

# LAS DUNAS EOLICAS COSTERAS DE LA PLAYA DE XAGO (ASTURIAS)

G. FLOR

TRABAJOS DE GEOLOGIA Flor, G. (1981).—Las dunas eólicas costeras de la playa de Xagó (Asturias). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 11, 61-71.



Se distinguen dos tipos de acumulaciones eólicas en la playa de Xagó, atendiendo a los aspectos morfológicos: dunas longitudinales y dunas transversales. Se estudian su repartición y la discriminación granulométrica de cada una de ellas, así como de los microambientes: frente, cresta, surco, lado de sotavento, etc.

Two coastal eolian sand dune types are distinguished in the Xagó beach: longitudinal dunes and beach dune ridges. Their distribution and granulometric texture related to position on dune (stoss and lee sides, ridge crests, flanks, troughs, etc.) are studied.

*Germán Flor, Departamento de Estratigrafía y Geología Histórica, Universidad de Oviedo (España). Manuscrito recibido el 30 de marzo de 1981.*

La playa de Xagó está situada en el borde occidental del Cabo Peñas, cercana a la villa de Avilés, por el E, dentro de la región central asturiana (Fig. 1).

Es una playa, como todas las del litoral cantábrico, desarrollada entre acantilados, poseyendo, dentro de las de este tipo, unas dimensiones apreciables. Su longitud, desde la zona supramareal hasta el límite inferior submareal (alrededor de los 12 m de profundidad), es de unos 1.650 m y su anchura (dentro de la zona intermareal) de 1.725 m.

La tasa de sedimentación arenosa dentro de la playa es notable, como corresponde a un conjunto situado al E de la desembocadura del río Nalón (playón de Bayas, playas de Salinas y Xagó) a las que va llegando el material por efecto de la corriente costera, que es transportado desde el W al E.

Esta playa representa un registro geohistórico reciente y subreciente de extraordinaria importancia al contener sedimentos arenosos eólicos y playeros, propiamente, que son el resultado del ascenso continental continuado en toda la costa cantábrica, relacionado con la apertura del Golfo de Vizcaya; es probable un encaje de las formas con los movimientos del nivel del mar, siguiendo los criterios de Olson (1958), quien dedujo los sucesivos niveles del agua a partir de las alturas sucesivas de dunas paralelas en el Lago Michigan.

Las dunas eólicas, formadas a expensas de la playa arenosa, se extienden sobre una superficie de unos 350.000 m<sup>2</sup>, ocupando toda la zona posterior, a excepción del límite oriental en que, a continuación de la playa, se establece un acantilado de areniscas del Silúrico y Devónico Inferior (Areniscas de Furada). En el borde occidental, están siendo explotadas de una forma masiva para áridos, con lo que se ha atentado desconsideradamente a uno de los patrimonios naturales y culturales más importantes de toda la costa cantábrica.

## ASPECTOS GENERALES DE LAS DUNAS

Las dunas de la playa de Xagó son un conjunto complejo constituido por una banda convexa activa formada básicamente a partir de formas dunares lingüiformes, que se apilan e interconectan o coalescen, con una acreción frontal, como resultado del viento y participación de la vegetación y la humedad reinantes.

Las dunas transversales se colocan formando una franja, que orla la playa con una cierta continuidad; a continuación se sitúa un surco amplio y laxo, sobre el que, en ocasiones, se apilan dunas lingüiformes, que proceden de la franja frontal; por detrás, fosilizado o fijado por la vegetación, aparece un conjunto de formas transversales, producto de la progradación del conjunto playa-duna a lo largo del tiempo, que,

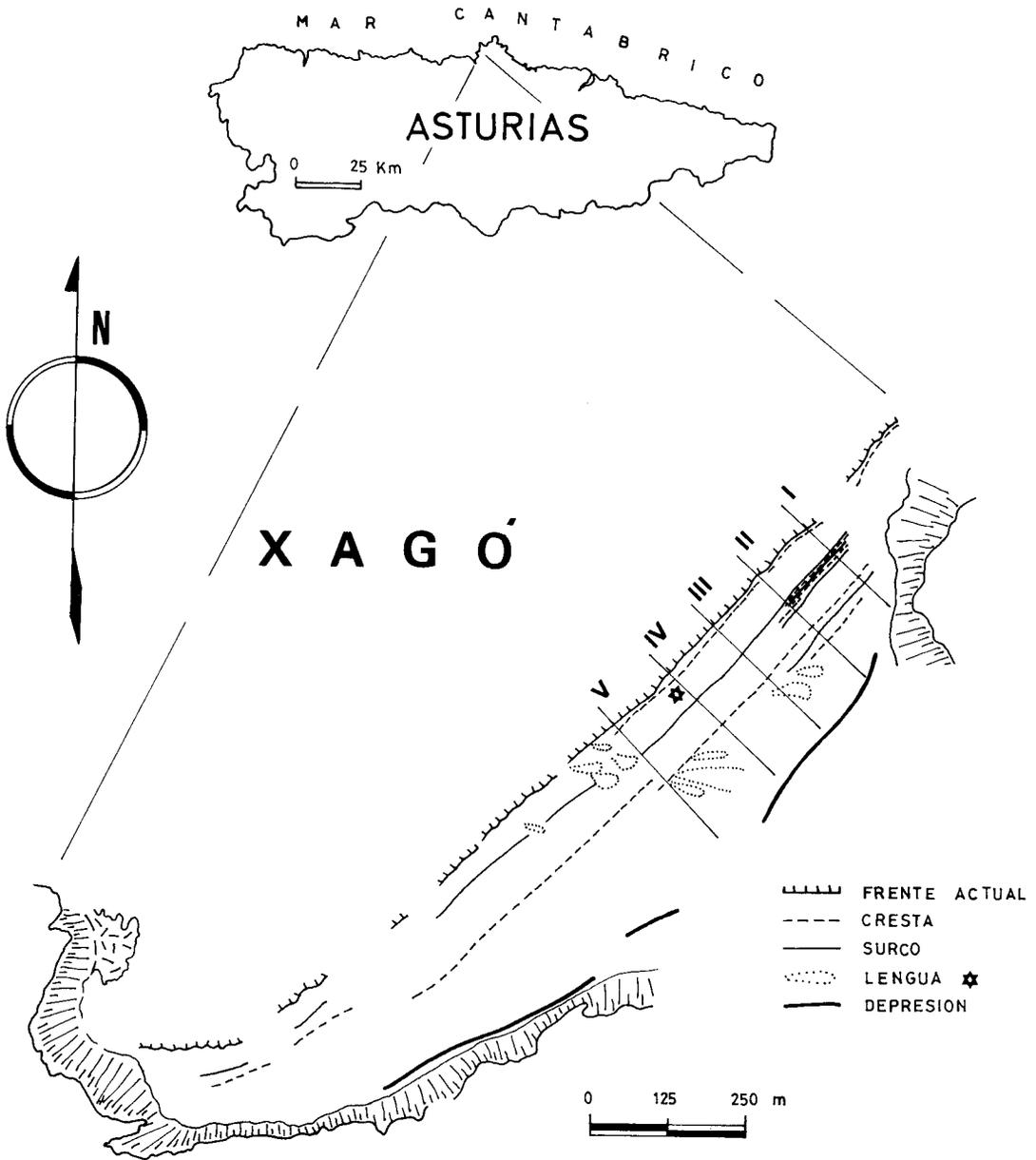


Fig. 1.-Situación de la playa de Xagó en la región central asturiana. Dentro del campo dunar, se diferencian las dunas transversales, en donde se separa el frente actual, modificado por el oleaje de tormentas, crestas y surcos y algunas de las numerosas dunas lingüiformes. La depresión cercana al acantilado supone un déficit del relleno eólico.

en el borde oriental, conserva una serie de crestas y surcos paralelos.

Bird (1970) denomina a estas dunas, dunas paralelas, en Gippland Lakes (Australia); se originarían por la acción eólica, si bien el frente se va modelando por erosión marina, en costas

progradantes; se van diferenciando crestas y surcos sucesivos. La altura y espaciamento de las dunas serían función del grado de aporte arenoso, la historia de erosión y relleno y la eficiencia de la vegetación en el anclaje y construcción de la duna. Cuando la aportación es

rápida, en una costa progradante, sujeta a tormentas frecuentes, se forman un gran número de dunas paralelas bajas poco espaciadas.

De las dunas lingüiformes se ha seleccionado una, utilizada en un estudio anterior (Flor, 1980a). Está situada a sotavento de la franja activa (Fig. 1), con una longitud que no excede los 15 m, aunque el límite interno es muy impreciso, y una anchura media de 6 m, en que enlaza insensiblemente con los espacios interdunares; las alturas oscilan entre 1 y 2 m, aumentando a barlovento.

De las transversales o franjas dunares convexas se han estudiado las existentes en la parte oriental de la playa. La más externa o activa está bien desarrollada a lo largo de todo el límite con la playa, con una longitud transversal máxima de 100 m. Las fijadas o fósiles son muy variables, tanto en extensión lateral, en que se acúan y solapan, como en longitud transversal y altura, observándose cómo hacia el interior aumentan su altura, hecho que ya apuntara Allen (1970). Desaparecen hacia la parte central de la playa, en que se constituye una forma única abombada por detrás del surco, debido a que el aporte arenoso de la playa es muy intenso aquí y acaba modelándose una cresta amplia y tendida. Hacia el borde occidental el suministro de arena es muy escaso, quedando una amplia zona irregular con escasa sedimentación.

El conjunto de las dunas de Xagó responde al efecto acumulativo del viento en la parte posterior de la playa, de forma que, muy aproximadamente, podemos distinguir tres sectores:

1) El tercio occidental corresponde a un área de baja tasa de sedimentación eólica, debido a que constituye un área de sombra, producida por el saliente de Nieva, ante los vientos más frecuentes.

2) La porción central sufre una mayor acumulación, debida a que el viento adquiere en esta zona una mayor capacidad de transporte; lo demuestra el hecho de que por detrás de la banda externa se sitúa el abombamiento citado, con lenguas oblicuas que la fosilizan parcialmente.

3) El tercio oriental desarrolla formas de estructuras mayores con una caracterización neta y una competencia del viento menor que en el caso anterior.

El tamaño de la arena varía de grueso a muy fino, siendo más frecuentes el medio y fino. Las arenas son particularmente cuarzosas con es-

caso componente carbonatado biogénico; en el primer caso se debe al efecto de la extrusión fluvial del Nalón, que posee la mayor cuenca hidrográfica de Asturias y está situada, su desembocadura, a unos 11 Km al W de la playa; los pocos bioclastos proceden mayoritariamente del submareal arenoso, que suministra escasos restos (Flor et al. en prensa).

#### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE LAS DUNAS

Los factores morfológicos que controlan la formación de estas dunas se concretan en la orientación del sistema playa-duna, que depende de la alineación costera; el flanco occidental del Cabo Peñas sigue una dirección NE-SW, resultado de la compartimentación tectónica alpídica (Llopis Llado, 1962). También, la existencia de la amplia ensenada de Xagó estaría relacionada en el tiempo con los ascensos y descensos del nivel del mar, en combinación con el ascenso continental continuado; la excavación de la misma puede ser el resultado del contacto entre las Formaciones de Nieva y Furada y de la tectónica local, particularmente en el borde oriental de la playa (fractura entre las Areniscas de Furada y la Caliza de Nieva, que determina la terminación NW-SE del mismo).

La playa de Xagó presenta una orientación aproximada de N-45°-E, de forma que la franja convexa y el surco se van a alinear en esta dirección, a excepción del borde occidental en que, al curvarse la playa, acaba adaptándose a esta disposición. También las crestas y surcos fósiles siguen la alineación apuntada. Las unidades lingüiformes se disponen oblicuamente con una dirección E-100°-S.

El factor dinámico preponderante es el viento, que va a poner en suspensión las partículas arenosas de las zonas intermareal y supramareal y las va a depositar en el campo dunar. Los vientos dominantes han sido deducidos de los datos procedentes de los Observatorios Meteorológicos de Gijón y Ranón (Aeropuerto de Asturias), situados a 19 Km al E y a unos 10 m de altura y a 10 Km al W y 100 m de altura, respectivamente; se recogieron los datos correspondientes a los años 1971-1975, ambos inclusivos (Fig. 2).

Aparte de la intensidad absoluta, que es mayor en Gijón, podemos comprobar cómo, por la orientación de la playa, los vientos que mayor

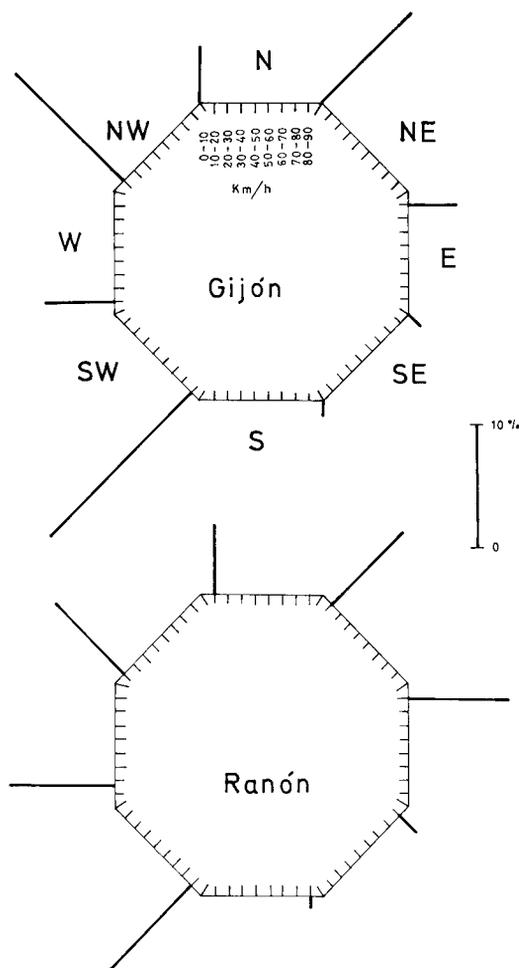


Fig. 2.—Rosa de los vientos en los Observatorios Meteorológicos de Gijón y Ranón (Aeropuerto de Asturias), de datos correspondientes a los años 1971 al 1975, inclusivos.

incidencia van a tener en el transporte de las masas de arena, desde la playa a la duna, van a ser los de componente del NW, que son los reinantes, y los del W, que son los más intensos; los del N, con ser importantes, no dejan señal aparente, aunque han de intervenir en la configuración de la duna; los del NE y SW removilizan las zonas inter y supramareal, fundamentalmente en bajamar, pero no transportan material a la duna.

El viento más frecuente del NW permite una diferenciación más neta de cresta y surco, correspondiendo la primera a una zona de acumulación y el segundo a una zona de sombra. Los del W, más intensos, provocan la formación de

dunas lingüiformes, que salen de la cresta hacia el surco, llegando a fosilizarlo parcialmente.

Otros factores como son la humedad (alrededor de 1.200 mm/año de precipitación en forma de lluvia), propia de este clima templado húmedo, y la vegetación son responsables de una mayor estabilidad de los sedimentos ante la erosión marina, así como de la irregularidad morfológica en la franja activa.

#### PROBLEMAS PLANTEADOS

Se pretende una diferenciación de los dos tipos de dunas presentes: lingüiformes o simples (longitudinales) y transversales o compuestas, así como la discriminación de las micromorfológicas de unas y otras (flancos de sotavento y barlovento, crestas, surcos, espacios interdunares, etc.), a partir de los parámetros texturales.

#### ANTECEDENTES

Mucho se ha especulado acerca de la caracterización de las diferentes partes de una duna a partir de los parámetros texturales.

Aproximadamente, la mitad de las citas concluyen que las crestas tienen tamaños de grano más gruesos que los flancos o los espacios interdunares, con una relación muy parecida a los ripples eólicos: Goodchild (1896), Cornish (1897), Udden (1898), Ball (1907), Lewis (1936), Alimen (1953), Simonett (1966), Folk (1966 y 1971).

Para otros, las crestas presentan tamaños más finos: Richardson (1903) encuentra que los tamaños gruesos ruedan hacia abajo; Bagnold (1935, 1936 y 1941), en dunas seif o longitudinales desérticas, observa que las crestas tienden a ser de tamaño más fino; Sidwell y Tanner (1939), Amstutz y Chico (1958), Finkel (1959), Tricart y Mainguet (1965), Sharp (1966) encuentran acumulaciones de granos más gruesos en el pie de la duna.

Waitt (1969) no halla diferencia alguna en los tamaños de grano entre las crestas y los espacios interdunares, pero las crestas estaban mucho mejor clasificadas, con asimetrías más positivas y angulosidades más normales.

Huntington (1907), Cornish (1927) y Alimen (1953) comprueban como los granos de sotavento son más finos. Mc Kee y Tibbits (1964) encuentran que los flancos de sotavento de avalancha están mejor clasificados que los de sotavento suaves. Para Williams (1964), la clasifica-

ción aumenta directamente con el logaritmo de la altura, existiendo diferente distribución de tamaños a distintas alturas. Anan (1969) al comparar en frentes dunares muestras situadas, unas, en el tercio superior, y, otras, a 0.30-0.60 m de la base, observa que las superiores ostentan valores de la asimetría más positivos que las inferiores. Para Folk (1971) la razón por la que las crestas son de tamaño más grueso que los flancos es debida a que los granos van por carga de saltación; las partículas más finas son puestas en suspensión y extruidas, mientras que las gruesas son demasiado pesadas para rodar. Las crestas muestran la mejor clasificación, seguidas de los flancos, y el lado de barlovento mejor que el de sotavento. Las crestas son más fuertemente positivas, las de barlovento intermedias y las de sotavento más bajas. Las crestas y lados de barlovento tienden a una leptokurtosis mayor y las de sotavento a una platykurtosis mayor, pero con un solapamiento importante.

**METODOLOGIA**

Se han levantado tres perfiles topográficos perpendiculares al eje de la duna lingüiforme, registrándose, además, los ángulos de las pendientes deposicionales y completándose con el frente de sotavento o avance; se separan zonas de cresta, flancos normal y de avalancha, espacios interdunares y frente de avance. Se tomaron en total 36 muestras, repartidas en las diferentes microformas citadas (Fig. 3).

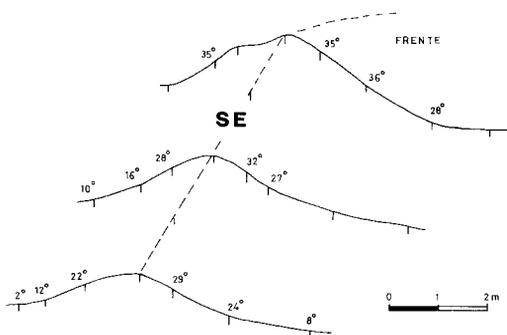


Fig. 3.-Perfiles transversales al desplazamiento (eje) de la duna longitudinal, donde se consignan la situación de las muestras y las pendientes deposicionales.

En las dunas transversales se efectuaron cinco perfiles perpendiculares a la línea playaduna, de forma que se registran todas las cres-

tas y surcos y su correlación; a la vez se van recogiendo muestras en las diferentes áreas (83 en total), repartidas en la zona supramareal, lado de sotavento, cresta, lado de barlovento y surco (Fig. 4).

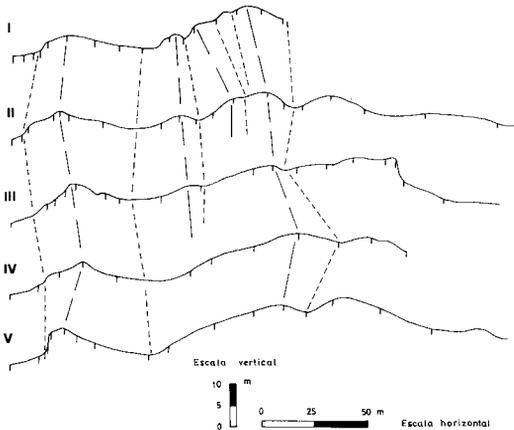


Fig. 4.-Perfiles transversales del conjunto de las dunas transversales; se correlacionan crestas y surcos de la serie de formas paralelas del borde oriental. Las crestas y surcos de la porción activa tienen una topografía más acusada hacia el centro de la playa, mientras que las fosilizadas se van reuniendo en una gran forma abombada. En los perfiles II, III y IV, se insinúa la formación de una nueva cresta.

Las muestras arenosas se lavan repetidamente y se secan, previamente a su tamizado, que se lleva a cabo a intervalos de 0.25  $\phi$ , obteniéndose el parámetro de rango 1 % (Centil), los de relación Mz (Media),  $\sigma_1$  (Clasificación),  $Sk_1$  (Asimetría) y  $Kg$  (Angulosidad) de Folk y Ward (1957), así como el contenido carbonatado biogénico, utilizado como parámetro energético (Flor, 1978, 1979 y 1980 a y b).

Se contrastan los parámetros entre sí según las ideas de Passega (1957) y Passega y Byramjee (1969) y Friedman (1961) y Folk (1971), con el fin de separar en las gráficas los tipos de transporte y las diferentes micromorfologías, bajo el punto de vista de los parámetros texturales.

Se han obtenido los índices de correlación lineal, pero sólo se han consignado aquéllos más interesantes, desechándose los inferiores a los citados.

**PARÁMETROS TEXTURALES**

El intervalo de tamaños es muy estrecho (1.55-2.45  $\phi$ ), principalmente dentro de la cate-

goría de medios y finos; existe, lógicamente, una dependencia de los tamaños de la playa, efectuando los agentes marinos una preselección del material (Folk, 1971), que se ve completada por la acción del viento. Según sea la sedimentación en un área concreta de la playa así resultará el sedimento final en la duna.

El espectro de tamaños se distribuye de tal manera en las gráficas de la Media frente a los restantes parámetros que pueden separarse dos tramos mediante un intervalo o zona de inflexión (2.05-2.15  $\phi$ ), que corresponde al transporte por saltación; el de tamaños más gruesos es el transportado por tracción, mientras que el inferior lo hace por suspensión gradada o intermitente (Flor, 1980). El transporte por avalancha no queda registrado de ninguna manera, en dichas gráficas, y su interpretación debe de basarse en las pendientes deposicionales (mayores de 25°; Bagnold, 1941) y en las estructuras sedimentarias.

En el contraste Media-Clasificación (Fig. 5a), los tamaños más gruesos (tracción), al aumentar el tamaño desde el límite superior de saltación (2.05  $\phi$ ), la Clasificación se va haciendo peor ( $r = 0.20$ ); en los tamaños más finos, la nube de puntos muestra que la Clasificación es independiente del tamaño y viceversa.

En la gráfica Media-Asimetría (Fig. 5b), el intervalo de saltación separa dos bandas, la de tamaños gruesos, en la que al aumentar el tamaño se pasa de Asimetrías positivas a negativas ( $r = 0.12$ ) y la de tamaños más finos, en que se observa una muy ligera tendencia a que al disminuir el tamaño se pase de valores positivos a valores del cero o algo negativos.

En la gráfica Media-Angulosidad (Fig. 5c), el intervalo de saltación se rebaja hasta 2.15  $\phi$  y separa como siempre un tramo de tamaños más gruesos, en que al incrementarse el tamaño las curvas se hacen más picudas ( $r = 0.35$ ), y otro de tamaños más finos.

El contraste Media-Carbonatos (Fig. 5d) se parece notablemente al primero de los descritos; por encima de 2.05  $\phi$  al aumentar el tamaño de grano aumenta ligeramente el contenido carbonatado ( $r = 0.38$ ).

En el contraste Clasificación-Asimetría (Figura 6a), se comprueba como las dunas, en conjunto, se colocan dentro de las Clasificaciones muy buenas y Asimetrías predominantemente positivas. Los flancos de avalancha y normales, cresta y frente de avance de la duna lingüiforme

se colocan dentro de los tramos de mejor Clasificación, con valores de la Asimetría claramente positivos; los espacios interdunares de ésta y las restantes de las dunas transversales y la zona supramareal se solapan, aunque en este último caso tienen cifras bajas de Clasificación (buena a muy buena) y Asimetrías positivas y negativas.

En el contraste Clasificación-Angulosidad (Fig. 6b), los flancos normales y de avalancha, cresta y frente de sotavento de la duna lingüiforme se concentran en valores bajos de la Angulosidad y los restantes de ésta y los de las dunas transversales y zona supramareal en un espectro muy amplio, desde valores altos a bajos de la Angulosidad.

En la gráfica Clasificación-Carbonatos (Fig. 6c), los primeros tienen valores muy bajos de carbonatos.

La gráfica Clasificación-Carbonatos (Fig. 6c) presenta una forma de U tumbada, aunque el extremo de la rama inferior no aparezca. El punto de inflexión se sitúa alrededor de 1.05 de Kg, de forma que a medida que aumenta la Angulosidad los valores de la Asimetría pasan de positivos a negativos ( $r=0.83$ ) y cuando aquélla se hace menor hay una cierta tendencia a que las Asimetrías tiendan de positivas a cero.

En cuanto a la separación de microambientes, dentro de las dunas lingüiformes y transversales, ya se han adelantado algunas características:

*En dunas lingüiformes.*—Los flancos normales y de avalancha se reúnen en una única banda con unos transportes por saltación y suspensión intermitente y, lógicamente, por avalancha, según los casos. Los tamaños se reparten entre 2.08 y 2.25  $\phi$ , tienen Clasificaciones muy buenas y extremadamente buenas (por debajo de 0.30  $\phi$ ), las Asimetrías están siempre por encima de cero, las Angulosidades bajas (no superiores a 1.05  $\phi$ ) y los carbonos medios.

Los espacios interdunares se colocan dentro de categoría de materiales que están comenzando a ser transportados por rodamiento. Los tamaños varían estrechamente de 1.86 a 2.06  $\phi$ , siendo más gruesos que en los flancos. Las Clasificaciones son algo peores que en el caso anterior. Las Asimetrías son predominantemente positivas. Las Angulosidades también son bajas y los contenidos carbonatados son relativamente altos.

El frente de sotavento es muy parecido a los

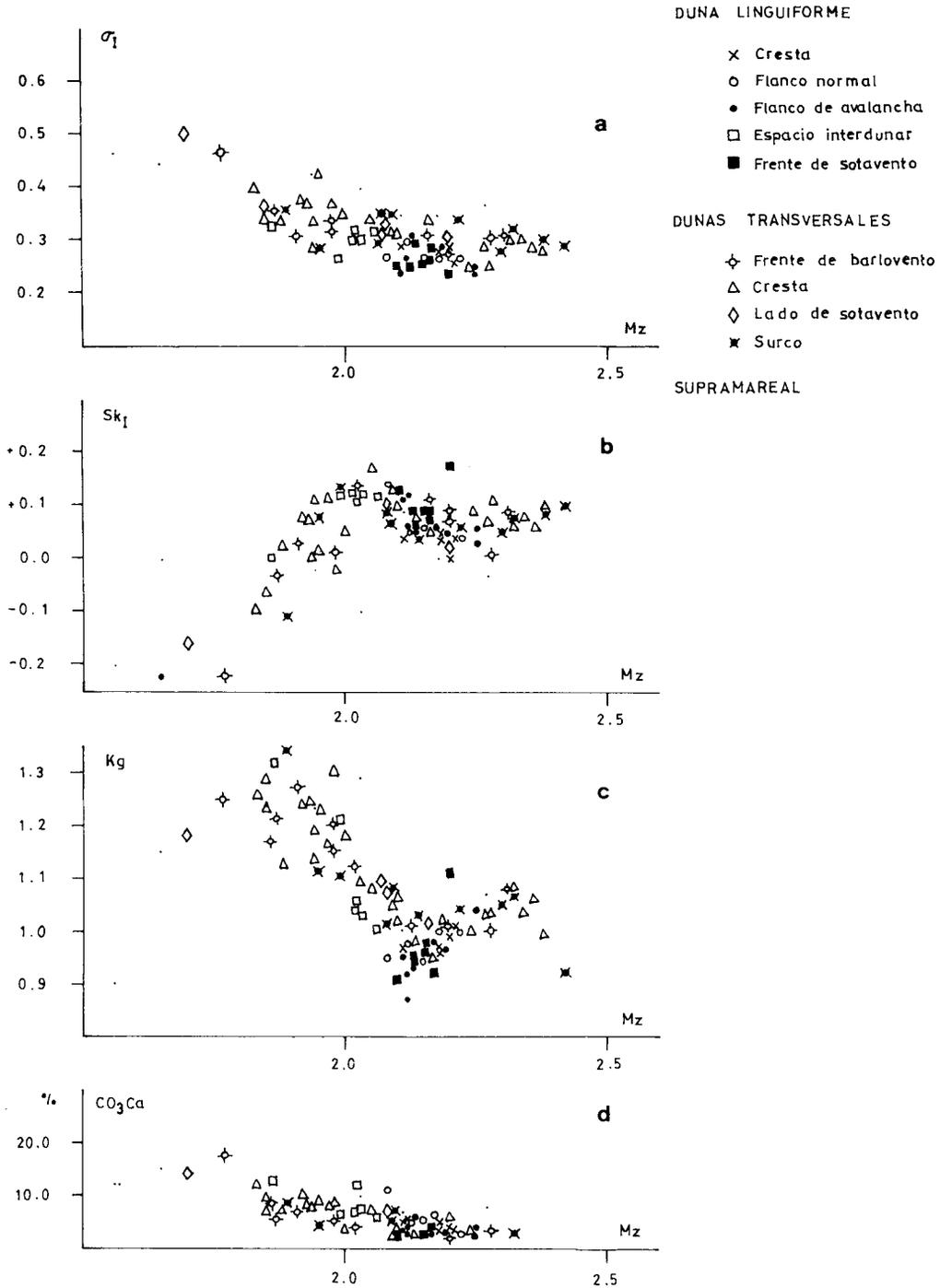


Fig. 5.—Contrastes entre la Media de tamaño de grano ( $M_z$ ) y los restantes parámetros granulométricos: Clasificación (a), Asimetría (b), Angulosidad (c) y el contenido carbonatado (d).

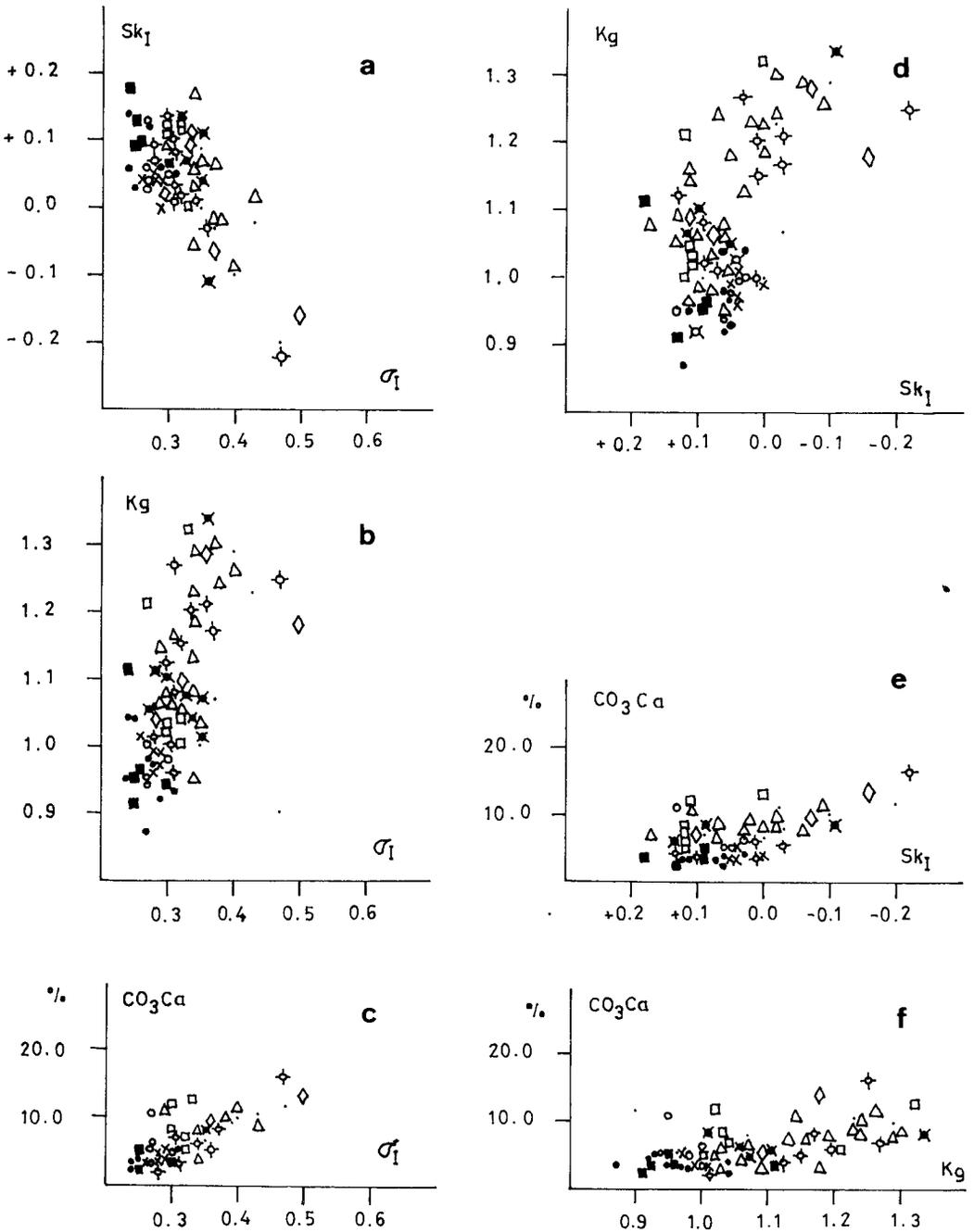


Fig. 6.-Contrastes entre la Clasificación y Asimetría (a), Angulosidad (b) y contenido carbonatado (c); entre la Asimetría y la Angulosidad (d) y el contenido carbonatado (e) y entre la Angulosidad y el contenido carbonatado (f).

flancos en cuanto a tipo de transporte, tamaño de grano, Asimetrías, Angulosidades y Carbonatos.

La cresta similar al anterior, pero con Asimetría sólo ligeramente positivas y Carbonatos ligeramente superiores.

*En dunas transversales.*—La diferencia fundamental entre las partes activas y las fósiles reside fundamentalmente en el bajo contenido de estas últimas, por efecto de la disolución de este componente por el agua de lluvia, en especial en las formas más internas, que corresponden a las más antiguas. Se reúnen en una misma categoría, puesto que en lo referente a los restantes parámetros su comportamiento es idéntico.

Conviene separar en primer término la zona supramareal, donde los tamaños se reparten dentro de una amplia gama (1.56 a 2.27  $\Phi$ ), con Clasificaciones buenas, pero las peores registradas de todo el conjunto, Asimetrías negativas, Angulosidades muy variables y alto contenido carbonatado.

El frente o lado de barlovento responde a todos los tipos de transporte, al presentar una gran variedad de tamaños 1.77-2.31  $\Phi$ . Las Cla-

sificaciones van de buenas a muy buenas. Las Asimetrías muy extremas, desde valores positivos a negativos. Las Angulosidades tienden a cifras altas y los Carbonatos de medios a máximos.

Las crestas siguen una distribución muy similar al anterior en cuanto al transporte y tamaños (1.83-2.38  $\Phi$ ), así como respecto a los restantes parámetros.

El lado de sotavento responde a todos los tipos de transporte, pero dentro de un margen más estrecho de tamaños (1.85-2.20  $\Phi$ ); las Clasificaciones son extremadamente buenas, las Asimetrías predominantemente positivas, las Angulosidades tienden a cifras elevadas y los Carbonatos son medios.

El surco también se reparte por todos los tipos de transporte, pero esencialmente lo hacen por suspensión gradada o intermitente, con tamaños que oscilan entre 1.89 y 2.42  $\Phi$ ; presentan mucha variación de las Asimetrías, con tendencia a ser positivos, valores medios de la Angulosidad y fuerte oscilación de contenido carbonatado.

En la Tabla I se resumen todos los datos explicados con anterioridad.

TABLA I.—Parámetros texturales de las dunas de la playa de Xagó

	PORCION	TAMAÑO	CLASIFICACION	ASIMETRIA	ANGULOSIDAD	CARBONATOS
PLAYA	Supramareal	Variable	Buena y muy buena	Tendencia a negativa	Meso y leptokurtosis	Máximos
	Cresta	Fino y muy fino	Muy buena	Positiva	Platy y mesokurtosis	Medios
DUNAS LONGI- TUDINA- LES	Flanco normal	Fino y muy fino	Muy buena	Ligeramente positiva	Platy y mesokurtosis	Medios
	Flanco de avalancha	Fino y muy fino	Muy buena y extremadamente buena	Positiva	Platykurtosis	Medios y mínimos
	Espacio interdunar	Medio	Muy buena	Positiva	Platy y mesokurtosis	Máximos
	Sotavento	Fino y muy fino	Extremadamente buena	Positiva	Platykurtosis	Medios y mínimos
	Frente	Variable	Buena y muy buena	Variable	Meso y leptokurtosis	Variables
DUNAS TRANS- VERSA- LES	Cresta	Medio	Buena y muy buena	Variable	Meso y leptokurtosis	Máximos
	Sotavento	Medio y fino	Buena y muy buena	Positiva	Tendencia a leptokurtosis	Medios
	Surco	Fino y muy fino	Muy buena	Variable	Mesokurtosis	Variables

En el diagrama de CM (Passega, 1957; Passega y Byramjee, 1969) se reúnen todos los puntos diferenciados como representativos de los microambientes de las dunas longitudinales y transversales (Fig. 7).

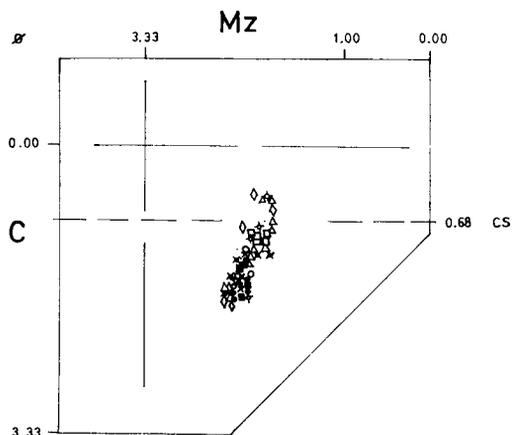


Fig. 7.—Diagrama de CM para todos los puntos representados.

La interpretación de este tipo de gráficas tan sólo permite separar las modalidades de transporte por suspensión gradada con algo de rodamiento, la más representativa de la mayor parte de los microambientes, y rodamiento con algo de suspensión gradada, típica de los frentes, cresta y lado de sotavento de las dunas transversales. El límite entre estos transportes viene marcado por el punto o intervalo de saltación, que se sitúa en el 0.68  $\Phi$  (0.55 mm), para el Centil, dentro del espectro para la Media comprendido entre 0.86  $\Phi$  (0.21 mm) y 0.82  $\Phi$  (0.28 mm).

## CONCLUSIONES

1.—En el conjunto eólico dunar de la playa de Xagó se diferencian dos tipos de formas dunares: longitudinales o lingüiformes, originadas a partir de vientos del W, y transversales, por vientos del NW, que son los reinantes.

2.—En el borde oriental de las dunas, se conservan una serie de dunas transversales, paralelas entre sí, que atestiguan de una progradación del conjunto playa-duna.

3.—Los parámetros granulométricos tienen una respuesta muy distinta según se trate de formas longitudinales y transversales, en partes aparentemente similares, como surcos, crestas, etc. Ello es debido a que los mecanismos de emplazamiento de la arena, en cada una de ellas, es realmente diferente; para dunas lingüiformes, se produce un movimiento helicoidal por un viento fuerte con dirección uniforme (Glennie 1970), que imprime una mayor energía a los espacios interdunares, dejando los tamaños más finos en las crestas, que van en suspensión; en las transversales, se produce un efecto de obstrucción con tamaños variables en el frente, mayores en la cresta, zona en que la acción del viento es más intensa, y tamaños pequeños en el surco, propios de un área de sombra.

4.—Se diferencian varias modalidades de transporte: tracción y suspensión gradada o intermitente, separadas por un intervalo de saltación, de una manera más efectiva, mediante el contraste de la Media con los restantes parámetros texturales (Clasificación, Asimetría y Angulosidad) y contenido carbonatado bioclástico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alimen, H. (1953).—Variations granulométriques et morphoscopiques du sable le long de profils dunaires au Sahara occidental. *Colloq. Inter. Centre Natl. Rech. Sci. (Alger)*, 35, 219-235.
- Allen, J. R. L. (1970).—*Physical processes of sedimentation: an introduction*. Londres.
- Amstutz, G. C. y Chico, R. (1958).—Sand - size fractions of south Peruvian barchans and a brief review of the genetic grain - shape function. *Bull. Ver. Schwiez. Petrol. Geol. Ing.* 24 (67), 47-52.
- Anan, P. S. (1969).—Grain - size parameters of the beach and dune sands, northeast Mass. and New Hampshire coasts. En: *Coastal environments northeast Mass. and New Hampshire, Coast. Res. Group, Dept. of Geol. Univ. of Mass.*, 266-280.
- Bagnold, R. A. (1935).—*Libyan sands*. Travel Book Club, Londres. 351 pp.
- (1936).—The movement of desert sand. *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A*, 157, 594-620.
- (1941).—*The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*. Methuen, Londres, 265 pp.
- Ball, J. (1907).—*A Description of the First or Aswan Cataract of the Nile*. Egypt Surv. Dept., Cairo, 121 pp.
- Bird, E.C.F. (1970).—*Coasts*. The M.I.T. Press. Londres.
- Cornish, V. (1897).—On the formation of sand dunes. *Geograph. J.*, 9, 278-302.
- (1927).—Waves in granular material formed and propelled by winds and currents. *Roy. Astron. Soc. London, Geophys. Suppl., Monthly Notes*, 1, 447-467.
- Finkel, H. J. (1959).—The barchans of Southern Peru. *J. Geol.*, 67 (6), 614-647.
- Flor, G. (1978).—Relación entre la distribución de sedimentos y la circulación costera en la región de Cabo Peñas. *Trab. de Geol.*, Univ. de Oviedo, 10, 183-194.

- (1979).—Depósitos arenosos de las playas del litoral de la región de Cabo Peñas (Asturias): sedimentología y dinámica. *Tesis Doctoral*. Universidad de Oviedo (no publicada).
- (in litt.).—Sedimentología de una duna liguiforme. *Publicación del IX Congreso Nacional de Sed., Salamanca* (1980a).
- (in litt.) Diferenciación mediante parámetros texturales entre ambientes de playa y tipos de dunas en Verdecio (Asturias). *Publicación del IX Congreso Nacional de Sedimentología, Salamanca*. (1980b).
- , Llera, E. M. y Ortea, J. A. (in litt.).—Los carbonatos biogénicos de los sedimentos de las playas arenosas de Cantabria: su origen y significado dinámico. *Anal. Inst. Est. Ind. Econ. Ciencias*. Santander.
- Folk, R. L. (1966).—Sands of the Simpson desert, Maryvale Station, Northern Territory, Australia: contribution to the problem of Paleozoic bimodal-supermature quartz-arenites. *Geol. Soc. Am., Spec. Papers*, 101, 69-70.
- (1970).—Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson desert, Northern Territory, Austral., 1. Geomorphology and grain size relationships. *Sedimentology*, 16, 5-54.
- y Ward, W. C. (1957).—Brazos River bar: a study in the significance of grain - size parameters. *Jour. Sed. Petrol.*, 27, 3-26.
- Friedman, G. M. (1961).—Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Jour. Sed. Petrol.*, 31 (4), 514-529.
- Glennie, K. W. (1970).—Desert sedimentary environments. *Developments in Sedimentology*, 14, pp. 222. Elsevier.
- Goodchild, J. G. (1896).—Desert conditions in Britain. *Trans. Edinburgh Geol. Soc.*, 7, 203-222.
- Huntington, E. (1907).—*The Pulse of Asia*. Houghton-Mifflin, New York, N. Y., 415 pp.
- Lewis, A. D. (1936).—Sand dunes of the Kalahari within the borders of the Union. *S. African Geograph. J.*, 19, 22-23.
- Llopis Llado, N. (1962).—Estudio geológico de la región de Cabo Peñas (Asturias). *Mapa Geológico. I.D.E.A.*, Hojas n.º 1-2. Oviedo.
- Mc Kee, E. D. y Tibbitts, G. C. Jr. (1964).—Primary structures of a seif dune and associated deposits in Libya. *Jour. Sed. Petrol.*, 34, 5-17.
- Olson, J. S. (1958).—Lake Michigan dune development. *Jour. Geol.*, 66, 473-483.
- Passega, R. (1957).—Texture and characteristics of clastic deposition. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 41, 1952-1984.
- Passega, R. y Byramjee, R. (1969).—Grain - size image of clastic deposits. *Sedimentology*, 13, 233-252.
- Richardson, H. (1903).—Sea - sand. *Rept. Yorkshire Phil. Soc.*, 1902, 43-58.
- Sharp, R. P. (1966).—Kelso dunes, Mojave desert, California. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 77, 1.045-1.074.
- Sidwell, R. y Tanner, W. F. (1939).—Sand - grain patterns of West - Texas dunes. *Am. J. Sci.*, 237, 181-187.
- Simonett, D. S. (1960).—Developments and grading of dunes in western Kansas. *Assoc. Am. Geograph. Ann.*, 50, 216-241.
- Tricart, J. y Mainguet, M. (1965).—Caractéristiques granulométriques de quelques sables eoliens du desert péruvien: aspects de la dynamique des barchans. *Rev. Geomorphol. Dyn.*, 15, 110-121.
- Udden, J. A. (1898).—Mechanical composition of wind deposits. *Augustana Library Publ.*, 1, 69 pp.
- Waitt, M. B. C. (1969).—Desert Dunes of the Kermit Sandhills, Winkler County, Texas. *Thesis Univ.*, Texas, 90 pp.
- Williams, G. (1964).—Some aspects of the eolian saltation load. *Sedimentology*, 3, 257-287.