

El paisaje dunar en Cataluña

Josep PINTÓ

Pintó, J. 2012. El paisaje dunar en Cataluña. En: Rodríguez-Perea, A., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Mir-Gual, M. y Cabrera, J.A. (eds.). *La gestión integrada de playas y dunas: experiencias en Latinoamérica y Europa*: Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 19: 349-363. ISBN: 978-84-616-2240-5. Palma de Mallorca.

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

La gestión
integrada de
playas y
dunas:

experiencias
en

Latinoamérica
y Europa

Los cambios en el paisaje costero que han tenido lugar en las últimas décadas bajo la presión del desarrollo urbanístico, motivado en muchos lugares por las actividades turísticas, ha transformado profundamente los antiguos paisaje dunares de la costa catalana. En este trabajo se analizan las causas de la degradación de los sistemas dunares y se caracterizan los sistemas más importantes que aún persisten, localizados en el golfo de Roses, la llanura del Baix Ter, el delta del Ebro y la playa de Torredembarra.

Palabras clave: dunas costeras, costa catalana, paisaje dunar.

THE DUNE LANDSCAPE IN CATALONIA. Changes in coastal landscapes that occurred in the last century under the pressure of urbanisation processes, and were driven in most places by tourism activities, have profoundly transformed the old coastal dune landscapes of Catalonia (Spain). In this article, causes of the degradation of dune landscapes are analyzed and the most important remnant systems (Gulf of Roses, Baix Ter plain, Ebro Delta, Torredembarra beach) are described.

Key words: coastal dunes, Catalan coast, dune landscape

Josep PINTÓ, Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP).
Universitat de Girona. josep.pinto@udg.es

Introducción

Posiblemente, ningún otro tipo de paisaje posea la diversidad que ofrecen los paisajes litorales. Una diversidad que se debe, sobre todo, a la posición geográfica del litoral en la faja de contacto entre dos medios tan distintos como son el mar y la

tierra. Un paisaje por lo tanto que es un crisol de influencias, tanto terrestres como marinas, tanto de tipo natural como humano. La complejidad y la riqueza del paisaje costero procede precisamente de este juego de interacciones de origen diferente, y en el cual la proximidad del mar tiene un papel principal.

El paisaje dunar

La importancia de los paisajes dunares costeros no ha sido reconocida en su totalidad hasta hace muy poco tiempo. Desde un punto de vista geomorfológico las dunas costeras realizan una función de defensa de las tierras bajas frente a las olas de temporal y las inundaciones marinas. También es notable la función de las dunas como reservorio de arena en las costas amenazadas por la erosión costera.

Desde una perspectiva ecológica la importancia de las dunas no es menor. Las dunas constituyen el hábitat exclusivo de un elevado número de especies (como se discutirá más adelante) y la desaparición o degradación de los ambientes dunares constituye un claro ejemplo de frecuentación del hábitat que conlleva un riesgo de empobrecimiento y pérdida de la biodiversidad en la zona costera.

Tampoco debe olvidarse el valor recreativo y el atractivo turístico de los paisajes dunares. La variedad de formas dunares y de los tipos de vegetación es sorprendente y muestra una gran diversidad en espacios reducidos. En la costa española y de Cataluña el desarrollo urbanístico, industrial, portuario y turístico que se ha producido durante el último siglo no ha atendido los distintos valores del paisaje dunar, el cual ha desaparecido de muchos tramos costeros.

Las causas de la degradación de las dunas en España han sido puestas de manifiesto por distintos autores citados por Gómez-Pina et al. (2002) en un trabajo donde señalan hasta trece tipos de impactos sobre las dunas y donde se destacan como más importantes los siguientes: el desarrollo del turismo masivo, la construcción de carreteras y bulevares, la extracción de las arenas con fines económicos y la erosión costera.

En Cataluña, el litoral se ha mostrado como una de las zonas más dinámicas del país en cuanto a crecimiento demográfico y económico. El año 1900 la población que vivía en los 70 municipios litorales de Cataluña -considerando como municipio litoral aquel cuyo término municipal limita con el mar-, era de 719.262 habitantes y representaba el 38,4 % de la población total del país. Por otra parte el año 2000 se habían logrado los 2.772.337 habitantes -el 44,3% del total-. El aumento demográfico moderado que reflejan los porcentajes anteriores no se corresponde con la realidad del incremento de población que han sufrido la mayor parte de los municipios costeros. Los datos anteriores están influidos por la distorsión que genera la magnitud del peso relativo de la ciudad de Barcelona en el conjunto, pues ella sola a principios de siglo concentraba el 74,5% del total de población litoral, un porcentaje que en el año 1950 ascendía al 77,7%, y, pese a la disminución de su peso relativo, el año 2000 todavía participaba con el 54%. Si se examina pues la evolución de la población costera sin tener en cuenta los datos referentes a la ciudad de Barcelona se observa como aquella ha pasado de constituir el 10% del total el año 1900, hasta el 20,4%, el año 2000 (Pintó y Martí, 2004). Un aumento de peso relativo difícil de equiparar con ninguna otra zona del país y que en los últimos 50 años se ha mantenido muy por encima de la media de crecimiento de Cataluña. Sirvan como ejemplo los datos del periodo 1990-2000, en el cual la población de los municipios costeros -sin incluir Barcelona- creció en un porcentaje (11,7%) casi cinco veces superior a la media del Principado (2,4%).

A los efectivos mencionados de la población residente hace falta añadir la población estacional que en los meses de verano y en algunas poblaciones costeras como Salou puede llegar a cuadruplicar la

empadronada. Y es que el turismo, tanto el de visitantes como el residencial, se ha constituido en el motor de muchas de las transformaciones socioeconómicas del litoral. Sólo hace falta recordar, como datos de referencia, que en 1960 los visitantes extranjeros en Cataluña no llegaban a los 2 millones, el año 1970 eran más de 8 millones, desde 1975 hasta comienzo de los años 80 oscilaron entre los 10-12 millones en un periodo de un cierto estancamiento pero que se rompió a mediados de la década de 1980 y llegar a los 15 millones el 1989. A mediados de los 90 el número de visitantes fue de 16 millones y el crecimiento parece que no tiene techo: 23,4 millones el 2003. A lo largo de estos años, tal y como lo demuestran las cifras anteriores, el sector turístico se ha convertido en una de las principales industrias de la economía catalana y en esta industria el turismo de costa es con mucha diferencia el componente principal.

El incremento de los efectivos poblacionales, tanto los residentes como los temporales, además de generar unas necesidades de servicios y de mejora de las infraestructuras ha contribuido en gran medida a la expansión del espacio construido y por tanto a la transformación del paisaje litoral. No se disponen todavía de las cifras de cambio del espacio construido para todo el litoral de Cataluña pero algunos trabajos recientes sobre la Costa Brava (Martí, 2001) ponen de manifiesto la magnitud de la tragedia. En el conjunto de la Costa Brava el área urbanizada ha pasado de ocupar 1127 hectáreas el año 1956, un 1,7% del territorio, a cubrir 8810, el 13,3%, el año 2003. Pero lo más preocupante desde el punto de vista del paisaje ha sido la dispersión, a veces caótica, de las construcciones, que han tendido a ocupar de forma extensiva la primera línea, sobre todo

en los tramos de costa baja, y también muchas vertientes encaradas al mar en los tramos de costa alta.

El cambio en la estructura económica de los municipios litorales producido a lo largo de la segunda mitad del siglo XX ha comportado que algunos campos de actividad que habían sido muy importantes en el pasado, como las actividades agrarias y, en general, la totalidad del sector primario, tengan un peso muy minoritario dentro de la economía actual de las localidades litorales. En algunas localidades costeras mono-especializadas en el sector turístico como Salou, Lloret de Mar y Castell-Playa de Aro, el porcentaje de ocupados en el sector turístico no llega a superar el 1,5%. En el conjunto del litoral las tierras de cultivo han ido en retroceso de manera ininterrumpida desde la década de los años 50. Por una parte se ha producido un abandono de las tierras agrícolas situadas en la baja montaña que bordea la costa, en un proceso similar al que se ha dado en las zonas montañosas de todo el país (Barbaza, 1988). Por otra parte, el crecimiento que ha experimentado el espacio urbanizado -comentado en un párrafo anterior- se ha efectuado mayoritariamente a expensas de las tierras de cultivo. En Blanes, por ejemplo, actualmente queda sólo el 46% de la superficie de cultivo existente en el año 1980 (Serra y Pintó, 2006).

La transformación del espacio litoral ha afectado principalmente a los paisajes dunares, los cuales se han visto reducidos a su mínima expresión, o bien han sido aniquilados por el avance imparable del espacio urbanizado. En la actualidad el paisaje dunar en Cataluña sólo se encuentra bien representado en cinco sectores costeros: el golfo de Roses, el litoral del Baix Ter, el delta del Llobregat, la costa de Torredembarra y el delta del Ebro (Fig. 1).



Fig. 1. Localización de los paisajes dunares en la costa catalana.

Fig. 1. Location of the dune landscapes on the Catalan coast.

En el resto de playas las acumulaciones eólicas de arena se limitan a pequeños montículos que se forman en el límite entre la playa seca y el espacio urbanizado o el espacio agrícola, a menudo debido a la presencia de algún tipo de construcción: paseos marítimos, muros, bordillos, o por la existencia de taludes y otras rupturas bruscas de pendiente.

La vegetación de las dunas

Desde un punto de vista fitocenológico las dunas constituyen ambientes

azonales en los cuales la influencia del clima sobre la vegetación se encuentra mediatizada por la existencia de factores edáficos que condicionan intensamente la colonización vegetal. En las acumulaciones eólicas de arena se pueden distinguir diversos ecótopos o teselas en relación con la variación espacial de los siguientes factores: la disponibilidad de nutrientes -nitrógeno principalmente-, la movilidad de la arena por causa de la acción del viento, la disponibilidad hídrica, la textura del suelo y la deposición del aerosol salino.

Uno de los factores más importantes en la selección de las especies vegetales con capacidad de colonizar los ambientes dunares es la movilidad del substrato. Las dos alianzas fitosociológicas: *Ammophilion* y *Crucianellion*, agrupan respectivamente a las comunidades dunares que se desarrollan en los sectores donde se da una alta movilidad de la arena empujada por el viento: la foredune y las crestas, y aquellas otras que colonizan los mantos arenosos situados a sotavento, donde la movilidad del substrato es muy baja.

En Cataluña, la transformación del espacio litoral bajo el empuje del turismo que se ha dado en las últimas décadas ha provocado una reducción del paisaje dunar, común en la mayoría de la costa baja catalana hasta hace unas décadas, que o bien ha desaparecido o bien ha visto reducida su extensión a un estrecho cordón litoral atrapado entre la playa y las áreas urbanizadas. Las comunidades del *Crucianellion* son las que se han visto más afectadas por el avance de la urbanización a expensas de los ambientes dunares. La distribución de *Crucianella maritima*, especie característica de la alianza, es un fiel reflejo de la transformación de los ambientes dunares y de la desaparición de los mantos de arena que se extendían tierra adentro, hoy recubiertos por edificaciones, campings, campos de golf o cualquier otra modalidad de espacio construido.

El cortejo florístico de las comunidades dunares en Cataluña está compuesto en primer lugar por un núcleo de especies psammófilas que tienen en los ecótopos dunares su hábitat exclusivo. Otro grupo de plantas dunares está formado por especies que además de colonizar las dunas costeras también se encuentran en otros ambientes continentales afines. Este grupo está formado por plantas psamófilas, pero también por halófilas y nitrohalófilas. Además, en las dunas también se suelen

encontrar especies procedentes de los ambientes costeros vecinos como son las costas rocosas y las marismas y saladares. A las especies de los grupos anteriores se debe añadir un extenso número de plantas acompañantes, xerófitos principalmente, que tienen su óptimo en hábitats distintos a los dunares. Finalmente, en las dunas prosperan también un grupo reducido de plantas alóctonas naturalizadas, como por ejemplo *Carpobrotus edulis*, que se comporta como especie invasora y en algunos puntos da lugar a un cambio paisajístico importante.

En Cataluña, el conjunto de comunidades vegetales de las playas y dunas se clasifican en hasta diez asociaciones distintas, pertenecientes a nueve órdenes de vegetación diferentes (ver Tabla 1).

Las especies nitrohalófilas que viven en las playas, se clasifican en dos comunidades distintas. Por un lado, la comunidad *Salsolo-Cakiletum maritimae* Costa & Mansanet 1981, caracterizada por la presencia del rábano de mar (*Cakile maritima*) y la barrilla pinchosa (*Salsola kali* subs. *ruthenica*), comunidad muy extendida por todo el litoral. Por otra parte, la comunidad *Atriplicetum hastato-tornabeni* O. Bolòs 1962, muy rara y solo observada en el delta del Llobregat y en el delta de l'Ebro, se distingue porqué a parte de las especies citadas contiene la poco común *Atriplex tatarica*.

La duna delantera o foredune es el hábitat de otras dos comunidades muy comunes en estos ambientes. La parte de la duna expuesta a barlovento está colonizada por la comunidad *Agropyretum mediterraneum* Br.-Bl. 1931, donde predominan *Sporobolus pungens* y *Elymus farctus*, dos especies de gramíneas rizomatosas bien adaptadas a la movilidad de las arenas. La cresta dunar por su parte está colonizada por el *Medicago marinae-Ammophiletum*

arundinaceae Br.-Bl. (1931) 1933, muy rica en especies psammófilas que tienen en las dunas su hábitat exclusivo como por ejemplo *Pancratium maritimum*, *Echinophora spinosa*, *Euphorbia paralias* y otras muchas.

En las arenas semifijadas que se extienden a sotavento del cordón dunar, aumenta la proporción de limos y arcillas así como la retención de humedad en el suelo. Ambos factores permiten la entrada de especies leñosas o semileñosas como *Crucianella maritima*, *Thymelaea hirsuta* y *Ononis natrix* subs. *ramosissima*, propias de la comunidad *Crucianelletum maritimae* Br.-Bl. (1931) 1933.

En el delta del Ebro, se ha definido una comunidad integrada por especies anuales como *Vulpia membranacea* subs. *fasciculata*, *Medicago littoralis*, *Desmazeria marina*, que se ha clasificado como *Desmazerio marinae-Medicagetum inermis* Curcó 1990.

En las depresiones interdunares, sobre suelos arenosos húmedos y nada móviles, a menudo enriquecidos con arcillas y limos, aparece la comunidad *Eriantho ravennae-Holoschoenetum australis* O. Bolòs 1962, caracterizada por la presencia de *Erianthus ravennae* una gramínea alta, sabanoide, acompañada por otras especies de los mantos arenosos semifijados como *Thymelaea hirsuta*, *Plantago crassifolia* y plantas junciformes como *Schoenus nigricans* y *Scirpus holoschoenus* que indican una transición hacia los juncales que limitan con las zonas de marismas. Esta comunidad se ha identificado en el delta del Ebro, las dunas de Torredembarra y el delta del Llobregat (Curcó, 1990; Perdígó y Papió, 1985).

Solamente en el delta del Ebro, se ha identificado una comunidad (*Zygophyllo albi-Limonietum latebracteati* Br.-Bl, Font-Quer, G. Br.-Bl., Frey, Jansen & Moor 1936) que coloniza los pequeños

montículos de arenas fijadas que limitan con las comunidades halófilas típicas de las marismas. Dicha comunidad está integrada por diversas especies halófilas pertenecientes al género *Limonium*, como *Limonium latebracteatum*, *L. girardianum*, *L. virgatum*, pero sobretodo por la presencia de la rarísima *Zygophyllum album*, una especie de distribución sahariana que tiene en el delta del Ebro su única localidad europea.

En la zona de transición entre el paisaje dunar y el paisaje de marisma, se encuentra a veces un ambiente caracterizado por la presencia de un manto de arena en posición topográfica deprimida, que en primavera puede mantener una humedad relativamente elevada y evoluciona hacia un ambiente mucho más seco en verano. Estas zonas están colonizadas por comunidades pertenecientes al *Schoeno nigricantis-Plantaginietum crassifoliae* Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952, presididas por *Plantago crassifolia* y una especie de junco, *Schoenus nigricans*, donde además no son raras algunas especies del género *Limonium* como *Limonium vulgare* o *Limonium echioides*. Esta comunidad se encuentra bastante extendida en el litoral, hallándose en la mayoría de paisajes dunares, desde el delta del Ebro, Torredembarra, el delta del Llobregat y las dunas del Alto Ampurdán. También en las arenas fijadas que se extienden a sotavento del cordón dunar, con una salinidad moderadamente elevada y que mantienen en primavera un grado de humedad elevada, se encuentran comunidades presididas por una gramínea anual, de porte discreto, como *Parapholis filiformis*, acompañada de la cariofilácea *Sagina maritima*. Unas comunidades que se clasifican en la asociación *Junco minutuli-Parapholidetum filiformis* Perdígó & Papió 1985, solamente descrita en las dunas de

Ord. <i>Ammophiletalia</i>
Al. <i>Ammophilion australis</i> Br.-Bl. 1921
Subal. <i>Ammophilenion australis</i>
<i>Medicago marinae-Ammophiletum arundinaceae</i> Br.-Bl. (1931) 1933
Al. <i>Agropyro-Minuartion peploidis</i> Tüxen in Br.-Bl. & Tüxen 1952
Subal. <i>Agropyrenion farcti</i> Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980
<i>Agropyretum mediterraneum</i> Br.-Bl. 1931
Ord. <i>Crucianelletalia</i>
Al. <i>Crucianellion maritimae</i> Rivas Godoy & Rivas-Martínez 1958
<i>Crucianelletum maritimae</i> Br.-Bl. (1931) 1933
Ord. <i>Cakiletalia integrifoliae</i>
Al. <i>Cakilion maritimae</i> Pignatti 1953
<i>Salsolo-Cakiletum maritimae</i> Costa & Mansanet 1981
<i>Atriplicetum hastato-tornabeni</i> O. Bolòs 1962
Ord. <i>Malcolmietalia</i>
Al. <i>Alkanno-Maresion nanae</i> Rivas Godoy ex Rivas Godoy & Rivas-Martínez 1963
<i>Desmazerio marinae-Medicagetum inermis</i> Curcó 1990
Ord. <i>Juncetalia</i>
<i>Plantaginion crassifoliae</i> Br.-Bl. In Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
<i>Schoeno nigricantis-Plantaginetum crassifoliae</i> Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
Ord. <i>Frankenietalia</i>
Al. <i>Frankenion pulverulentae</i> Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976
<i>Junco minutuli-Parapholidetum filiformis</i> Perdigó & Papió 1985
Ord. <i>Limonietalia</i>
Al. <i>Limonion confusi</i> (Br.-Bl. 1933) Rivas-Martínez & Costa 1984
<i>Zygophyllo albi-Limonietum latebracteati</i> Br.-Bl, Font-Quer, G. Br.-Bl., Frey, Jansen & Moor 1936
Ord. <i>Tamaricetalia</i>
Al. <i>Imperato cylindricae-Erianthion ravennae</i> Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
<i>Eriantho ravennae-Holoschoenetum australis</i> O. Bolòs 1962

Tabla 1. Clasificación fitosociológica de las comunidades dunares en Cataluña.

Table 1. Phytosociological classification of the dune plant communities on the Catalan coast.

Torredembarra y del litoral del Alto Ampurdán.

Las dunas del golfo de Rosas

En el golfo de Rosas, la llanura costera que limita con el mar ha permitido el desarrollo de largas playas abiertas y

arenosas. La acción de la tramontana, un viento de dirección norte-sur, seco y que puede llegar a soplar con velocidades superiores a los 100 km/h, en combinación con los levantes, han dado lugar a la formación de cordones litorales de dunas. Sin embargo, el desarrollo de la urbanización costera impulsada por el turismo ha fragmentado o aniquilado las

dunas costeras de las playas más urbanizadas. En la actualidad, el cordón dunar se extiende de forma más o menos alterada, en todo el arco del golfo excepto en las playas urbanas de Roses, Santa Margarida y Empuriabrava, variando en anchura y estado de conservación de un sector a otro.

Destacan en este tramo litoral, las grandes dunas continentales que se extienden entre la Escala y Torroella de Montgrí (ver la Fig. 2), las cuales atraviesan el macizo del Montgrí de norte a sur. Dichas arenas se acumularon al sur del río Fluvià y fueron desplazadas por la tramontana hacia los relieves del macizo del Montgrí hasta convertirse en un problema para los habitantes de la zona al invadir los campos de cultivos y obstaculizar los caminos. Así por ejemplo, en el libro de conclusiones del consistorio de Torroella de Montgrí constan quejas de los particulares de este municipio afectados por el avance de las arenas, datadas en los años 1683, 1685 y 1690 (Pipió, 1999). También en su "Diario de los viajes hechos en Cataluña", entre los años 1785 y 1790, Francisco de Zamora se refiere a las grandes acumulaciones de arena impulsadas por la tramontana que encontró entre Torroella de Montgrí y L'Escala.

En el último tercio del siglo XIX, algunos ingenieros de montes se refieren a la problemática de las dunas del Ampurdán en trabajos publicados en diversas revistas de ámbito forestal. Así José Sainz de Baranda se refiere a ellas en un artículo publicado en 1870 en la "Revista Forestal, Económica y Agrícola". Primitivo Artigas en 1875 incide en el mismo tema en sendos artículos reproducidos en la revista citada y en la revista "Montes" y diez años más tarde, en 1885, en la "Memoria relativa a la excursión forestal a la provincia de Gerona en 1882" expone los resultados de sus observaciones sobre la extensión del campo

de dunas, sus causas y efectos, así como una serie de propuestas para fijar las arenas mediante su repoblación con especies forestales.

En 1894 el ingeniero de montes Javier de Ferrer finaliza la redacción de un "Proyecto de fijación y repoblación de las dunas procedentes del golfo de Rosas" por encargo del Distrito Forestal de Barcelona, Gerona y Baleares. Se cuantifican en 350 ha. la superficie de terreno ocupada por las dunas, repartidas entre los municipios de Sant Pere Pescador, L'Escala y Torroella de Montgrí, siendo este último término municipal el más afectado con 205 ha.

Los trabajos de fijación se iniciaron en 1896 y finalizaron en 1910. Se iniciaron con la construcción de una contra-



Fig. 2. Extensión de las dunas fijadas en la zona del Montgrí y de Begur.

Fig. 2. Area occupied by fixed dunes in the Montgrí and Begur zones.

duna en el tramo final del golfo de Roses, entre la desembocadura actual del Fluvià y L'Escala. En realidad se trataba de levantar un cordón dunar o foredune artificial, paralelo a la línea de costa y arqueado en los sectores de separación de las diversas playas, con el objetivo de crear una barrera a las arenas de playa movilizadas por los levantes y por la tramuntana para que no pudieran alimentar el sistema de dunas interiores. Para ello se construyó en primer lugar una empalizada con estacas que sostenían un encañado, con el objetivo de que la duna que se formara se levantara unos 3 metros sobre el terreno. En los sectores curvos de la duna litoral se ayudó la fijación de las arenas con la plantación de haces de barrón (*Ammophila arenaria*) en cuatro hileras paralelas y sembrando luego semillas de la misma planta en los espacios libres entre las hileras.

En las dunas interiores el ingeniero Javier Ferrer había observado la presencia espontánea de especies psammófilas como: *Ammophila arenaria*, *Tamarix gallica*, *Panocratium maritimum*, *Echinopora spinosa*, *Euphorbia paralias* junto a otras matas propias de ambientes xerofíticos como *Helichrysum stoechas*, *Ononis natrix*, *Sideritis hirsutus*, etc., pero con una densidad de recubrimiento del suelo incapaz de fijar las arenas y evitar su desplazamiento. Por tanto el sistema de fijación que se propuso fue en una primera fase análogo al utilizado en la duna litoral. El barrón (*Ammophila arenaria*) vivo, con raíces, plantado en líneas paralelas separadas unos 2,5 metros. En los espacios libres entre hileras abrir surcos en los que se sembrarían semillas de *Pinus pinaster*, *Ammophila arenaria* y *Genista scoparia*, cubiertos luego, para una mejor protección de las arenas frente al viento, con ramas de pinos.

Las dunas de la llanura litoral del Ter

En el tramo litoral que coincide con la desembocadura del río Ter, el cordón dunar se halla de forma más o menos continua de un extremo a otro del arco costero, desde l'Estartit a Pals. Se trata de una duna delantera o foredune que en buena parte del sector está limitada por la presencia de urbanizaciones y cámpings, lo que ha alterado enormemente las comunidades vegetales relacionadas con los hábitats correspondientes a las arenas estabilizadas.

Como sucedía en el litoral del Alto Ampurdán, la tramontana movilizó a lo largo de los últimos siglos una cantidad ingente de arena, en dirección norte-sur, desde Pals hacia Begur, atravesando la parte meridional de las montañas de Begur (Fig. 2).

La antigüedad de las dunas de Begur no está tan clara como en el caso de las del golfo de Roses, de donde se conocen varios documentos históricos, pero lo que sí que parece evidente es que su formación es posterior a la época romana, existiendo una gradación cronológica de poniente a levante (Cros, 1987). En este sentido, tuvo una notable importancia la desviación del río Ter, que hasta principios del siglo XIV desembocaba en la playa de la Font -al pie de L'Escala, en el Alt Empordà-, y que en 1302 se desvió hacia el litoral situado al sur del macizo del Montgrí. A partir de ese momento, la aportación de sedimentos arenosos aumentó claramente y con ello se aceleró la formación de dunas en la llanura litoral del río Ter.

El avance de estas dunas tuvo consecuencias desastrosas en el conjunto del área afectada, resaltando por encima de todo la destrucción de cultivos de vid, olivos, cereales y huertas, que en algunos casos provocó el abandono de la tierra por

parte de los particulares. Otras consecuencias fueron la interrupción de caminos como el que une las localidades de Pals, Regencós y Begur, la afectación de acequias, el cubrimiento de construcciones, la colmatación de humedales, etc. (Ferrer, 1905; Artigas, 1885).

La lucha contra el avance de las dunas empezó, por parte de los particulares, bastante antes de las conocidas repoblaciones que se efectuaron a comienzos del siglo XX. Los propietarios de las tierras optaron en varios casos por extender en estas superficies el cultivo de la vid, que se adapta bien a este nuevo sustrato, pero para ello fue necesario frenar las dunas por medio de especies vegetales bien adaptadas a estos ambientes, utilizando sobretodo *Ammophila arenaria*, *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*-, y mediante técnicas que posteriormente se volverían a utilizar para la fijación definitiva. A pesar de ello, la falta de medios hizo fracasar algunos intentos.

Con el paso del tiempo, se vio la necesidad de llevar a cabo una actuación en el conjunto de la zona. De esta manera, a finales del siglo XIX ingenieros forestales como el citado Primitivo Artigas se hicieron eco de la problemática provocada por el avance de las dunas.

Hay que remarcar una notable diferencia entre el caso de las repoblaciones de las dunas procedentes del golfo de Roses y las de Begur, puesto que en el primer caso fue el Estado el que llevó la iniciativa, mientras que en el segundo caso la fijación y repoblación anduvo en manos de particulares (Carandell, 1937). Es por ello que se poseen numerosos documentos referentes a los trabajos realizados en el Montgrí, mientras que de las realizadas en Begur se sabe bastante poco.

Podemos afirmar que estos trabajos no tienen ningún precedente a nivel español (Artigas, 1885), por lo que se inspiraron en

las repoblaciones efectuadas en el vecino estado francés, de entre las que destacan las realizadas en las Landas en 1787. Las obras, en el caso de Torroella de Montgrí, duraron unos 8 años (1895-1902), mientras que las de Begur empezaron posteriormente, puesto que hacia principios de siglo las dunas aún eran arenales desérticos (Carandell, 1937).

Las técnicas utilizadas en los dos casos seguramente fueron muy parecidas, y consistieron básicamente en la ejecución de proyectos de defensa, fijación y repoblación de las dunas, siguiendo este mismo orden (Ferrer, 1895).

La fijación y la repoblación se hacían con escaso tiempo de diferencia, y se aplicaron en todo el sector de dunas interiores. Para la fijación se utilizó el borron (*Ammophila arenaria*), que aún permanece en diversos puntos. Se plantaba en líneas perpendiculares a la dirección de la tramontana. Junto a esta especie se cubría la superficie con ramaje de pino. En aquellos casos en los que el terreno estaba ocupado por la vid, se utilizó la *Ammophila* "a muerte", o sea, plantándola sin las condiciones que necesita para desarrollarse, evitando así su invasión. Otra especie utilizada frecuentemente fue la retama.

En el caso de las dunas interiores de Begur, el *Pinus pinea*, fue la especie forestal protagonista, árbol que forma actualmente grandes manchas continuas. En menor medida se utilizaron el *Pinus halepensis*, y también el *Pinus pinaster*.

El paisaje dunar en el Delta del Ebro

En el delta del Ebro el paisaje dunar se encuentra bien representado en todo el frente deltaico, principalmente en las flechas litorales del Fangar y dels Alfacs, en correspondencia con la coincidencia en este espacio geográfico de los factores

generalmente aceptados como generadores de las formas dunares: costas bien alimentadas en arenas, shelf poco profundo y vientos con velocidades superiores a 4,5 m/s.

Los vientos con capacidad para el transporte y la posterior deposición de arenas son los levantes, de componente E y NE, junto con los del cuarto cuadrante: la tramuntana y el mistral.

La flecha del Fangar es el sector del delta donde las dunas adquieren un desarrollo mayor al estar orientada paralelamente a los vientos procedentes del N-NW. Buena parte del espacio de la flecha está constituido por una extensa llanura de arena que sobresale muy poco por encima del nivel del mar y que queda inundada frecuentemente, sobretodo en otoño-invierno, por una fina lámina de agua. Cuando el nivel del agua desciende el viento puede arrastrar y transportar en suspensión arena que depositará cuando encuentre alguna irregularidad topográfica o un obstáculo vegetal. El resultado es una gran variedad de formas dunares. Las rizaduras o ripple marks se pueden observar en cualquier momento del año sobre la playa seca cuando sopla el viento. En los episodios de vientos fuertes generalmente se forman barkanas que llegan a enlazarse por los extremos y constituyen alineaciones paralelas de dunas transversales. Se pueden observar además de en la península del Fangar, en playas suficientemente anchas como la de la Marquesa, la de la punta de la Banya, la de los Eucaliptos, etc. Estas dunas desaparecen cuando el agua inunda de nuevo la llanura y por los efectos del oleaje en los temporales.

En el extremo sur de la llanura arenosa se forman grandes domos de arena sin recubrimiento vegetal alguno. La forma de los grandes cuerpos dunares es modificada por el viento. En los domos se forman blow-outs que evolucionan hacia

dunas parabólicas y éstas, a su vez, hacia dunas longitudinales.

Las dunas incipientes o shallow dunes son muy abundantes en el extremo norte de la llanura arenosa del Fangar. Las acumulaciones eólicas de arena son de tipo fitogénico en su mayor parte, e inducidas por la presencia de especies vegetales. Se constituyen al abrigo generalmente de *Arctrocnemum machrostachyon*, especie halófila que se ve favorecida por la periódica inundación de la llanura por parte de una lámina de agua marina. Las dunas incipientes dan lugar a *nebkas* a medida que se incrementa la arena depositada por el viento. Finalmente, la agregación de *nebkas* vecinas da lugar a la constitución de un cordón litoral.

La vegetación del cordón litoral de dunas activas se halla condicionada por los factores ecológicos particulares de este ambiente. Los más relevantes son la movilidad del substrato, la poca capacidad de retención de agua y nutrientes, la presencia de sales y la acción abrasiva del viento que transporta partículas de arena y aerosol salino (Carter, 1988).

El carácter xerofítico de la vegetación dunar ha sido cuestionado en trabajos como el de Escarré *et al.* (1990), al considerarse que los vegetales de las dunas disponen de tres fuentes distintas de agua: la procedente de las precipitaciones, la existente en la capa freática y la que condensa entre los poros de los granos de arena por acción del rocío, por lo que parecen depender más del clima general que no de un medio acusadamente xerofítico. Asimismo las adaptaciones a la vida en un medio muy pobre en nutrientes, nitrógeno en particular, parecen ser más determinantes que las adaptaciones a un medio seco, para interpretar la composición florística de las comunidades dunares.

En el delta del Ebro, las crestas del cordón litoral de dunas activas formado por

la acreción de las *nebkas* se encuentran colonizadas por especies como *Echinophora spinosa*, *Medicago marina*, *Euphorbia terracina*, *Euphorbia paralias* y *Pancretium maritimum*. *Ammophila arenaria* no es muy abundante, al contrario que *Elymus farctus* mucho más extendida.

El espectro de las formas biológicas que colonizan las dunas activas (ver tabla) muestra el predominio de los geófitos, especies capaces de regenerar la parte aérea de la planta desde los bulbos o los rizomas enterrados a considerable profundidad. Por su parte, el borrón (*Ammophila arenaria*) y *Eryngium maritimum* son hemicriptófitos pero poseen un sistema radicular muy desarrollado que les permite acceder al agua presente en un volumen de suelo considerable. Destaca la ausencia de especies anuales en este ambiente al estar poco adaptadas a la movilidad del sustrato y al escaso desarrollo de las raíces que solo les permite captar el agua presente en la capa más superficial del suelo.

Es de destacar la presencia de *Otanthus maritimus* en las crestas dunares del delta del Ebro. La perlina blanca es una planta del litoral mediterráneo y atlántico pero es muy escasa en las costas del levante peninsular e inexistente en el litoral centro y norte de Cataluña.

Entre la alineación de las crestas dunares y el espacio de marisma se extiende el ambiente de arenas fijadas que en algunos sectores del delta toma bastante extensión. El suelo es más compacto debido al aumento del porcentaje de arcillas y limos que proporcionan una mayor retención de humedad. La comunidad de crucianella (*Crucianelletum maritimum*) coloniza este ambiente. Es una comunidad integrada por un número relativamente importante de caméfitos entre los cuales destacan la misma crucianella (*Crucianella maritima*), junto con *Thymelaea hirsuta*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, la

siempreviva (*Helichrysum stoechas*) y *Teucrium polium* subsp. *dunense*.

De una forma gradual la potencia de la acumulación eólica de arenas va disminuyendo y da lugar a un espacio de transición entre el ambiente arenoso y xérico de las dunas y el limo-arcilloso y húmedo de la marisma. La proximidad del nivel freático permite la presencia de plantas higrófilas como *Scirpus holoschoenus* y *Juncus acutus*. En este espacio se encuentra una gran diversidad de especies vegetales. *Plantago crassifolia* es una de las plantas que destacan por su alto grado de recubrimiento del suelo. Se da una presencia considerable de especies anuales, algunas de ellas propias de los suelos salinos como las pertenecientes a los géneros *Limonium* y *Spergularia*.

Las dunas de Torredembarra

La acumulación eólica de arenas que se extiende desde el promontorio del roc de Sant Gaietà hasta las inmediaciones del barrio marítimo de Torredembarra responde a la coincidencia en este espacio geográfico de los factores generalmente aceptados como generadores de las formas dunares (Klijn, 1990).

El río Foix junto con todo un conjunto de rieras que drenan la llanura litoral del bajo Penedès y el Campo de Tarragona proporcionan material abundante, que el transporte longitudinal, que sigue una dirección predominante NE-SO en el litoral catalán, distribuye a lo largo de la costa. El oleaje retrabaja y distribuye las arenas a lo largo de la antigua restinga que cierra la costa. La existencia de un shelf poco profundo disminuye la energía del oleaje varios metros antes de llegar a la orilla provocando la acumulación del material en el cordón litoral.

Pese a la carencia de datos sobre las direcciones y la intensidad de los vientos; la

misma orientación de la línea de costa, la disposición en el espacio de la topografía dunar y las observaciones de campo permiten deducir que son los vientos de componente este, los levantes principalmente, los más competentes en el transporte en suspensión de los granos de arena.

El campo de dunas activas se origina cuando la vegetación se interpone en la dirección del viento y disminuye la velocidad, produciéndose la deposición de la carga. El proceso conduce a una acumulación de arenas muy seleccionadas que da lugar a la formación de *nebkas* o dunas incipientes en primera instancia y posteriormente a un cordón dunar por agregación de las primeras.

La formación eólica se orienta con dirección perpendicular a los vientos dominantes. Como que estos son los de componente este y la línea de costa sigue una dirección ENE-OSO, las alineaciones se forman oblicuamente a la línea de costa y no en paralelo con ella. La interferencia de las brisas en el proceso de acumulación eólica introduce un factor de complejidad en la génesis de la morfología dunar. Desde una visión aérea las crestas dunares aparecen formando un festoneado paralelo a la orilla del mar.

La vegetación de las dunas activas está condicionada por los factores ecológicos particulares que concurren en este ambiente. Los más relevantes son: la movilidad del sustrato y la escasa capacidad de las arenas para retener agua y nutrientes, la presencia de sales en el suelo y la acción abrasiva del viento que transporta partículas de arena y aerosoles, principalmente cristales de cloruros.

El carácter xerofítico de la vegetación dunar ha sido cuestionado por Escarré *et. al.* (1999) al considerar que las plantas que crecen en las dunas disponen de tres fuentes diferentes de aprovisionamiento

de agua: la procedente de las precipitaciones, la existente en la capa freática y la que condensa por acción del rocío en los poros que dejan entre sí los granos de arena. Por lo tanto parece que dependen más del clima general que no de un medio acusadamente xerofítico. Así, para interpretar la composición florística de las comunidades vegetales de las dunas parece ser que son más determinantes las adaptaciones a la vida en un medio muy pobre en nutrientes, nitrógeno sobre todo, que las relativas a un medio muy seco.

Las acumulaciones eólicas de Torredembarra son de tipo fitogénico: inducidas por la presencia de especies vegetales que crecen en la arena. Hemos observado que *Eryngium maritimum*, *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria*, *Euphorbia paralias*, *Pancratium maritimum* y *Echinophora spinosa* son las plantas que provocan la formación de las *nebkas*.

La comunidad de *Elymus farctus* y *Sporobolus pungens* (*Agropyretum mediterraneum*) se encuentra en las dunas delanteras y en depresiones paralelas a las crestas y abiertas a la acción del viento.

La comunidad de *Ammophila arenaria* (*Ammophiletum arenarietum*) se establece en las acumulaciones eólicas móviles. El espectro de las formas biológicas que colonizan las dunas activas muestra el predominio de los geófitos, capaces de regenerar la parte aérea de la planta desde los bulbos o los rizomas hundidos a considerables profundidades. El barrón (*Ammophila arenaria*) y *Eryngium maritimum* son hemicriptófitos pero con un sistema radicular muy desarrollado que les permite acceder al agua presente en un volumen de suelo considerable. Destaca la ausencia de especies anuales en este ambiente al estar poco adaptadas a la movilidad del sustrato y al desarrollo escaso de las raíces que sólo les permito

captar el agua presente en la capa más superficial del suelo.

Entre la alineación de las crestas dunares y el espacio de marisma se extiende un ambiente formado por arenas semiinmovilizadas que en Torredembarra toma bastante extensión. El suelo es más compacto debido al aumento del porcentaje de arcillas y limos que proporcionan una mayor retención de humedad. La comunidad de crucianela (*Crucianelletum maritimum*) coloniza este ambiente. Es una comunidad integrada por un número relativamente importante de caméfitos como la misma crucianela y las especies *Thymelaea hirsuta* y *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*.

Conclusiones

El desarrollo intensivo de la urbanización en el litoral catalán a lo largo de las últimas décadas ha comportado la alteración, cuando no su desaparición, de los paisajes dunares de la mayor parte de la costa. En la actualidad las dunas solo se encuentran bien representadas en cinco sectores: el Alto y el Bajo Ampurdán, el delta del Llobregat, la playa de Torredembarra y el delta del Ebro.

Las costas bajas han sufrido con más intensidad los cambios provocados por la artificialización del territorio al disponer de unas características fisiográficas más favorables a la ocupación humana. Unos cambios que han conducido a una situación de alta concentración de la población, de la urbanización y de la actividad económica que han producido una hipertrofia del frente de mar de las comarcas costeras, con la excepción de los sectores con un relieve más abrupto, dónde la topografía ha sido un obstáculo a la extensión del proceso de ocupación del territorio. Una de las consecuencias de la urbanización del espacio litoral ha sido elevar a la categoría

de rareza el complejo paisajístico formado por un cordón de dunas, que a veces cierra una llanura topográficamente deprimida donde se localiza un espacio de marismas, a veces con la presencia de lagunas, a vueltas sólo encharcado.

La desaparición de los hábitats dunares está provocando el aislamiento biogeográfico de las poblaciones de especies psamófilas que tienen en las dunas su hábitat exclusivo. Este aislamiento aún es más patente en aquellos sectores litorales altamente urbanizados, como en la costa de Barcelona y en la costa Dorada, excepto el delta del Ebro, donde las dunas se mantienen en unas pocas playas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto "Delimitación funcional de los elementos de conservación como objetivo de la gestión integrada de zonas costeras: la estructura ecológica principal". Ref. CGL2006-13953-C04-02/BOS, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Bibliografía

- Barbaza, Y. 1988. El paisatge humà de la Costa Brava. Ed. 62. Barcelona.
- Bolòs, O. de 1962. Botànica y Geografia. Mem. R. Acad. Cien. y Artes. Vol 34, nº 14: 443-480. Barcelona.
- Artigas, P. 1880. Bosquejo forestal de los alrededores de Bagur. Revista de Montes, 1 de Abril, nº 77, pp.145-151. Moreno y Rojas, Madrid.
- Artigas, P. 1885. Memoria relativa a la excursión forestal a la provincia de Gerona en 1882. Moreno y Rojas, Madrid.
- Carandell, J. 1978. El Bajo Ampurdán. Ensayo geográfico. Diputación Provincial de Gerona, Gerona.
- Carter, R.W.G. 1988. Coastal Environments. Academic Press. London.

- Curcó, A. 1990. La vegetació del Delta de l'Ebre (I): les comunitats dunars (Classe *Ammophiletea* Br.-Bl. Et Tx. 1943). Bull. Parc Nat. Delta de l'Ebre, 5: 9-18.
- Curcó, A. 1996. La vegetació del Delta de l'Ebre (II): les comunitats halòfiles i halonitròfiles (Clases *Puccinellio-Salicornietea* i *Cakiletea maritimae*). Fol. Bot. Misc., 10: 113-139.
- Curcó, A. 2000. La vegetació del Delta de l'Ebre (IV): les comunitats nitròfiles (Clases *Asplenietea trichomanis* i *Ruderali-Secalietaea*). Acta Bot. Barc., 46: 143-178.
- Crous, A. 2003. Evolució de la línia de costa. Processos d'acreció i erosió a la costa catalana: els casos de la cala de Sa Riera i la platja de la Marquesa. Treball de recerca del doctorat de Medi Ambient, inèdit. Universitat de Girona.
- Gesti, J. 2006. El poblament vegetal dels aiguamolls de l'Empordà. IEC. Barcelona.
- Escarré, A., Seva, E. y Martin, J. 1989. Estudios sobre el medio y la biocenosis de los arenales costeros en la provincia de Alicante. Publicaciones del Instituto Gil Albert. Alicante.
- Klijn, J.A. 1990. Dune forming factors in a geographical context. *Catena Supplement* 18. Cremlingen-Destedt.
- Martí, C. 2001. La transformació del paisatge litoral del centre de la Costa Brava en els darrers 50 anys. Palamós, Calonge i Castell Platja d'Aro, 1956-2001. Treball de recerca del doctorat de Medi Ambient, inèdit. Universitat de Girona.
- Panareda, J.M. y Sans, J. 2002. Les basses de can Dimoni. Sant Boi de Llobregat, Delta del Llobregat. Ajuntament de Sant Boi de Llobregat.
- Panareda, J. M. y Pintó, J. 2004. Tipología de las zonas húmedas del litoral de Cataluña. Actas del III Congreso Español de Biogeografía. Univ. del País Vasco.
- Perdigó, M. T. y Papió, C. 1985. La vegetació litoral de Torredembarra (sud de Catalunya). *Collectanea Botanica*, 16: 215-226. Barcelona.
- Pintó, J. & Martí, C. 2004. La transformació de l'espai litoral. Canvis socio-econòmics i ambientals". A: VV. AA. Planificació i gestió integral del litoral: eines, estratègies i bones pràctiques. Col. Espai Blau, 2. Diputació de Barcelona.
- Pintó, J. 1999. El paisatge de dunes i maresmes de Torredembarra (Costa Daurada). En: VV. AA. Volum d'homenatge al geògraf prof. Joan Vilà Valentí. Col. Homenatges, 15: 1515-1528. Universitat de Barcelona.
- Pintó, J., Martí, C. y Serra, I. 2004. La transformación reciente del paisaje forestal de la Costa Brava. En: Panareda, J. M. et al. (coord.). Estudios en Biogeografía 2004. Ed. Aster. Terrassa.
- Pintó, J., Panareda, J. M., Carbó, S. y Mas, R. 1997. El paisaje dunar del macizo de Begur (Costa Brava). Actas del XI Congreso de Geógrafos Españoles. Univ. de Málaga.
- Roig-Munar, F.X., Pintó, J. i Martín-Prieto, J.A. 2009. Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 81-92.
- Serra, I. y Pintó, J. 2006. La transformació del paisatge del delta de la Tordera en els darrers 150 anys. Una anàlisi per mitjà dels canvis en els usos i cobertes del sòl. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 46: 81-104.