

# Distribución y composición elemental de la materia particulada en suspensión en el Mar Catalano-Balear

*Distribution and elemental composition of the suspended particulate matter in the Catalan-Balearic Sea*

A.M. Calafat (\*), J. L. Casamor (\*), M. Canals (\*) y F. Nyffeler (\*\*)

(\*) UA Geociencias Marinas CSIC-UB. GRQ Geociencias Marines, Universitat de Barcelona. 08071-Barcelona.

(\*\*) LIMNOCEANE, Université de Neuchatel. CH-2007 Neuchatel (Suiza)

## ABSTRACT

The spatial distribution at surface (-5m) and bottom (2-5m a.s.f.) //levels of the concentration and elemental composition of the suspended particulate matter show that the main trends result from the interaction between oceanographical phenomena and the morphosedimentary characteristics of each continental margin segment. The flow of the Northern current, which parallels the continental Slope, together with the topographic effects due to the bottom reliefs control the transfer of the fluvial inputs to the open-basin. The geostrophic fronts govern the main inputs of autochthonous suspended particulate matter.

**Key words:** Suspended particulate matter, Particulate organic carbon, Nephelometry, Catalan-Balearic Sea, NW Mediterranean.

Geogaceta, 20 (2) (1996),370-373

ISSN: 0213683X

## Introducción y objetivos

El estudio de la materia particulada en suspensión (SPM) ha experimentado, en los últimos años, un creciente interés por sus implicaciones tanto biogeoquímicas como medioambientales. El papel de la SPM en el transporte de contaminantes, y su importancia en los ciclos biogeoquímicos, especialmente en el ciclo del C, han impulsado las investigaciones sobre la transferencia y la composición del material particulado en los océanos.

En el presente trabajo se estudia la distribución quasi-sinóptica, en superficie (-5 m) y en profundidad (2-5 m sobre el fondo), y en condiciones estivales (Agosto de 1993), de las concentraciones de la SPM, del porcentaje de carbono orgánico particulado (POC) y del índice carbono/nitrógeno (C/N) de la propia SPM en el Mar Catalano-Balear, dentro del área delimitada por el cañón submarino de Lacaze-Duthiers al N, el cañón de Marsella al NE, el cabo de Formentor - Mallorca- al S y el delta del Ebro al SW (Fig. 1).

El área de trabajo ha sido escogida por presentar contrastes morfológicos y sedimentológicos significativos que condicionan todos los procesos de transferencia de materia y energía desde las provincias fisiográficas del margen continental a

la cuenca. Al N y NW se sitúan los márgenes terrígenos del Golfo de León y Catalunya con importantes aportes fluviales (Ródano, Ebro, ...), que se materializan en la existencia de deltas y, sobre todo, de prodeltas formados por la acumulación de material fino fácilmente removilizable. Los cañones submarinos son vías preferenciales para el transporte de dicho material hacia la cuenca profunda (Durrieu de Madron *et al.*, 1990). Al S se sitúa el margen carbonatado balear, sin ninguna influencia fluvial. La hidrodinámica de toda la zona esta controlada por el flujo ciclónico de la Corriente del Norte (también denominada Corriente Liguro-Provenzal), que fluye paralela al talud continental. La interacción de esta corriente con la topografía submarina provoca la apari-

ción de giros anticiclónicos locales (Font *et al.*, 1992). Además, las entradas de aguas fluviales en los márgenes septentrionales y las de agua atlántica a través de los canales balearicos dan lugar a la formación de los denominados Frente Catalán y Frente Balear (Font *et al.*, 1988).

Hasta el momento, la concentración y la composición de la SPM en el Mediterráneo Noroccidental había sido estudiada, principalmente, en zonas de plataforma con importantes aportes fluviales (Aloisi *et al.*, 1979, 1982; Palanques, 1987; Calafat, 1993) y, en menor medida, en la plataforma carbonatada de las Baleares (Canals *et al.*, 1990).

Los datos acerca de la SPM se han obtenido mediante el muestreo de aguas en un

	n	Rango	Media	SD
Area completa	306	0,02-2,2	0,36	0.35
Plataforma	31	0,07-1,9	0.63	0.51
Talud y cuenca	275	0,02-2,2	0.33	0.31

Tabla 1.- Valores medios y rangos de variación de las concentraciones de SPM (mg/l) en el area de estudio. Los datos de plataforma (< -150m) se han diferenciado de los de talud-cuenca.

Table 1.- Mean values and variation ranges of the SPM concentration (mg/l) at the study area. Continental shelf (< -150,) values are separated from slope- basin values.

total de 306 niveles de profundidad, repartidos en 188 estaciones, realizadas entre el 1 y 18 de Agosto. En cada estación se realizó un perfil hidroológico previo al muestreo de la columna de agua. La sonda CTD utilizada fue una ICTD de FSI, con nefelómetro incorporado. Las concentraciones de SPM se calcularon por gravimetría mediante la filtración de volúmenes conocidos de agua sobre filtros de policarbonato (Millipore) de 0,45 µm de poro. El carbono y el nitrógeno orgánicos se determinaron en filtros de fibra de vidrio (GF/F), mediante un Analizador Elemental CARLO ERBA (EA 1108), previo ataque de los carbonatos con HCl al 10%.

**Resultados**

*Nefelometría:* Los perfiles nefelométricos (Fig. 2) muestran la existencia de importantes capas nefeloides a diferentes profundidades en la columna de agua. En todas las estaciones se ha observado la presencia de una capa nefeloide superficial

Fig. 1.- Esquema batimétrico e hidrosedimentario del Mar Catalano-Balear. Los triángulos corresponden a las estaciones hidroológicas ilustradas en la Fig.2.

Fig. 1.- Bathymetric and hydrosedimentary sketch of the Catalan-Balearic Sea. The triangles correspond to the hydrological stations in Fig.2.

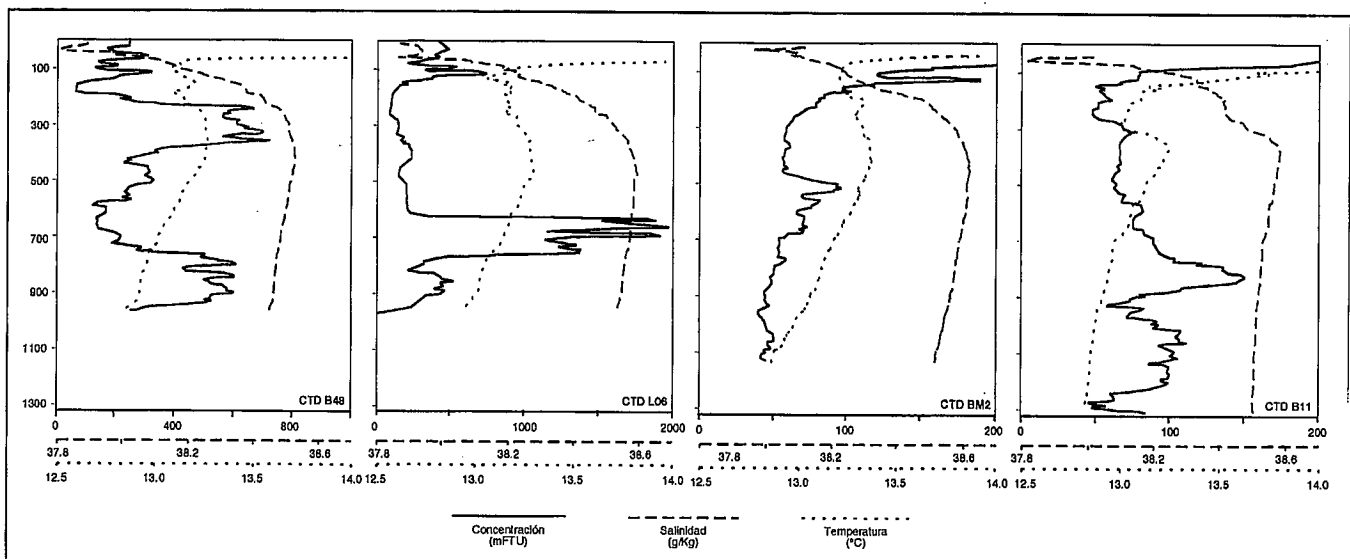
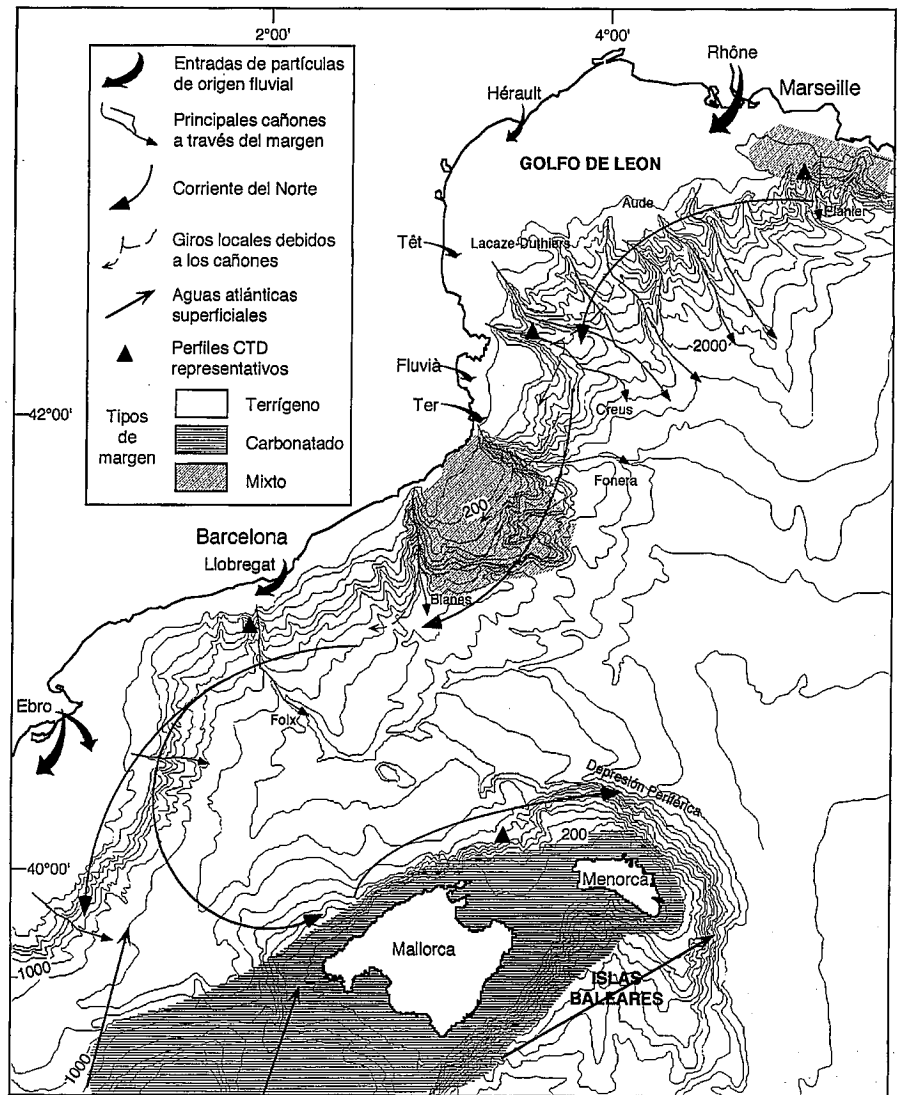


Fig. 2.- Perfiles ilustrativos de CTD y nefelometría (concentración en unidades mFTU) en el eje de diversos cañones submarinos de los márgenes del área de estudio. Se observa la relación entre diversos picos de parámetros hidroológicos y capas nefeloides intermedias y de fondo. Localización de los perfiles en la Fig. 1. B48: Cañón del Foix; L06: Cañón del Cabo de Creus; BM2: Cañón de Planier; B11: Talud de Menorca.

Fig. 2.- Illustrative CTD and nephelometric (mFTu units concentration) profiles from selected stations into canyons along the margins of the study area. Note the relations ben between peaks of hydrological parameters and intermediate and benthic nepheloid layers. Location of the stations in Fig. 1. B48: Foix Canyon; L06: Cape of Creus Canyon, BM2: Planier Canyon, B11: open Slope off Minorca.

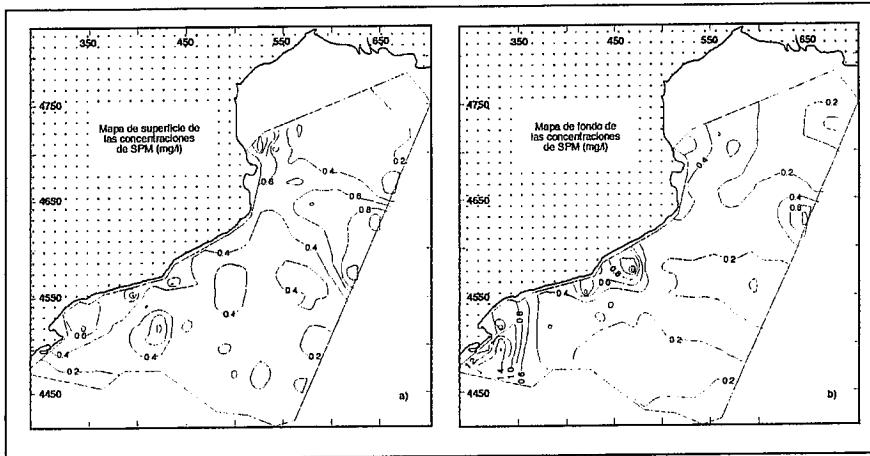


Fig.3.- Distribución superficial (a) y de fondo (b) de la SPM en mg/l.

Fig. 3.- Distribution of surface (a) and bottom (b) suspended particulate matter in mg/l.

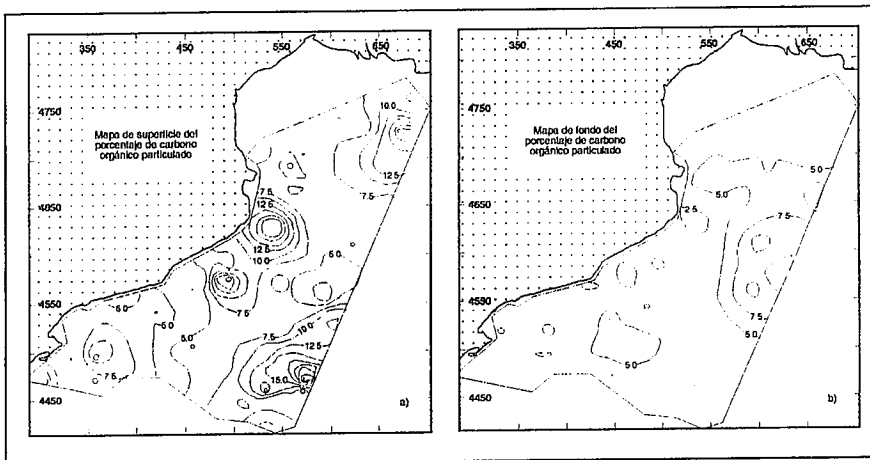


Fig. 4.- Distribución porcentual del carbono orgánico particulado en la superficie (a) y el fondo (b).

Fig. 4.- Distribution in percentages of the particulate organic carbon on surface (a) and bottom (b) waters.

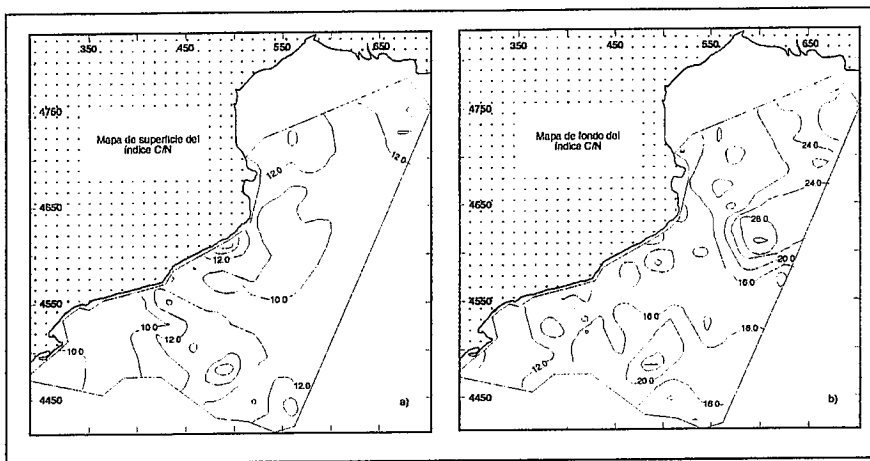


Fig. 5.- Distribución de la relación C/N de la materia particulada en suspensión en la superficie (a) y el fondo (b).

Fig. 5.- Distribution of the C/N index of the suspended particulate matter on surface (a) and bottom (b) waters.

(SNL), de un espesor máximo de 100m, coincidiendo con la termoclina. La utilización de sensores de fluorescencia permite identificar dicha SNL como de origen biológico. Las capas nefeloides intermedias (INL), presentes en los cañones submarinos del margen septentrional, aparecen por debajo de la profundidad correspondiente a la ruptura de pendiente del borde de la plataforma. Las INL más profundas están ligadas a la combinación de procesos de resuspensión y a picnoclinas estructurales de la columna de agua. Los perfiles del margen balear muestran capas nefeloides intermedias de intensidad menor que, a diferencia del margen septentrional, no se sitúan en ningún cañón submarino sino en el escarpe norte de Menorca. En profundidad, la aparición de una capa nefeloide de fondo (BNL) se circunscribe a zonas restringidas, en estrecha relación con la dinámica de la capa límite de fondo ("benthic boundary layer"), no habiéndose observado ninguna resuspensión activa en la zona central profunda, por debajo de los 2000 m de profundidad.

**Concentración de la SPM:** La concentración media de la SPM en la columna de agua es de 0,36 mg/l. En la Tabla 1 se han desglosado los datos según las diferentes provincias fisiográficas: (1) plataforma (menos de 150m); y (2) talud-cuenca. Las concentraciones máximas se sitúan en la plataforma, con un valor medio doble al de talud-cuenca.

**La SPM en superficie:** Las mayores concentraciones de SPM (Fig. 3a) se observan en los márgenes terrígenos del norte, con importantes aportes fluviales, localizándose en determinadas áreas, especialmente en la vertical de los cañones submarinos. Lo más significativo de las distribuciones superficiales es la presencia de un máximo en la radial entre Marsella y Menorca. La distribución del POC (Fig. 4a) muestra que las zonas con altos valores de POC no coinciden en ningún caso con los de [SPM] altas. Además, dichas áreas con POC altos se disponen paralelamente a los márgenes continentales norte y sur, dando lugar entre los dos, en la cuenca central, a una zona alargada con mínimos de POC. Una observación importante son los bajos valores de POC en el área entre Menorca y Marsella citada anteriormente donde, precisamente, las concentraciones de SPM alcanzan un máximo. Los valores de C/N (Fig. 5a) están inversamente relacionados con los de POC, situándose los índices superiores en las zonas de bajos POC, como la zona central de la radial Barcelona-Menorca.

*La SPM de fondo:* La concentración de SPM en el fondo (Fig 3b) es bastante homogénea, en torno a 0.20 mg/l. Sobresalen, no obstante, las concentraciones de la plataforma del Ebro, de la zona del margen de Barcelona y, en menor medida, de la zona entre Marsella y Menorca.

Los porcentajes de carbono son la mitad de los superficiales (Fig. 4b), situándose los más elevados (10%) en la cuenca profunda. En toda la cuenca, el índice C/N (Fig. 5b) presenta valores mucho mayores a ras de fondo (entre 10 y 32) que en superficie. En determinadas zonas, con valores de C/N relativamente altos se observa una posible relación entre el fondo y la superficie, como en la zona entre los frentes Catalán y Balear.

### Discusión y Conclusiones

El estudio de la concentración y la composición elemental de la SPM es un reflejo de los factores hidrodinámicos y morfológicos que determinan su distribución espacial.

Las principales entradas de SPM en superficie se sitúan en los márgenes terrígenos septentrionales. La transferencia de la misma hacia el centro de la cuenca está controlada por el flujo paralelo al talud de la Corriente del Norte, en el margen del Golfo de León, y por la presencia del Frente Catalán más al sur. Bajo determinadas condiciones en el Golfo de León, la interacción entre la Corriente del Norte y el viento del NW puede provocar la desviación de la SPM hacia el centro de cuenca (Thunus, 1995). Este mecanismo explicaría la presencia de áreas con SPM elevadas y valores de POC bajos entre Marsella y Menorca, sin conexión aparente con los principales ríos de la zona, en especial el Ródano.

Las zonas con valores de POC elevados

en superficie están situadas en el recorrido de la Corriente del Norte. La alineación de dichas zonas en el margen norte y en el margen balear muestra con claridad la existencia de los frentes Catalán y Balear. El margen balear, con bajas concentraciones de SPM y elevados valores de POC, representaría la sustitución de una contribución alóctona por otra autóctona -producción primaria-.

En el fondo marino, las concentraciones de SPM se distribuyen de manera similar a la superficie, con máximos en los márgenes terrígenos del norte y noroeste. En estos márgenes, los cañones submarinos juegan un papel significativo en la transferencia de SPM hacia la cuenca, con el subsiguiente aumento de los procesos advectivos con la profundidad.

Los elevados valores de C/N en la SPM del fondo, en determinados sectores de las radiales Barcelona-Baleares y Marsella-Menorca, pueden ser indicadores de materia orgánica de origen pelágico que se degradaría durante la caída a través de la columna de agua. Otro origen probable para la SPM del fondo es la resuspensión de material depositado en el lecho marino en que coinciden con las señaladas por Millot y Mónaco (1984) y Salat y Font (1987) como de formación de aguas profundas durante el período invernal.

En conclusión, se ha observado que la distribución y la composición de la SPM en el área de estudio resulta de la combinación de varios factores: (1) Estructura de la columna de agua y, especialmente, la presencia de picnoclinas que favorece la formación y el sostenimiento de las capas nefeloides, especialmente la SNL y la INL; (2) Interacción de la Corriente del Norte con el fondo marino y formación de giros ("eddys") en la cabecera de los cañones submarinos, los cuales provocarían aumen-

tos locales de la concentración de SPM; (3) Formación y presencia de los frentes geotróficos Catalán y Balear, que dan lugar a importantes procesos de mezcla y al aumento de la SPM autóctona al favorecer la productividad primaria; (4) Generación y flujo de aguas profundas que provocan la resuspensión del material de reciente deposición.

### Agradecimientos

El presente estudio se ha realizado en el marco del proyecto "Flujos biogeoquímicos y evolución climático-ambiental del Mar Balear" (CICYT-AMB93-0841) y del programa de la Unión Europea EUROMARGE-NB (MTP-MAST II-DG XII).

### Referencias

- Aloisi, J.C. Millot, C. Mónaco, A. y Pauc, H. (1979). *Comp. Ren. Acad. Sc. Paris*. 289: 879-882.
- Aloisi, J.C. Cambon, J-P. Carbonne, J. Cauwet, G. Millot, C. Mónaco, A. y Pauc, H. (1982). *Ocean. Acta*, 5: 48-491.
- Calafat, A. (1993) *Tesis Univ. Perpignan* (Francia). 270 pp.
- Canals, M. Calafat, A. y Casamor, J-L. (1990). *XXXII Cong. CIESM Perpignan*. pp. 285
- Durrieu de Madron, X. Nyffeler, F. y Godet, Ch-H. (1990). *Cont. Shelf Res.* 10: 915-929.
- Font, J. Salat, J. y Tintoré, J. (1988). *Ocean. Acta*, 19: 51-57
- Font, J. Martínez, A. Gorrioz, E. García, E. Castellón, A. Julia, A. Manrique, M. Viudez, A. y Vitria, M.R. (1992). *Cong. Space at the Serv. of Environ.* 883-887
- Millot, C. y Mónaco, A. (1984). *Geo-Mar. Lett.* 4: 13-14.
- Palanques, A. (1987). *Tesis Univ. Pol. Cat* 258 pp.
- Salat, J. y Font, J. (1987). *Ann. Geoph.* 5B: 49-54