

CIRCULACION SUPERFICIAL EN EL MAR BALEAR

P.E. LA VIOLETTE¹; J. TINTORE² y J. FONT³

¹Naval Ocean and Atmospheric Research Laboratory, Stennis Space Center. Bay St. Louis. Mississippi 39529-5004. USA

²Depto. de Física, Universitat de les Illes Balears. Ctra. Validemossa km. 7,5 07071 PALMA DE MALLORCA.

³Institut de Ciències del Mar (CSIC). P. Nacional s/n, 08003 BARCELONA

RESUMEN

Este trabajo forma parte de la contribución de los autores al programa internacional Western Mediterranean Circulation Experiment, y ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación "Frontogénesis, circulación secundaria y variabilidad espacial en un frente de densidad", del ICM de Barcelona (1987-1989). En él se describen las características de la circulación superficial en el Mar Balear a partir de una larga serie de imágenes termográficas de satélites de la serie NOAA (1985-1986), y se observa que dicha circulación está controlada por dos frentes de densidad que se encuentran a lo largo de los taludes continentales peninsular y balear. La versión completa y en lengua inglesa de este trabajo, bajo el título de "The Surface Circulation of the Balearic Sea", acaba de ser publicada por el Journal of Geophysical Research de la American Geophysical Union.

Palabras clave: Oceanografía física, Circulación marina, Mediterráneo occidental, Teledetección infrarroja.

ABSTRACT

Until recently, the surface circulation of the Balearic Sea has been viewed as largely cyclonic with a fairly quiescent central dome. However, recent studies involving ship data, tracked drifters, current meter moorings, and satellite imagery indicate that this sea has strong mesoscale variability and a more complex general circulation. These studies, together with an examination of registered satellite imagery collected during the Western Mediterranean Circulation Experiment (WMCE), indicate that the surface circulation is strong year-round, and characterized by two permanent density fronts located on the continental shelf slope (the Catalan Front) and the Balearic Islands shelf slope (the Balearic Front). The Catalan Front is the more active of the two fronts. In the northern area, a plume of cold water is frequently observed moving southward along the continental slope region, shedding dipole eddies along the leading edge of the plume. In addition, the Catalan Front continuously spawns energetic filaments that appear to be associated with the plume of cold water. The likely mechanism of formation of these filaments is the deflection of the cold water by the regional submarine canyons. The full English version of this paper has been published in February 1990 by the Journal of Geophysical Research of the American Geophysical Union.

Key words: Physical oceanography, Marine circulation, Western mediterranean, Infrared remote sensing.

1. INTRODUCCION

El Mar Balear es la región central de la cuenca Algero-Provenzal en el Mediterráneo Occidental. En el presente trabajo nos referimos a la parte del mismo comprendida entre las Islas Baleares y la costa peninsular, que en oceanografía suele denominarse como Mar Catalán.

A pesar de que existe un conocimiento bastante completo de cuáles son las características hidrográficas generales de la zona y su variabilidad estacional, hay pocos trabajos sobre la circulación marina debido a las dificultades de efectuar medidas directas de corrientes en mar abierto. Estudios previos de circulación a escala del Mediterráneo Occidental efectuados mediante determinaciones indirectas a partir del campo de densidad (Ovchinnikov, 1966), presentaban la imagen de un Mar Balear afectado por un gran giro permanente de carácter ciclónico y con una línea central de divergencia coincidente con el eje del Mar Catalán.

En un estudio exhaustivo de datos hidrográficos recogidos entre 1975 y 1985, Font, et al. (1988), ponían de manifiesto la existencia de dos frentes de densidad en la capa superficial del Mar Catalán. Uno de ellos

situado a lo largo del talud continental en el lado peninsular (el frente catalán) y el otro en el talud continental de las Islas Baleares (el frente balear). Dado que en el Mediterráneo Noroccidental se considera que las corrientes marinas vienen determinadas fundamentalmente por el campo de densidad, la presencia continua de estos frentes debe afectar de forma decisiva a la circulación superficial en el Mar Balear, la cual debe ser bastante más compleja de lo que se suponía a partir de cálculos previos con poca resolución espacial. Estudios recientes (Wang, et al., 1988; Tintore et al., 1990) confirman localmente la presencia del frente catalán y la existencia de importantes fenómenos dinámicos de mesoescala ligados a la estructura frontal.

2. MATERIAL Y METODOS

Es conocido que los principales cambios en la estructura horizontal de densidad en el Mar Balear son debidos a variaciones de salinidad y no de temperatura (Salat y Cruzado, 1981). A pesar de ello, una adecuada interpretación de las estructuras térmicas en las imágenes infrarrojas obtenidas por satélite, puede permitir utilizarlas como trazadores del flujo superficial del mar. De esta forma se puede tener una información sinóptica sobre una gran área y, en regiones con meteorología favorable, imágenes sucesivas permiten visualizar la evolución temporal de la circulación superficial. Una herramienta muy útil en estudios de circulación marina a escala sinóptica o mesoescala son las termografías obtenidas por el AVHRR de los satélites de la serie NOAA. En zonas con contraste térmico débil, como es generalmente el Mediterráneo fuera del Mar de Alborán, es preferible no calcular el campo de la temperatura superficial del mar sino usar directamente el canal 4 del AVHRR, con lo cual se consigue mayor resolución en temperaturas relativas (La Violette y Hoyler, 1988).

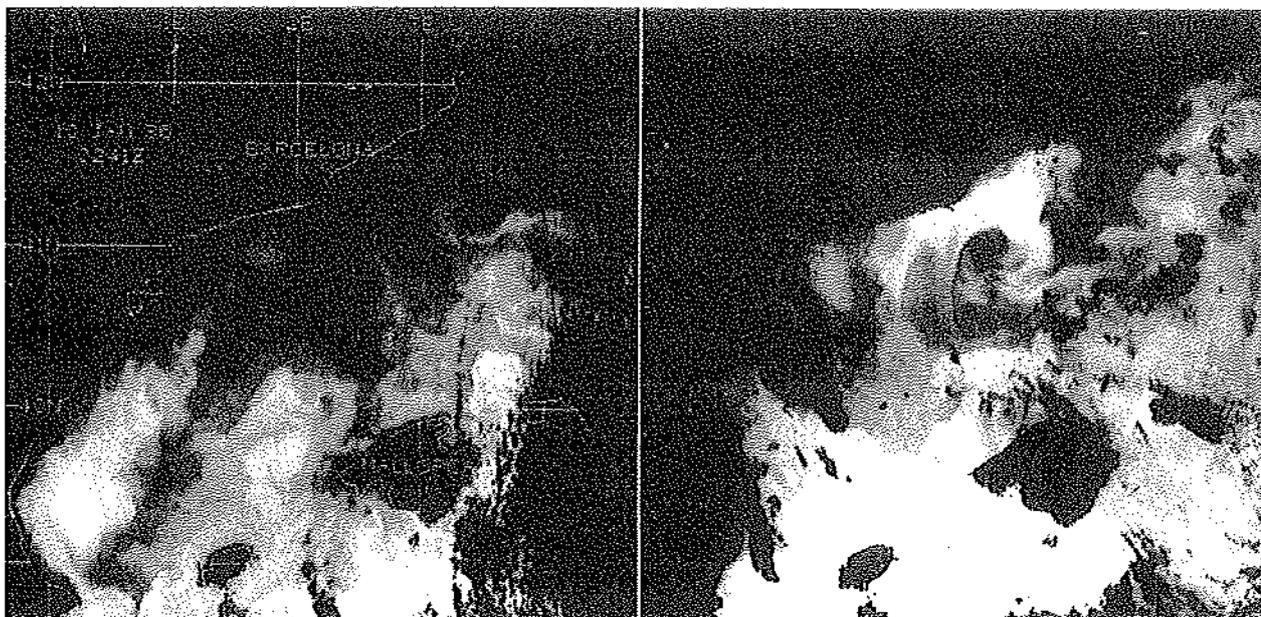


Figura 1.— Imágenes de la temperatura superficial relativa en el Mar Catalán obtenidas con el canal 4 del AVHRR del NOAA 9. Se observa la pluma de agua fría (oscura) llegando hasta el canal de Ibiza (10 enero 1986) o formando grandes remolinos ciclónicos y anticiclónicos (10 septiembre 1986).

Durante el año de realización del Western Mediterranean Circulation Experiment (noviembre 1985 - noviembre 1986), se recogieron gran cantidad de imágenes AVHRR del Mediterráneo Occidental, con las que hemos podido realizar un estudio de la evolución de estructuras térmicas superficiales a distintas escalas espaciales y temporales en la zona del Mar Balear. El examen de imágenes recogidas en otros años nos han confirmado la representatividad general de los resultados conseguidos en 1985-1986.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Una secuencia de imágenes espaciadas un mes entre sí durante todo el período de estudio (ejemplos en la figura 1), permite ver que en ninguna época del año existe una circulación general de tipo ciclónico. El principal fenómeno que se observa es un flujo de carácter turbulento de noreste a suroeste, siguiendo la posición del frente catalán descrito por Font et al. (1988). Este flujo a lo largo del talud de la plataforma continental peninsular no siempre se observa claramente en el Golfo de Valencia, pero sí se ve que sale de la cuenca a través del canal de Ibiza (figura 2).



Figura 2.— Diferencias de temperatura superficial del mar en la zona del canal de Ibiza el 2 de junio y 2 de septiembre de 1986. Se distingue la continuidad del flujo en la parte peninsular entre el Golfo de Valencia y la región al sur del cabo de la Nao.

En la mitad norte del Mar Catalán el fenómeno puede seguirse muy bien gracias a que una pluma de agua fría, originada en las aguas de influencia continental del golfo de León (figura 3), es atrapada en la circulación hacia el sur, marcando la corriente principal asociada al frente catalán. Las aguas de esta pluma fría sirven como trazador de la existencia de remolinos que se originan en la zona frontal y filamentos que parten hacia alta mar. Estos filamentos de aguas poco saladas en mar abierto han sido observados in situ (Wang et al. 1988), y parecen estar sujetos a un control topográfico como la presencia de cañones submarinos (Masó et al. 1989).

El frente balear aparece también en las diversas épocas del año, aunque no siempre de forma bien definida, dándose los gradientes más intensos en verano, lo que se corresponde con datos hidrográficos y de velocidad conocidos (Font, et al. 1988). En la figura 3 aparecen los grandes meandros y remolinos asociados a dicho frente en la zona norte de Menorca.

En mayo de 1986 se consiguió una buena serie de imágenes libres de nubes durante bastantes días, lo que permitió estudiar la evolución de diversas estructuras de mesoescala en la zona del frente catalán. En la figura 4 se observa la evolución en 24 horas de un gran filamento que se desgaja de la pluma de agua fría al norte del delta del Ebro. Una ampliación de estas imágenes permite seguir durante varios días el movimiento de pequeños remolinos de agua caliente desplazándose por el borde exterior de la pluma a unos 30 cm/s hasta quedar atrapados en el citado filamento, que a su vez se mueve aunque más lentamente. Las estructuras observables fuera de la zona frontal no presentan este tipo de movimiento rápido. El frente balear no parece ser dinámicamente tan activo, y muestra una forma ondulatoria con una longitud de onda de unos 60 km, típica de otros sistemas frontales.

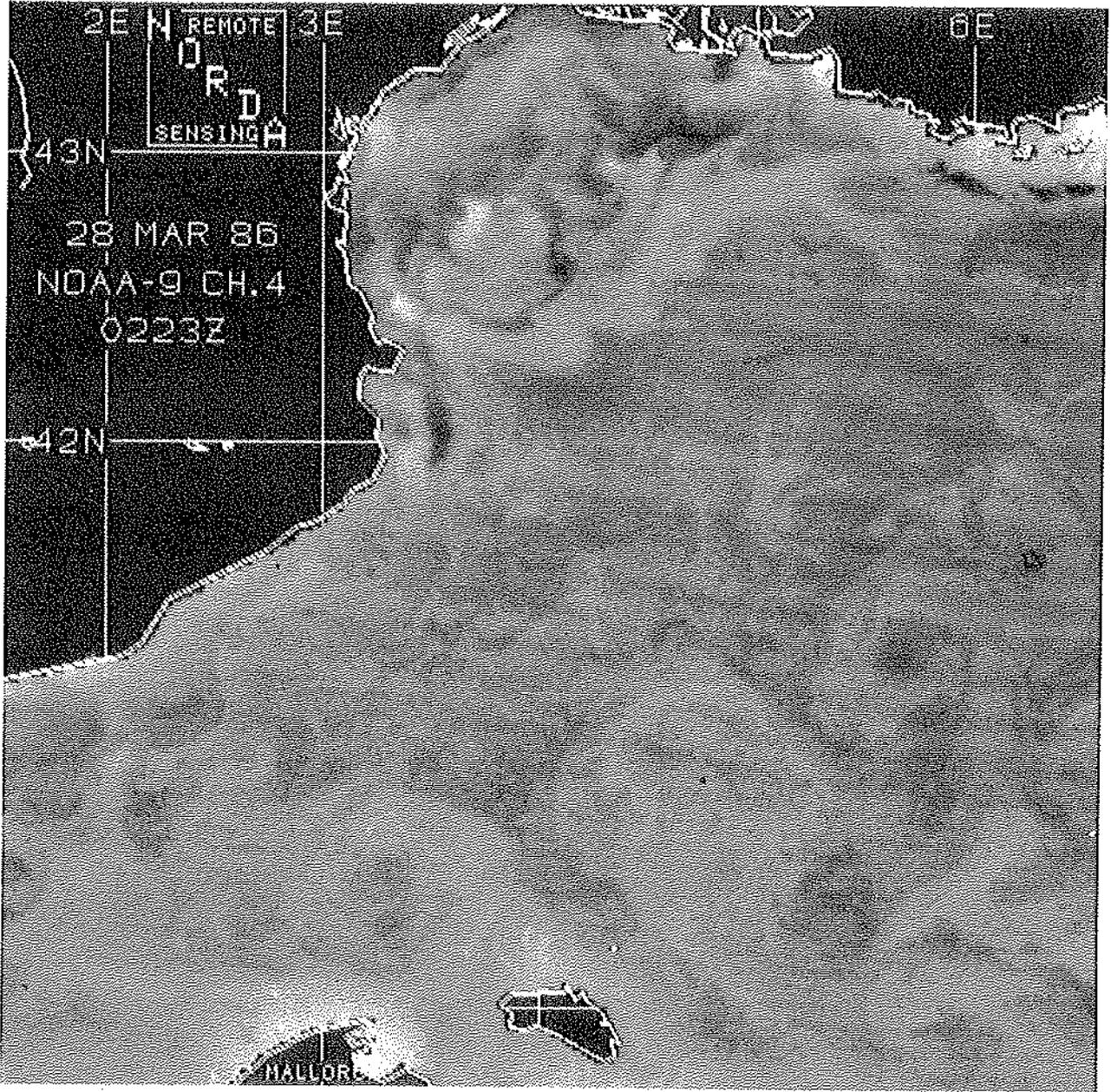


Figura 3.— Temperatura superficial relativa en el Golfo de León y parte norte del Mar Balear en invierno. Puede verse la formación de la pluma de agua fría a partir de la desembocadura del Ródano y su prolongación a lo largo de la costa catalana. Se distinguen tres grandes remolinos ciclónicos en la zona del frente balear, al norte de Menorca.

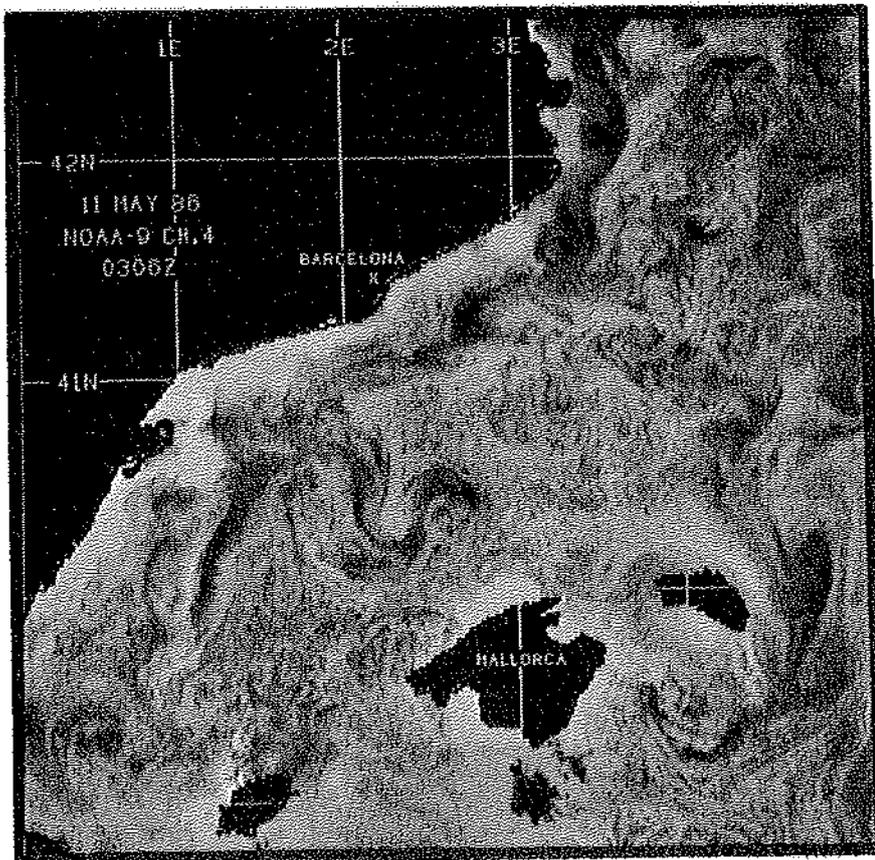
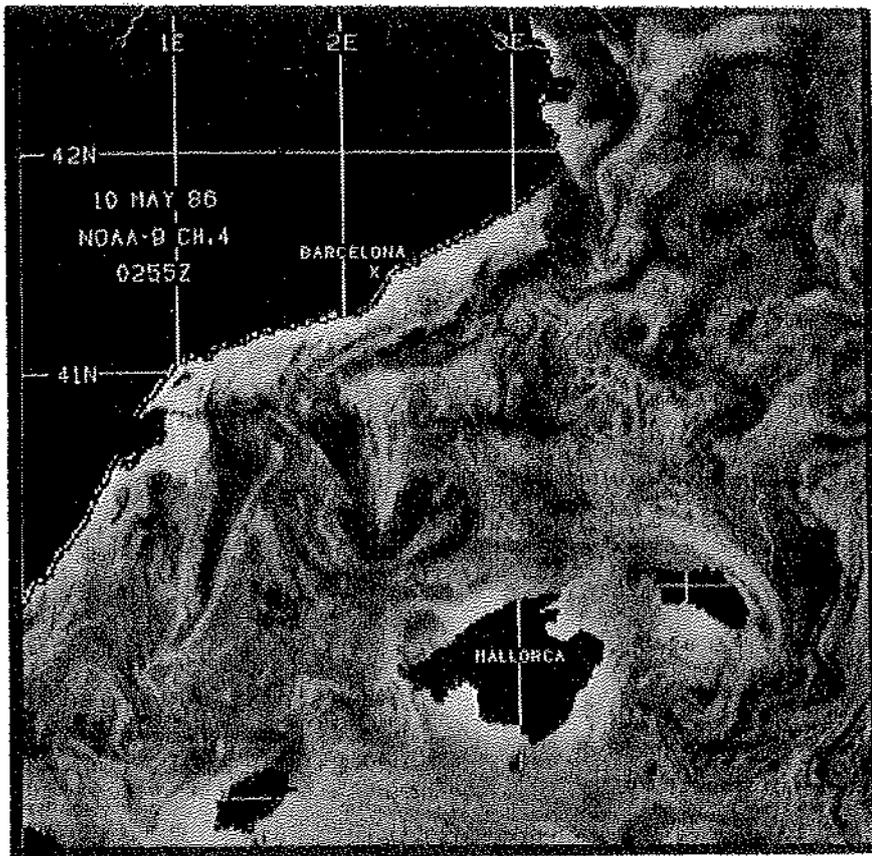


Figura 4.— Estructuras superficiales trazadoras de la circulación en el Mar Balear seguidas con el canal 4 del AVHRR/NOAA. Destaca el gran filamento que se forma entre Barcelona y el delta del Ebro llegando cerca de Mallorca, y la evolución que sufre su parte extrema en 24 horas.

4. CONCLUSIONES

El análisis de una larga serie de imágenes AVHRR/NOAA (1985-1986) permite afirmar:

1. La circulación superficial en el Mar Balear no es de tipo ciclónico sino que está controlada por la presencia de dos frentes de densidad, según afirmaban Font et al. (1988).
2. El frente catalán permanece todo el año y está asociado a una pluma de agua fría procedente del norte (Golfo de León / Río Ródano), con remolinos en sus bordes que evolucionan rápidamente.
3. En el frente catalán se originan filamentos energéticos que parecen estar controlados por la topografía.
4. El frente balear aparece menos variable, con una estructura de meandros a gran escala.

5. AGRADECIMIENTOS

El proyecto de investigación que ha dado lugar a este trabajo ha sido financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (PB86-0628), y la estancia de P.E. La Violette en España por el Comité Conjunto Hispano-Norteamericano para la Cooperación Científica y Tecnológica (VII 874047-4) y la Universitat de les Illes Balears.

BIBLIOGRAFIA

- Font, J.; Salat, J. y Tintoré, J. 1988. Permanent features of the circulation in the Catalan Sea. En: **Pelagic Mediterranean Oceanography**, H.J. Minas y P. Nival (Eds.), **Oceanol. Acta. S-9**: 51-57.
- La Violette, P.E. y Hoyler, A. 1988. Noise and temperature gradients in multichannel sea surface temperature imagery of the ocean. **Rem. Sens. Envir. 25**: 231-241.
- La Violette, P.E., Tintoré, J. y Font, J. 1990. The surface circulation of the Balearic Sea. **J. Geophys. Res. 95**: 1.559-1.586.
- Masó, M.; La Violette, P.E. y Tintoré, J. 1989. Coastal flow modification by submarine canyons along the NE Spanish coastal shelf. En **III. Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección**. Madrid. (este volumen).
- Ovchinnikov, I.M. 1966. Circulation on the surface and intermediate layers of the Mediterranean. **Oceanology. 6**: 48-59.
- Salat, J. y Cruzado, A. 1981. Masses d'eau dans la Méditerranée Occidentale: Mer Catalane et eaux adjacentes. **Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 27 (6)**: 201-209.
- Tintoré, J.; Wang, D.P. y La Violette, P.E. 1990. Eddies and thermohaline intrusions on the shelf/slope front off the NE Spanish coast. **J. Geophys. Res. 95**: 1.627-1.634.
- Wang, D.P.; Vieira, M.; Salat, J.; Tintoré, J. y La Violette, P.E. 1988. A shelf/slope frontal filament off the northeast Spanish coast. **J. Mar. Res. 46**: 321-332.