la playa de Castell y los bosques colindantes de la zona norte, se planeaba el uso hotelero y residencial con 100 viviendas unifamiliares junto a una zona deportiva dedicada a campo de golf. Por su parte, el sector Paraje de Castell, promovido por la Inmobiliaria Castell S.A, con una extensión de 40,3 ha y que comprende las áreas situadas al norte y levante de la playa de Castell y al sur del camino que lleva al cabo de Planes, se destinaba a 180

viviendas, entre unifamiliares, aisladas o agrupadas en hilera, y al uso hotelero. Lo más insólito fue que parte de estos dos sectores calificados como urbanizable programado, con la construcción concretamente de 208 viviendas, quedaban incluidos dentro del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) “Montañas de Begur”. Y más cuando, a pesar de que el Decreto era posterior a la aprobación de la revisión del PGOM de Palamós, en los espacios delimitados por el PEIN se aplica de manera preventiva el régimen urbanístico de suelo no urbanizable.

En junio de 1992 la Comisión de Urbanismo de Girona conformó el texto refundido de la Revisión del PGOM de Palamós donde se otorgaba a los sectores de Paraje y Plana de Castell la categoría de suelo urbanizable, hecho que provocó que la Liga para la Defensa del Patrimonio Natural (DEPANA) interpusiera un recurso contencioso-administrativo contra el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Cataluña. Mientras tanto, para canalizar la oposición a los planes de las dos empresas y a raíz de los inicios de tramitación de los dos planes parciales, el mes de abril de 1992 se creó una plataforma ecologista para la preservación del paraje. La Coordinadora “Salvem Castell” emprendió una intensa campaña de sensibilización popular en la que se cuestionaba la calificación urbanística del paraje y se pedía protección ante cualquier actuación urbanizadora. Apoyados por 13.124 firmas solicitaron efectuar una consulta popular para que el Ayuntamiento actuara según la voluntad mayoritaria de la población. En el referéndum que se celebró el 12 de junio de 1994 el 69,83% de los votantes se pronunciaron por la no urbanización de Castell. A pesar de que desde el punto de vista legal, el referéndum no fue considerado vinculante ni preceptivo, si era legítimo que la Corporación promoviera la modificación propuesta atendidos los valores medioambientales y arqueológicos de la zona y reconocido el error en los objetivos anteriormente planteados. Al tiempo, según el Tribunal Superior de Justicia de Cataluña (TSJC), la consulta popular disfrutaba de plena efectividad, puesto que este tribunal ya había desestimado la petición de suspensión del acto administrativo impugnado, al considerar que el referéndum afectaba a intereses públicos, ligados a principios de participación ciudadana.

Consecuentemente, dados los resultados del referéndum, el Ayuntamiento de Palamós tramitó la modificación puntual del Plan General de Ordenación Municipal en el ámbito de la zona del Paraje y Plana de Castell, cambiando la categoría de suelo urbanizable a suelo no urbanizable, para corregir los errores detectados y adaptar las disposiciones del planeamiento a las pautas de ordenación que la realidad urbana de Palamós verdaderamente precisaba. Las razones de este cambio también hay que encontrarlas en la consideración que el límite afectado por la modificación corresponde en una área boscosa rodeada de zonas

agrícolas y alejada de los núcleos urbanizados más próximos, el cual evidencia que la clasificación urbanística asignada a estos sectores se basaba en opciones voluntaristas de ocupación del territorio que nada tenían que ver con las necesidades reales de desarrollo urbano, estructurado alrededor de los cascos urbanos consolidados. Además, la solución de una urbanización controlada en este sector no era suficiente para garantizar la preservación de los valores naturales, ecológicos, paisajísticos y arqueológicos. Había que adoptar una vía más restrictiva eliminando cualquier proceso de urbanización para la efectiva conservación de todo el paraje.

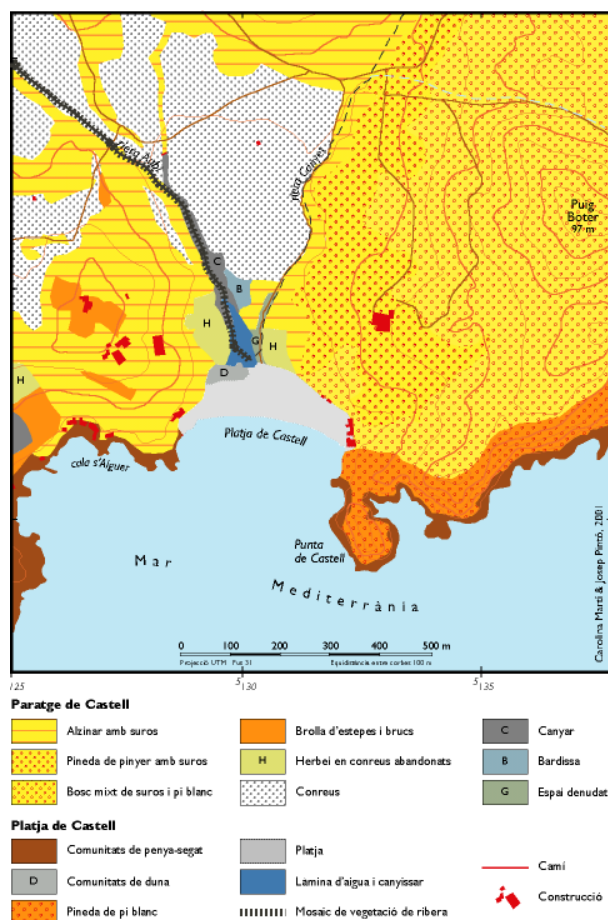


FIGURA 36. Cartografía de las unidades de paisaje de Castell.

Desde entonces una retahíla larguísima de recursos contencioso-administrativos fueron agrandando el expediente de Castell. Las empresas inmobiliarias implicadas contra el acuerdo del Pleno del Ayuntamiento de Palamós de 1993 de denegación de la tramitación de los respectivos planes parciales. Contra la convocatoria de la consulta popular sobre el tema de Castell y contra el acuerdo del Pleno municipal de 1996 por la suspensión de las licencias de edificación y escombros en todo el ámbito de Castell. El Ayuntamiento de Palamós pleiteando contra el acuerdo de la Comisión de Urbanismo de Girona de 1995, por el cual se efectuaba la suspensión del trámite de modificación puntual del PGOM en el ámbito del paraje y la llanura

de Castell, iniciado por el Ayuntamiento de Palamós, etc.

Hay que destacar que todas las resoluciones judiciales fueron siempre a favor de la preservación del paraje de Castell y, si el proceso se dilató en el tiempo, fue porque las sentencias, al ser recurridas, no eran firmes. Sin embargo, lo que más demoró el proceso fue el recurso de casación al Tribunal Supremo emprendido por la inmobiliaria Camo S.A. Mientras tanto, ya pronunciado el TSJC y pendientes de la sentencia decisoria del Tribunal Supremo, el Parlamento de Cataluña aprobó en 1999 la compra de 29 hectáreas del paraje de Castell a la inmobiliaria Castell S.A. por un importe de 2400 millones de las antiguas pesetas, a pagar a lo largo de un plazo de 20 años. La operación se realizó con el objetivo de “preservar la zona como un espacio de alto valor natural con bienes culturales de interés nacional”.

Y no fue hasta el pronunciamiento del Tribunal Supremo, en el año 2000, favorable a la recalificación urbanística del paraje de Castell en la categoría de suelo no urbanizable, que el paraje quedó definitivamente protegido.

### Gestión

La gestión aplicada en la playa del Castell en las últimas décadas dio lugar a una transformación de la playa y de su sistema dunar de fondo de cala, eliminando las morfologías dunares y su vegetación asociada y utilizando el extinto sistema como estacionamiento. En 2002 se inician acciones de recuperación del sistema limitando el acceso en coche a la playa, y permitiendo una tímida recuperación de la vegetación dunar en el extremo occidental de la playa (Figura).



FIGURA 37. Sector de dunas de la playa de Castell

En 2003 se refuerza el control de usos mediante reconducción de usuarios fuera del sistema y se aplican criterios de delimitación dunar, permitiendo la recolonización natural del sistema y la ganancia de volúmenes asociados a recuperación de morfologías dunares de fondo de cala. En 2004 se realizan

inventarios de seguimiento y en 2019 se aplicarán medidas de gestión encaminadas al avance de las delimitaciones para recuperar más superficie dunar sin ir en detrimento del uso y aprovechamiento de playa y la recuperación de las formas mediante retentores de sedimento.

En la playa de la Fosca, por el contrario, no se ha priorizado la recuperación de la superficie dunar al tratarse de una zona eminentemente urbana.



FIGURA 38. Sector acordonado en la playa de la Fosca

Aunque hoy en día solamente presenta un pequeño espacio acordonado en el extremo oriental de la playa (Fig. 38), a principios de siglo pasado la playa de la Fosca albergaba morfologías dunares en forma de cordones dunares en el extremo interior de la playa. El espacio dunar de antaño ha sido substituido por un paseo cementado y la naturalidad que presentaba la playa (Fig. 39A) se ha perdido en beneficio de apartamentos y casas aisladas situadas en su entorno inmediato (Fig. 39B).



FIGURA 39. Cambio paisajístico en la playa de la Fosca entre principios de siglo XX (A) y 2017 (B). Las dunas que había a principios de siglo pasado han desaparecido por completo y el entorno natural de la playa se ha convertido en un espacio eminentemente urbano.

## AGRADECIMIENTOS

El apartado de la duna continental del Montgrí ha sido ilustrado gracias a la amable contribución del Archivo Municipal de Torroella de Montgrí que dio acceso al fondo Josep Verd i Planes y al fondo Miquel Graells, así como a la gentil colaboración del Archivo Municipal de l'Escala que facilitaron el material del fondo Josep Esquirol.

## BIBLIOGRAFÍA DEL TEMA

- Carandell, J., 1978. *El Bajo Ampurdán: ensayo geográfico*. Diputación Provincial, Girona.
- Cros, L., Serra, J., 1993. A complex dune system in Baix Empordà (Catalonia, Spain). *Geol. Soc.* 191–199.
- Crous, A. y Pintó, J., 2006. Evolución de la playa de Sa Riera en los últimos 50 años. *Investigaciones Geográficas*, 39: 119-130.
- de Ferrer, J., 1895. *Proyecto de fijación y repoblación de las dunas procedentes del golfo de Rosas*. Imprenta de Ricardo Rojas, Madrid.
- Durán, R., Guillén, J., Ruiz, A., Jiménez, J.A., Sagristà, E., 2016. Morphological changes, beach inundation and overwash caused by an extreme storm on a low-lying embayed beach bounded by a dune system (NW Mediterranean). *Geomorphology* 274, 129–142.  
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.09.012>
- García-Lozano, C., Pintó, J., Daunis-i-Estadella, P., 2018. Changes in coastal dune systems on the Catalan shoreline (Spain, NW Mediterranean Sea). Comparing dune landscapes between 1890 and 1960 with their current status. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 208, 235–247.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.05.004>
- Hesp, P.A., 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology* 48, 245–268. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00184-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00184-8)
- ICC, 2010. *Llibre Verd: Estat de la zona costanera a Catalunya*. Institut Cartogràfic de Catalunya i Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Marqués, M.A., Julià, R., 2005. Evolución de la zona litoral del Empordà durante el último milenio, in: *Geomorfología Litoral i Quaternari*. Homenatge a Vicenç M. Roselló i Verger. Universitat de València, València, pp. 259–272.
- Marqués, M.A., Julià, R., 1983. Características geomorfológicas y evolución del medio litoral de la zona de Empuries (Girona). *Cad. do Lab. Xeolóxico Laxe* 5, 155–164.
- Marqués, M.A., Julià, R., Muntaner, J., Montaner, J., 2011. Las dunas de la costa norte catalana, in: Sanjaume, E., Gracia, F.J. (Eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Cádiz, pp. 187–203.
- Martí, C. y Pintó, J., 2002. El paisatge de la platja de Castell. *Revista de Girona*, 210:24-34.
- Mas, J., Palli, L., Bach, J., 1989. Geologia de la plana del Baix Empordà. *Estudis sobre el Baix Empordà* 8, 5–43.
- Montaner, J., 2010. *El flux hidrològic de la plana litoral del Baix Ter*. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis.
- Montaner, J., Solà, J., Mas-Pla, J., Pallí, L., 1995. Geologia recent de la plana del Ter. *Estudis sobre el Baix Empordà* 14, 43–53.
- Pintó, J.; Martí, C. y Fraguell, R.M., 2014. Assessing current conditions of coastal dune systems of Mediterranean developed shores. *Journal of Coastal Research*, 30: 832-842.
- Pintó, J. y García-Lozano, C., 2016. Transformación histórica reciente y situación actual del paisaje dunar en Cataluña. En: F. X. Roig-Munar (ed.). *Restauración y gestión de sistemas dunares*. Estudios de casos. *Recerca i Territori*, 8: 82-99.
- Pipió i Gelabert, H., 1999. Ressenya històrica del procés de fixació de les dunes empordaneses. *Papers del Montgrí* 17, 26–41.
- RISKCAT. Los riesgos naturales en Cataluña, 2008. J.M. Vilaplana y B. Payàs (eds.). Guillén, J.: Fenómenos litorales. Generalitat de Catalunya, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible, 75 pp.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Pintó, J., Ramos, S., Vicens, J., Rodríguez-Perea, A., García-Lozano, C., Gelabert, B., 2018. Análisis de la evolución de los sistemas dunares del Alt y Baix Empordà (Costa Brava, Catalunya) mediante el uso de variables geomorfológicas y de gestión, in: García, C., Gómez-Pujol, L., Morán-Tejeda, E., Batalla, R.J. (Eds.), *Geomorfología del Antropoceno*. Efectos Del Cambio Global Sobre Los Procesos Geomorfológicos. Universitat de les Illes Balears, Sociedad Española de Geología, Palma de Mallorca, pp. 169–174.
- Roig-Munar, F.X., Pintó, J., Vicens, J., Martín-Prieto, J.Á., Ramos, S., García-Lozano, C., 2017. Análisis de la evolución del sistema dunar de la Pletera (Costa Brava, Cataluña) mediante el uso de variables geomorfológicas y de gestión *Geo-Temas* 17, 175–178.
- Roig-Munar, F.X., Vicens, J., Mir-Gual, M., Martín-Prieto, J.A., Pons, G.X., 2013. Evolución espacio temporal (1956-2012) de los sistemas dunares del Baix y Alt Empordà (Girona, Cataluña). *Geo-Temas* 14, 99–102.
- Sainz-Amor, E., Julià, R., 1999. Utilización de la mineralogía de arenas en la interpretación paleoambiental de las llanuras aluviales costeras: El Empordà, NE de la Península Ibérica. *Acta Geol. Hisp.* 31, 55–65.