

Los arenales costeros del litoral catalán (la bahía de Rosas)

Emma SAINZ-AMOR

Instituto Jaime Almera C.S.I.C., Martí Franqués s/n. 08028 Barcelona

RESUMEN

Se distinguen dos fuentes para los minerales pesados que se encuentran en las playas de la bahía de Rosas: los basaltos de Olot, para la augita, olivino e hiperstena y las rocas metamórficas del macizo de los Alberes y Cabo de Creus de donde proceden la andalusita, silimanita y distena.

La distribución de los minerales, se explica por el transporte efectuado por las corrientes de deriva, los temporales y el viento.

Las anomalías en la distribución de algunas especies se deben a los accidentes del terreno y a las condiciones dinámicas muy activas de la bahía, que afectan a la selección de minerales.

Palabras clave: Mineralogía. Sedimentología. Minerales pesados. Bahía de Rosas.

ABSTRACT

The heavy minerals of Gulf of Rosas coastal sand have two different sources. The more frequent heavy minerals are augite and olivine which come from Olot basalts. The metamorphic association is presented by andalusite, sillimanite and kyanite and they come from the metamorphic rocks of the Pyrenees and Cap of Creus massif. Hornblende can have two origins: the metamorphic and the granitic rocks of river Muga basin.

Changes in the proportion of mineral components are attributed to the longshore currents, to storms and to the wind, which modify the proportions of light and heavy minerals.

The Gulf dynamic conditions are very active and they have a great influence on the mineral distribution of the bay sand.

Key words: Mineralogy. Sedimentology. Heavy Minerals. Bahía de Rosas.

INTRODUCCIÓN

El golfo de Rosas, situado en la plana del Ampurdán, está cerrado al norte por el macizo del Cabo de

Creus y al sur por el promontorio cretácico del Montgrí, y tiene forma elíptica como consecuencia de la dinámica de la bahía (Fig. 1).

La Plana del Ampurdán es una amplia llanura, constituida por aluviones fluvio-marinos, pliocuaternarios y recientes y la surcan numerosos canales, que son probablemente antiguos cursos fluviales. La antigua morfología está hoy enmascarada por el relleno de los aluviones lagunares, por la intensa colmatación y por la acción antrópica. Este relleno es en gran parte limoso y sólo los canales de los ríos Muga y Fluviá y el actual litoral son arenosos.

Llegan al golfo de norte a sur el torrente Grao y los ríos Salinas, Muga y Fluviá, y entre los dos últimos la riera de Algama con escaso aporte de materiales. La parte meridional recibía antes las aguas del Ter, que hoy desemboca al sur del macizo del Montgrí. Los ríos Fluviá y Muga, forman un complejo deltáico sometido a una enorme subsidencia, sin la cual, la bahía se hubiera ya colmatado.

El más meridional de estos ríos, que desemboca en el centro de la bahía, es el Fluviá, cuya cuenca comprende la zona montañosa de La Garrotxa y el Pla del Alto Ampurdán, que aporta materiales de los afloramientos basálticos cuaternarios y neógenos (Solé Sabarís, 1962) del Alto Ampurdán y de la zona basáltica de Olot.

El río Muga, tiene parte de su cuenca en el Alto Ampurdán y otra parte, con mayor aporte de sedimentos, comprende zonas graníticas y metamórficas pirenaicas.

El torrente Grao y el río Salinas son de curso corto, y arrastran un mínimo de materiales. El Salinas, por

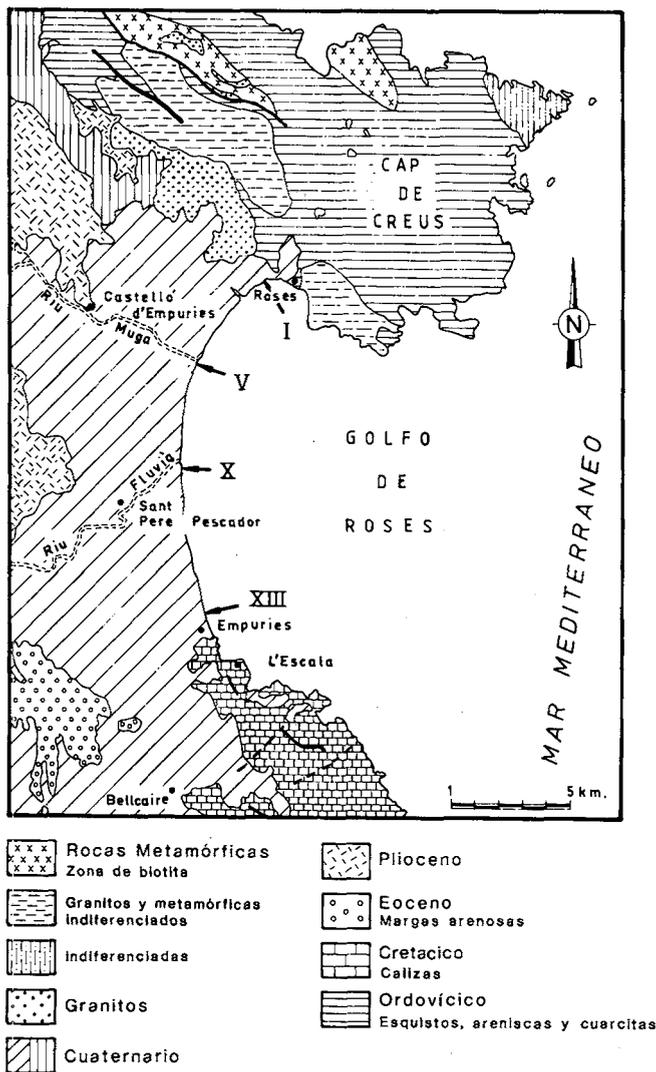


Figura 1.- Esquema geológico del golfo de Rosas.

Figure 1.- Geological sketch of the Rosas Gulf area with location of profiles.

su poca pendiente, formaba hasta hace poco tiempo una laguna en su desembocadura y no llegaba al mar más que en las grandes avenidas. En la actualidad existe una urbanización en este lugar que impide su llegada al mar.

Los aluviones aportados por los ríos Fluvià y Muga constituyen la mayor parte de los materiales que forman la Plana. Actualmente los procesos de erosión-sedimentación de ambos, se ponen en marcha muy raramente, debido a la poca competencia de sus cuencas y a que éstas se hallan parcialmente regularizadas y sólo en los períodos de crecida hay movilización de material.

Además de los aluviones de estos ríos, juegan también un papel en la constitución de la costa actual, los materiales procedentes de la erosión del macizo metamórfico del Cabo de Creus al norte y las calizas del macizo cretácico del Montgrí al sur.

La irregularidad actual de la dinámica fluvial, se manifiesta por una gran variabilidad de los aportes sólidos que llegan al mar, por lo que el transporte litoral y la redistribución de sedimentos dependen de la dinámica marina y del balance entre ésta y la fluvial (Julia *et al.*, en prensa). La movilización y el transporte del material condiciona el balance de la playa y su tendencia al avance o retroceso, en las distintas épocas del año o de un año a otro (Marqués y Julia, 1986).

La dinámica del golfo y por lo tanto la distribución de sedimentos, viene condicionada hoy principalmente por las corrientes de deriva, los temporales y el viento.

Las corrientes de deriva tienden a repartir los sedimentos desde el centro de la bahía en la desembocadura del Fluvià, hacia ambos lados. Los temporales afectan también la redistribución de sedimentos, especialmente los de levante, los más importantes, que actúan principalmente desde el río Muga hacia el sur.

Por acción de la tramuntana, o viento del norte, que es el más importante de la comarca, también se produce redistribución de sedimentos, pues toma materiales arenosos de la playa y forma dunas que se extienden tierra adentro, con dirección general N-S.

ESTUDIO MINERALÓGICO

Las playas se han estudiado mediante el análisis de 13 perfiles, perpendiculares a la costa, con un total de 49 muestras recogidas desde la población de Rosas a San Martín de Ampurias (Fig. 1).

En su conjunto, la composición mineralógica del litoral, es bastante uniforme en cuanto al número de especies mineralógicas halladas, lo que varía en las muestras analizadas, es la proporción en que se encuentran estas especies.

Carbonatos

La proporción de carbonatos es bastante elevada en todas las muestras analizadas. Desde Ampurias hasta la desembocadura del río Muga varía entre el 20 y el 42% (media 28%). A partir del río Muga hasta Rosas su proporción es menor de 13 a 27% (media 20%).

La mayor proporción de carbonatos corresponde al centro-sur de la bahía y son en su mayoría de origen

inorgánico. Su procedencia debe ser por una parte el macizo calizo del Montgrí, por otra parte el río Fluviá y los antiguos aluviones del río Ter, en cuyas cuencas se encuentran materiales calcáreos.

Cuarzo-Feldespatos

Una vez eliminados los carbonatos, se ha utilizado en la diferenciación cuarzo-feldespatos, el método de la coloración selectiva por cobaltinitrito sódico (Caillex y Tricat, 1965).

El cuarzo es el mineral más frecuente. Su proporción oscila desde 59 a 87% (el promedio se aproxima a 78.14%) y es relativamente más abundante en el centro y sur de la bahía. Dada su dureza y resistencia se halla concentrado en las fracciones más finas y en las zonas más dinámicas de la bahía y su origen está en las rocas ácidas, granitos, rocas metamórficas y areniscas de las cuencas del Muga y del Fluviá, respectivamente.

El porcentaje de plagioclasas varía entre 9 y 37,5% (promedio 18,5%), son más abundantes en el norte, a partir del río Muga hasta Rosas y en la desembocadura del río Fluviá. La proporción de plagioclasas está de acuerdo con las rocas que se encuentran en el área fuente, basaltos de Olot en la cuenca del Fluviá y granodioritas y rocas metamórficas de la cuenca del Muga y de la costa norte de la bahía.

En cuanto a los feldespatos potásicos, su proporción oscila entre 0,7 y 8% (promedio 4,48%), correspondiendo los valores más elevados a la desembocadura del río Muga. Estos relativamente bajos porcentajes pueden relacionarse, dada su mayor resistencia a la erosión que las plagioclasas (Gabis, 1965), con la escasez de rocas ácidas ricas en feldespatos, en la cuenca del río Fluviá, dominante en la composición mineralógica de la bahía. El origen de estos feldespatos deben ser los granitos de la cuenca del río Muga, cuyos aportes son de menor importancia.

Minerales pesados

Los minerales pesados no son muy abundantes, en las playas de la bahía, y entre ellos dominan los minerales opacos, opacos por alteración y alteritas. Entre los primeros se encuentran óxidos de hierro, hematites, magnetita, ilmenita, etc. Los granos opacos por alteración son también frecuentes, se presentan con bordes irregulares y frecuentes manchas leucoxénicas. También son abundantes las alteritas. La proporción del conjunto de estos minerales llega y a veces sobrepasa el 70% en los perfiles V a IX y disminuyen hacia Rosas y L'Escala, en la parte sur su proporción no lle-

ga al 40%. El aumento en la proporción de minerales opacos, coincide con el aumento del tamaño del grano.

Los minerales transparentes no son ni abundantes ni variados. Como minerales dominantes se encuentra la asociación olivino-augita.

La augita se presenta casi siempre en cristales frescos, de color verde ligeramente parduzco, con aristas vivas y frecuentes inclusiones.

El olivino se presenta, en general, en forma de granos frescos de color verde muy claro. Se encuentran también algunos granos, pocos, resquebrajados con contornos quebrados, siguiendo las líneas de exfoliación. A lo largo de las grietas se depositan, en algunas ocasiones, formaciones ferruginosas, dando una disposición característica en malla.

Además de los minerales mencionados se hallan presentes, en todas las muestras, andalucita y biotita. La primera en un 4%, aunque localmente, en el norte de la bahía puede alcanzar el 16%. Está frecuentemente alterada, con numerosas inclusiones carbonosas y en algunos casos muestra un vivo pleocroísmo. La biotita se encuentra en forma de laminillas pardas y pardo-verdosas.

Son bastante frecuentes: hornblenda, epidota y granate, aunque su proporción no es elevada más que, en el caso de la hornblenda, en las proximidades del río Muga. Son menos frecuentes y abundantes hiperstena, silimanita, apatito, titanita, etc.

De los minerales llamados comunes, los únicos presentes, aunque escasos, son el zircón y la turmalina, que están ligeramente rodados.

Observando las curvas la distribución de los diferentes minerales, en cada uno de los perfiles (Fig. 2), se nota en casi todos ellos paralelismo en las curvas de la augita y el olivino, que son los minerales pesados mayoritarios.

Las curvas de variación de los minerales pesados podrían agruparse en tres tipos: perfiles I a VI, VII a IX y X a XIII.

Las curvas del primer grupo, son bastante regulares y sólo en dos casos existen puntos de inflexión, uno en la augita en las proximidades de la desembocadura del río Muga (perfil V, muestra 27) que coincide con una duna, y otro en la andalucita (muestra 38, perfil III) que corresponde a una elevación del terreno.

El segundo grupo corresponde a la zona más energética de la bahía, las condiciones dinámicas son muy activas y la irregular distribución de los minerales debe estar relacionada con la selección efectuada por el

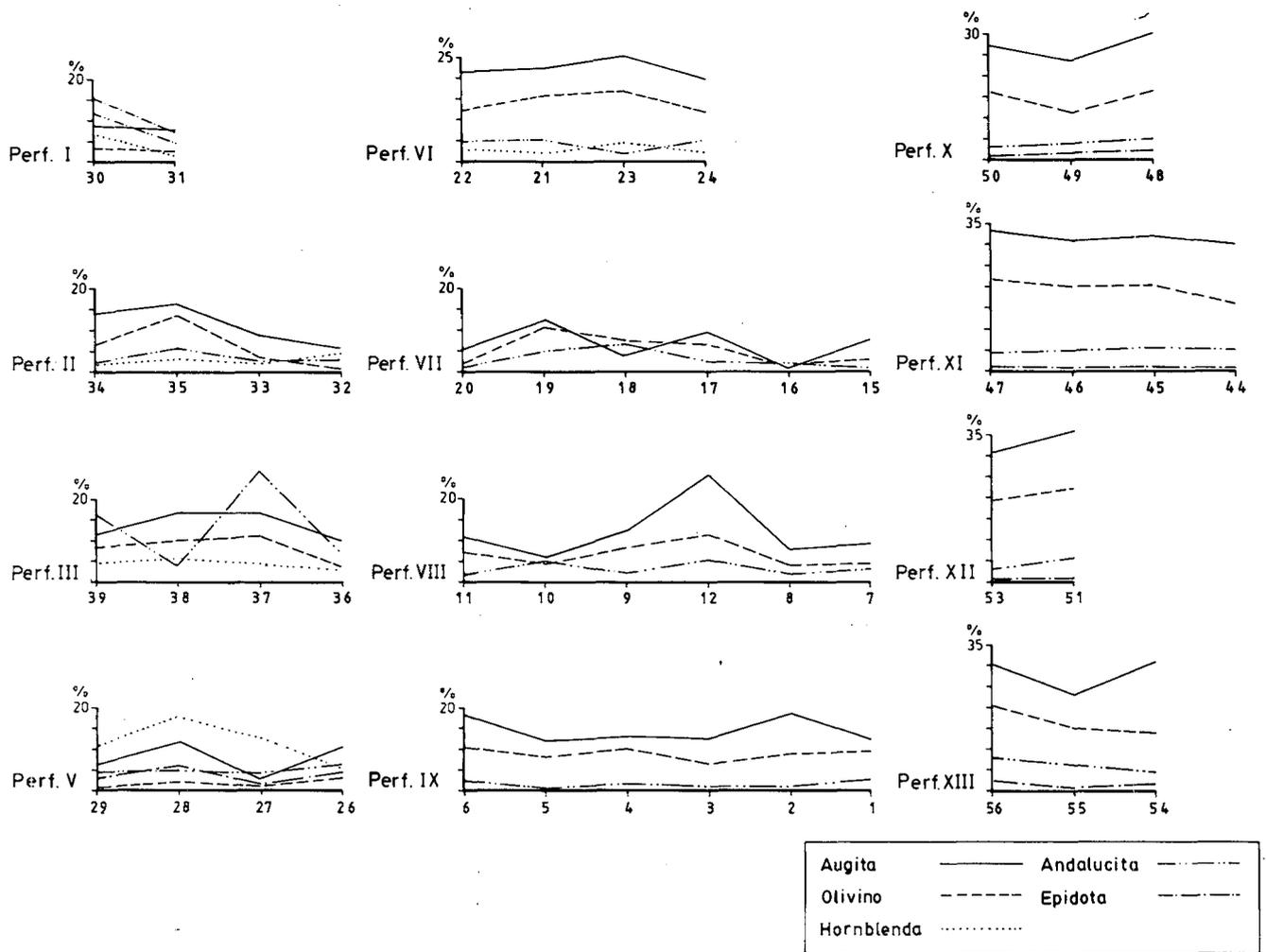


Figura 2.- Distribución de los minerales pesados en los diferentes perfiles. Estos son normales a la línea de la costa, situada a la derecha de las gráficas. Los números en las abscisas corresponden al número de la muestra.

Figure 2.- Distribution of heavy minerals in the profiles which are normal to the shoreline. The shoreline is located to right of the profile. Sample numbers on the abscissas.

agua, inundaciones de uno y otro lado y por el viento. Esta selección origina diferencias granulométricas, que condicionan la mayor o menor proporción de minerales pesados.

El tercer grupo, zona más tranquila, las inflexiones observadas corresponden con accidentes del terreno, dunas etc.

A pesar de las mezclas existentes en la distribución de minerales pesados (Fig. 3), se pueden distinguir diferentes fuentes detríticas y la importancia relativa de cada una de ellas en las arenas del litoral.

La fuente más importante corresponde a los minerales basálticos. Proceden estos minerales de los afloramientos de las cercanías de Olot y son arrastrados por el río Fluviá. El cortejo dominante está formado por: augita y olivino y en menor proporción por hiperstena. Esta asociación se distribuye a través de toda la línea costera y con algunas fluctuaciones, presenta una disminución progresiva desde el río Fluviá a Rosas. Como minerales acompañantes se encuentran: epidota, granate, etc.

Otra asociación es la formada por minerales meta-

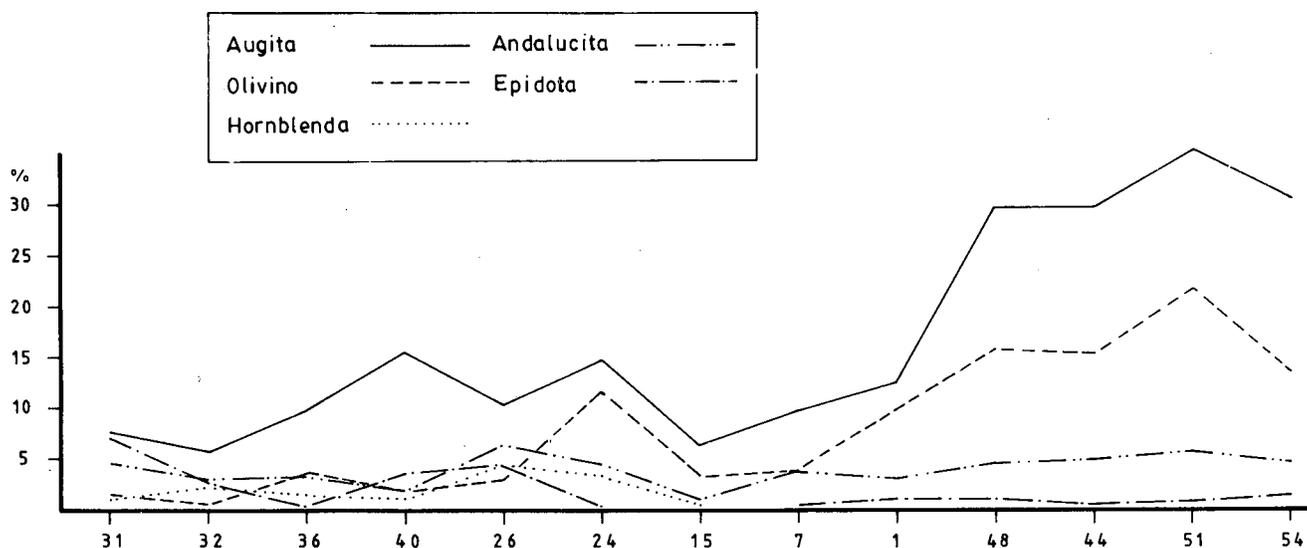


Figura 3.- Variación de los minerales pesados en las muestras más próximas al mar.

Figure 3.- Variation of heavy minerals in the samples situated offshore.

mórficos, procedentes del desmantelamiento del macizo de los Alberes y del cabo de Creus. Estos minerales están también presentes en toda la bahía, pero en mayor proporción en la parte norte de la misma. Los minerales metamórficos hallados son: andalusita, silimanita, distena, granate, etc.

El hecho de que la hornblenda se encuentre en proporción más elevada en la desembocadura del río Muga, esté siempre presente hacia el norte de la bahía y no se encuentre más que esporádicamente al sur de este río, podría indicar una tercera fuente sita en los materiales graníticos y granodioríticos de la cuenca del mismo, o también podría proceder de las rocas metamórficas de los macizos mencionados.

El papel del río Fluviá, por la mayor proporción de sus aportes, es dominante en la composición mineralógica de la bahía y la asociación por él arrastrada, augita-olivino, es la mayoritaria en toda la costa al ser distribuida por las corrientes de deriva. Es tan mayoritaria esta asociación, que sólo en dos puntos de la costa, desembocadura del río Muga y Rosas, deja de ser dominante. En la desembocadura del Muga esta asociación es sustituida por minerales micáceos y hornblenda. Los primeros no han sido cuantificados entre los minerales densos, por quedar parte en la fracción ligera, pero se encuentran en proporción elevada, y la horn-

blenda llega al 17% de la fracción pesada. En Rosas, predomina la andalusita con un 10% y la epidota con 8%. A partir del Fluviá hacia L'Escala, la proporción de augita y olivino es más elevada, pudiendo alcanzar este último, a pesar de su fragilidad el 21% y la augita el 35%.

La interpretación dada por Duboul-Razavet y Monaco (1966), de que la persistencia de los minerales basálticos en toda la zona era facilitada, por la existencia en los fondos de la bahía de arenas fósiles y que el cortejo olivino-augita tendría un doble origen fluvial y marino, de acuerdo con los dos tipos de olivino encontrados, no parece posible mantenerla en la actualidad, porque los sedimentos existentes en la bahía están cubiertos por una capa de limo que impide su movilización y los sedimentos que se hallan fuera de la bahía se encuentran a más de 90 metros de profundidad, lo que dificulta su movilidad (Serra, comunicación oral).

Por otra parte, la proporción de olivino resquebrajado y alterado es muy pequeña y dada su fragilidad podría explicar este hecho las condiciones dinámicas a que está sometido, especialmente en las muestras del centro de la bahía que es donde más abundan los granos resquebrajados; y además la augita debería presentar también, si existieran dos orígenes, señales de alteración.

CONCLUSIONES

- La proporción de carbonatos, principalmente inorgánicos, es bastante elevada, y es mayor en la parte central y sur de la bahía que en la parte norte. La fuente de estos carbonatos hay que buscarla en el macizo del Montgrí, en la cuenca del río Fluviá y probablemente en los antiguos aportes del río Ter.
- Predominan las plagioclasas sobre los feldespatos potásicos, en toda la franja costera, llegando en algún caso a alcanzar las primeras el 37% de la fracción ligera descalcificada. Estos valores indican la existencia de rocas básicas y metamórficas como fuente importante en la constitución de estos sedimentos.
- En los minerales pesados domina en toda la bahía la asociación augita-olivino, procedente de la cuenca del Fluviá. Otra asociación, distribuida por toda la franja costera en pequeña proporción, es la formada por minerales metamórficos: andalucita, silimanita, distena, granate, etc., procedente de los macizos metamórficos del cabo de Creus y de Los Alberes. Localmente en la desembocadura del Muga y hacia el norte de este río se encuentra hornblenda que puede proceder de los materiales graníticos y de las rocas metamórficas de su cuenca.
- La existencia de la asociación augita-olivino, plagioclasas, feldespatos potásicos y carbonatos en todo el litoral se debe a las condiciones dinámicas de la bahía cuyos temporales y corrientes de deriva tienden a distribuir los sedimentos desde las desembocaduras de los ríos Muga y Fluviá hacia el norte y hacia el sur respectivamente.
- La distribución de los minerales pesados, feldespatos y carbonatos, indica que los ríos Fluviá y Muga tienen un papel dominante en la constitución mineralógica de las arenas del litoral, en las que no es perceptible aporte externo.
- El transporte de materiales hacia el sur origina acumulación de sedimentos arenosos que impulsados por el viento del norte, la Tramuntana, produce redistribución de material y forma un campo de dunas de considerable altitud, cuya composición mineralógica cualitativa es la misma que la de las arenas costeras.
- Las corrientes de deriva, los temporales de levante y el viento del norte, condicionan la distribución actual de sedimentos a lo largo de la línea costera de la bahía de Rosas.

BIBLIOGRAFIA

- CAILLEUX, A. y TRICART, J., 1965: «Initiation à l'étude des sables et des galets». T.I 366 p., 71 figs., 54 tablas. T.II 194 p. T.III 202 p. *Centre de Documentation Universitaire*. Paris.
- DUBOUL-RAZAVET, C. y MONACO, A., 1966: «Étude minéralogique des sables du littoral catalan espagnol». *Vie et Milieu*, XVII: 217-224.
- GABIS, V., 1965: «Quelques aspects de la minéralogie et de la géochimie de la série sédimentaire oligocène du Velay». *Bull. du Gr. Fr. des argiles.*, t. XVI, (11): 49-57.
- IGME 1980: Mapa geológico de España. Escala 1: 200.000, num. 25: Figueras. Madrid, serv. Publ. Ministerio de Industria, 29 p. 1 mapa pleg.
- JULIÀ, R., MARQUES, M.A., SERRA, J. i VERDAGUÉ, A. (en prensa). «Caracterització geològica dels aiguamolls de la bahia de Rosas. in: *Els sistemes naturals dels Aiguamolls de l'Empordà*.
- MARQUES, M.A. y JULIÀ, R., 1986: «Fluvial and Muga delta plain: Geomorphological features and evolution (Alt Empordà-Gulf of Roses)». *Symposium on man's impact on coastal environment*. Guidebook. Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., 1962: «Observaciones sobre la edad del vulcanismo gerundense. *Mem. Acad. Cien. Artes*. Barcelona (695), 34: 359-372.

Recibido, noviembre 1986