

# Características geomorfológicas del sistema dunar de la Bahía de Alcudia (isla de Mallorca)

## *Geomorphological characteristics of the dunar system at the Alcudia Bay (Mallorca Island)*

B. Gelabert <sup>(1)</sup>, J. Servera <sup>(1)</sup> y A. Rodríguez-Perea <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma. 07071.

### ABSTRACT

The dunar system of the Alcudia Bay (Mallorca, Spain), organized into simple parabolic to compound complexes parabolic dunes from a predominant southward wind direction, can be divided in two areas of different parabolic dunes arrangements: 1) the Albufera area in which individual parabolic dunes form a narrow and linear barrier from the marshy area and 2) Sa Marineta area in which parabolic dunes form complex morphologies and wider outcrops. The overall geological structure of the area can be related to a rollover, with the master fault located at the boundary between the Tramuntana range and the Alcudia basin. We relate the different dunes arrangement with the different rate of subsidence among the two areas: in S'Albufera, parabolic dunes can't propagate landwards because a swampy area exists due to major subsidence related with the rollover development, whereas in sa Marineta, because of the minor subsidence, parabolic dunes prograde SSW landwards.

**Key words:** *Dunefield, morphology, wind velocity distribution, vegetation cover, subsidence.*

*Geogaceta*, 32 (2002), 215-218  
ISSN:0213683X

### Introducción

La forma y escala de las acumulaciones de arena eólica están determinadas a partir de siete factores principales (Pye, 1993): 1) la disponibilidad de arena 2) la distribución del tamaño de grano 3) la distribución de la velocidad del viento y la variabilidad en su dirección 4) la cubierta vegetal y las características de su crecimiento 5) la topografía y la batimetría de los alrededores 6) los cambios climáticos y del nivel del mar y 7) las tasas de levantamiento tectónico y subsidencia. Algunos de estos factores son interdependientes y cambios en uno puede llevar en otros a una respuesta morfológica compleja, con frecuencia no lineal.

En la isla de Mallorca las dunas costeras se desarrollan tierra adentro, desde la línea de costa, en la zona litoral. Pertenecen a una mayor y más compleja organización llamada sistema playa-duna, caracterizado por la interacción entre procesos submarinos y subaéreos. En los primeros se da gran parte de la producción y transferencia del sedimento hacia la zona de playa emergida; en los segundos, el

flujo eólico transporta y distribuye el sedimento tierra adentro donde, junto con la vegetación, se organiza en acumulaciones dunares. Morfológicamente estas dunas pertenecen al tipo parabólico y, desde la línea de playa hacia el interior, presentan respectivamente desde formas simples a organizaciones compuestas más complejas. Estas últimas corresponden a formas simples que han evolucionado morfológicamente durante el Holoceno, como consecuencia de variaciones dinámicas en los controles que ejercen el régimen eólico y la densidad de cobertura vegetal.

El sistema dunar de la Bahía de Alcudia, en el norte de Mallorca, nos permite definir y describir las principales características morfológicas y el modelo dinámico de zonación en las Islas Baleares: la zona de playa y ante-dunas (foredunes), la zona de dunas móviles y semi-estabilizadas y la zona de dunas estabilizadas (Fig. 2).

### Morfología del sistema dunar

El litoral interior de la Bahía de Alcudia está constituido por un sistema conti-

nuo playa-duna, de edad Holoceno, donde se diferencian dos sectores. Un primer sector corresponde a la mitad septentrional de la Bahía, que se extiende entre el Port d' Alcúdia y el núcleo urbano de Can Picafort. Este litoral se sitúa en un área subsidente, que desde el óptimo Holoceno -7000 BP- ha favorecido la formación y el cierre de s'Albufera, la zona húmeda más importante de la isla de Mallorca. El segundo sector, en la mitad meridional de la Bahía, entre Can Picafort y sa Canova, actualmente responde a una tipología de costa heterogénea, donde se alternan sectores de playa (costa de acumulación) y sectores de costa rocosa (de erosión) (Fig. 3).

En el primer sector las dunas se desarrollan sobre una flecha litoral, de entre 400 y 750 m de anchura, que cierra s'Albufera hacia los 2400 años BP (Goy *et al.*, 1997). Las formas dunares son parabólicas compuestas, básicamente del tipo rastrillo y superpuestas, y se organizan en tres cordones paralelos a línea de costa, prácticamente sin deformar y diferenciados uno del otro por la alineación

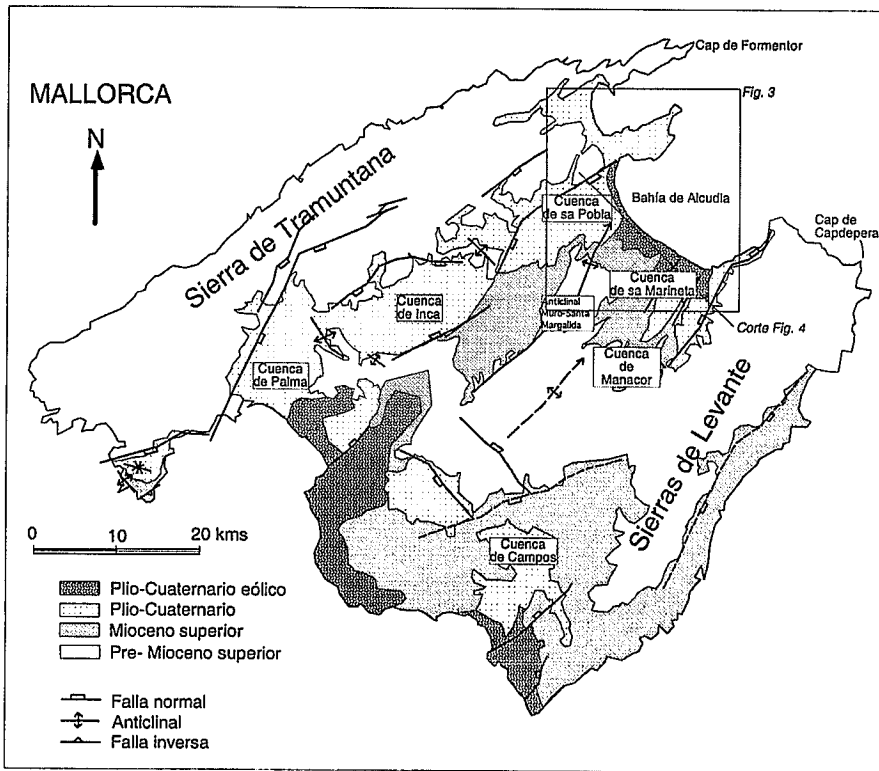


Fig. 1.- Mapa morfoestructural simplificado de la isla de Mallorca con la situación de los principales sistemas dunares.

Fig. 1.- Simplified morphostructural sketchmap of Mallorca island with location of the main dunar systems.

sucesiva de una serie de depresiones interdunares (Servera, 1997). Las dunas de mayores dimensiones se encuentran en la parte meridional de la flecha, cerca del núcleo urbano de Can Picafort, de donde arranca la progradación de la flecha. Hacia el norte, las formaciones dunares van reduciendo progresivamente sus dimensiones hasta desaparecer en la mitad más septentrional, dando lugar a un solo cordón de dunas delanteras (foredunes) y, detrás de ellas, a un amplio mantel arenoso y ondulado, a modo de *sandsheet*.

En el sector meridional de la Bahía de Alcudia la zona supralitoral está constituida por una rampa topográfica con una suave pendiente de tierra hacia mar y la línea de costa presenta una alternancia de playa arenosa y costa rocosa. De este modo, a diferencia del primer sector donde el desarrollo del campo de dunas está limitado por la superficie que ha dejado la progradación de la flecha litoral, en este sector las dunas holocenas han progradado tierra adentro más de 1.5 km. En este sector meridional los cordones de dunas holocenos se disponen de forma arqueada en torno a la zona de playa formando unidades individualizadas aunque hacia el interior lleguen a conectar unas con las otras.

**Dirección del viento predominante**

La dirección del viento predominante se ha obtenido a partir de las series meteorológicas recogidas en los faros-observatorio cercanos al sistema dunar: Faro del cabo de Formentor y Faro del cabo Capdepera (Figura 1). Servera (1997), analizó las series temporales que comprenden desde los años 1960 hasta 1981, ambos incluidos, con un total de 6941 días de observación para cada faro. En el faro de Capdepera hay un predominio de la componente norte con más del 41% de días que sopla viento superior a los 4 m/seg; además, este faro mantiene todo el año

como principal esta componente. El faro de Formentor tiene como componente principal anual la W (26,6%), seguida de la componente N, con un 17,4%.

Más del 60% de las dunas de la Bahía de Alcudia presentan una dirección de sus ejes centrales controlados por vientos efectivos del primer cuadrante (Servera, 1997). No obstante, mientras las dunas localizadas en el sector norte presentan sus ejes alrededor de 180°, en el sector meridional van abriendo progresivamente sus ejes hacia orientaciones de 205°.

**Características de la cubierta vegetal**

La vegetación de estos ecosistemas está dispuesta en una sucesión paralela a la línea de costa. La comunidad vegetal de este sistema dunar se divide en dos alianzas (Figura 2), que se repiten en la mayoría de sistemas dunares: 1) la Alianza *Ammophilion* que se desarrolla sobre la *foredune*, está compuesta por las comunidades de *Agropyretum mediterraneum*, *Ammophiletum arundinaceae* y *Crucianelletum maritimae* y 2) la Alianza *Oleo-Ceratonion*, que se desarrolla sobre dunas semifijadas y fijadas, está formada por las comunidades de *Juniperus macrocarpa* y *Rosmarino ericion*.

Desde las dunas delanteras (*foredunes*) hacia el interior la cubierta vegetal va ganando en estrato arbóreo y densidad, al mismo tiempo que da una mayor estabilidad al sedimento arenoso.

**Topografía circundante**

La Bahía de Alcudia está abierta hacia el NNE. En su parte septentrional está limitada por la península de Alcudia y las montañas de Son Fe, ambas separadas por el "corredor" de Alcudia. Como se observa en la figura 3, el sector dunar septentrional está modelado por el

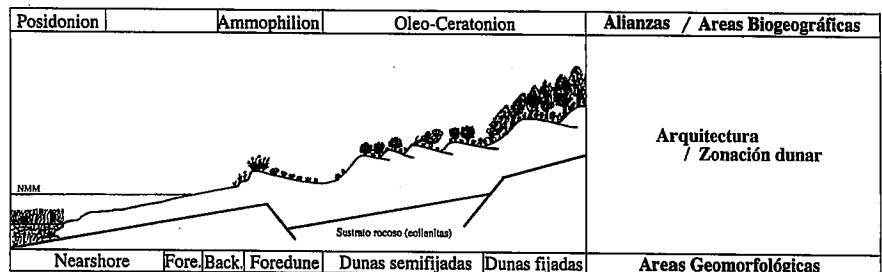


Fig. 2.- Modelo de zonación de los sistemas dunares en la bahía de Alcudia.

Fig. 2.- Zonation model of the dunar systems at Alcudia Bay.

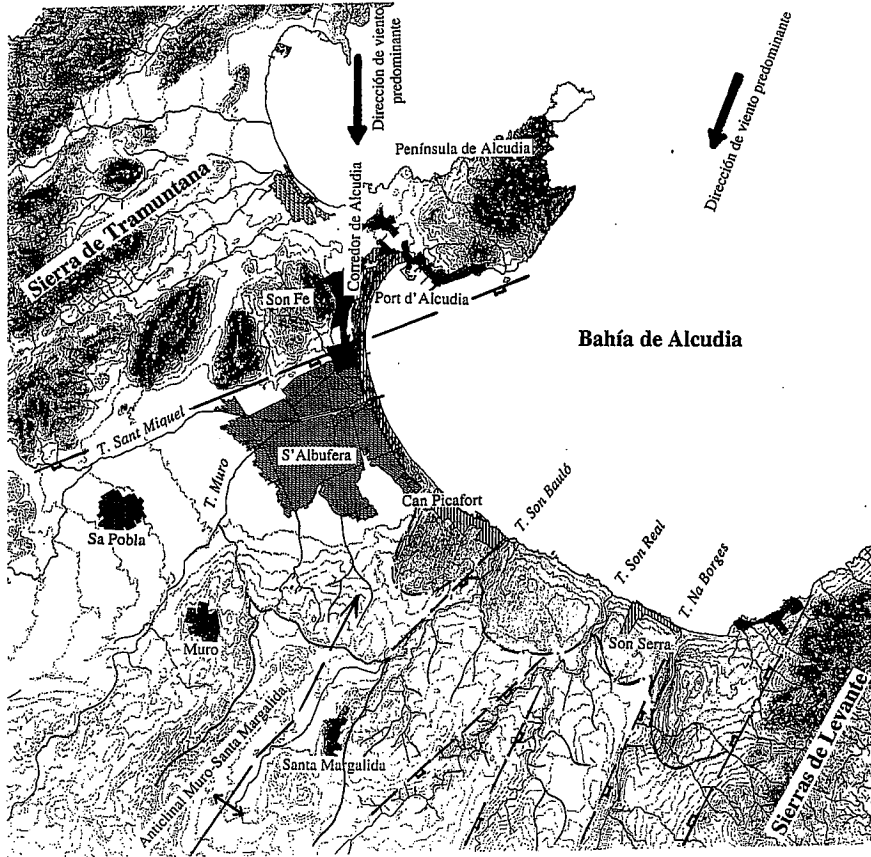


Fig. 3.- Sistemas dunares de la Bahía de Alcudia (sombreado), topografía de los alrededores y dirección del viento predominante.

Fig. 3.- Dunar systems of the Alcudia Bay (grey pattern), surrounding topography and predominant wind direction.

viento procedente del norte a través de este corredor. En cambio, el sector meridional se encuentra parcialmente resguardado de este viento por la península de Alcudia y está modelado básicamente por el viento procedente del NNE.

**Subsidencia**

La bahía de Alcudia es la continuación marina de la Depresión Central de Mallorca. La Depresión Central consiste básicamente en dos grupos de cuencas, alineados en dirección NE-SW (un primer grupo serían las cuencas de Palma, Inca y Muro-Sa Pobla y el segundo grupo serían las cuencas de Campos, Manacor y sa Marineta), separadas por un anticlinorio central (las Sierras Centrales) (Figura 1). El mapa de isobatas de materiales post-Mioceno de Fuster (1973) muestra un mayor espesor de relleno sedimentario en las cuencas pertenecientes a la primera alineación, sugiriendo una mayor tasa de subsidencia que en las cuencas pertenecientes a la segunda alineación (Campos, Manacor y sa Marineta).

Gelabert (1998), a partir del espesor de materiales de edad post-Mioceno medio medidos a partir de diferentes sondeos, calculó una tasa de sedimentación media en la cuenca de Muro-sa

Pobla del orden de 0,14 mm/año, mientras que la tasa de desplazamiento a lo largo de la falla que limita la cuenca es del orden de 0,2 mm/año. Una tasa de acomodación mayor que la tasa de sedimentación produce una zona subsidente que se corresponde con la zona de s'Albufera. A partir del corte geológico de Gelabert (1998) de la cuenca de Muro-sa Pobla y el anticlinal de Muro-Santa Margalida, hemos realizado un corte geológico de toda la Depresión Central de Mallorca, desde la Sierra de Tramuntana hasta las Sierras de Levante. El corte que presentamos en este trabajo (Figura 4) consiste básicamente en una falla normal lítrica ("rollover"): el movimiento de la falla conlleva la formación de un anticlinal central (Muro-Santa Margalida) y dos cuencas adyacentes, siendo la más próxima a la falla la que presenta una mayor tasa de subsidencia (cuenca de Muro-sa Pobla). El trazado de los torrentes, en el sector meridional de la Bahía de Alcudia se relaciona con fallas de pequeño salto que se generan en las inflexiones de la falla principal. Estas fallas serían las que dan lugar a una gran asimetría en la cuenca de drenaje de los torrentes principales (Figura 3): los cursos torrentiales que desembocan al torrente principal desde el sur tienen una mayor longitud y una menor pendiente que los que desembocan desde el norte, sugiriendo un cierto basculamiento de los diversos bloques limitados por fallas (Figura 3).

**Conclusiones**

La mayor subsidencia en el sector de s'Albufera, respecto al de sa Mari-

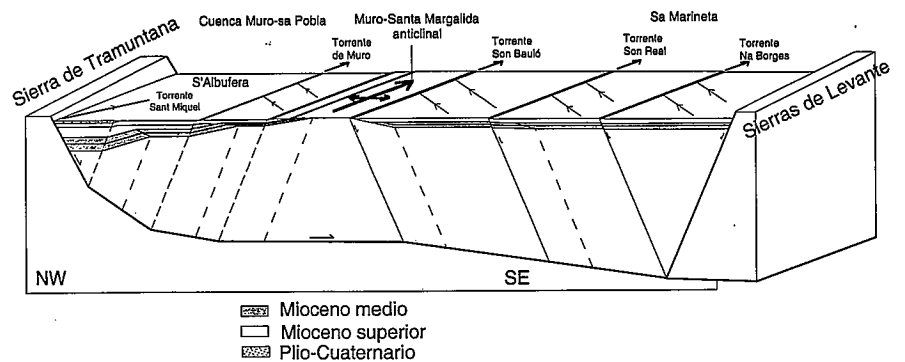


Fig. 4.- Corte geológico simplificado de la Bahía de Alcudia, con esquema superior del trazado de los torrentes y su relación con la estructura geológica.

Fig. 4.- Simplified geological cross-section of the Alcudia Bay, with an upper sketch of main creeks and its relation with the geological structure.

neta, se deduce del mayor espesor de sedimentos del Mioceno superior y Plio-Cuaternario en la cuenca de Muro-sa Pobla que en la de sa Marineta. Esta mayor subsidencia produce que en s'Albufera aparezca una zona húmeda limitada por una restinga resultado de la progradación de una flecha litoral hacia el N. Este cordón dunar no puede progresar tierra adentro por la presencia de la zona húmeda. En sa Marineta, en cambio, la menor subsidencia se traduce en una ligera rampa topográfica inclinada hacia mar donde las dunas se propagan tie-

rra adentro a partir de un viento predominante del norte. En definitiva, en la Bahía de Alcudia, el factor principal que controla la extensión de los dos sistemas dunares es la tasa de subsidencia. En cambio, la geometría interna de los dos sistemas dunares viene dado, entre otros factores importantes, por la diferente presencia de vegetación: las dunas estabilizadas se dan en zonas de vegetación arbórea y densa, mientras que la zona de dunas móviles se da en zonas de escasa vegetación y además de tipo arbustivo.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la DGEIC n° PB 98-0132.

#### Referencias

- Gelabert, B. (1998): *Colección Memorias Institut. Tecn. Geom. de España*. 128 pp.
- Goy, J.L., Zazo, C. y Cuerda, J. (1997): *Boletín Geol. y Minero*, 108, (4 y 5), 455-463.
- Pye, K. (1993): *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 16, 23-44.
- Servera, J. (1997): *Tesis Doctoral. Universitat Illes Balears*, 903 pp.