

ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR CON DATOS DEL ALTÍMETRO DEL ERS-2 AL SUR DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO

A. TEJERA-CRUZ Y O. BERGASA-LÓPEZ

Alicia.tejera@fisica.ulpgc.es

Dpto. de Física de la ULPGC; Edificio de Ciencias Básicas, Campus de Tafira. 35017
Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias

RESUMEN: En este trabajo se presentan algunos resultados obtenidos del análisis de la variabilidad de la altura de la superficie del mar a partir de las anomalías del nivel del mar proporcionadas por los datos del altímetro a bordo del satélite ERS-2, y durante un período de dos años, 1997 y 1998. La finalidad del estudio es determinar la variación estacional que las estructuras oceanográficas mesoescalares presentan en las proximidades del Archipiélago Canario. En esta zona, caracterizada por la generación de remolinos ciclónicos y anticiclónicos al sur de las islas por la perturbación que experimenta la Corriente de Canarias a su paso por los canales entre las islas y por los filamentos de agua fría procedente del afloramiento, el altímetro se muestra como una herramienta importante en la detección y posterior análisis de estas estructuras. Los resultados muestran que la variabilidad espacial y temporal del nivel del mar está asociada, fundamentalmente, a una estrecha banda situada al sudoeste del archipiélago y que se ha puesto de manifiesto con mayor intensidad durante los periodos de verano y otoño de 1998.

ABSTRACT: Some results obtained from the analysis of the sea surface height variability using sea level anomalies given by ERS-2 altimeter data are shown in this work, and during 1997 and 1998 years. The aim of the study is to work out the seasonal variations of the mesoscale oceanographic features that appear in the vicinity of the Canary Archipelago. This area is characterized by cyclonic and anticyclonic eddies southward of the islands, which are generated by the interference suffered by the Canary Current through the canals between the islands, and also owing to cold water filaments coming from the Upwelling. The altimeter demonstrates to be an important tool in the detection and posterior analysis of these features. The results show that the temporal and spatial variability of the sea level is associated, fundamentally, to a narrow band located to the southwest of the archipelago, and which has been clearly seen with greater intensity during the periods of summer and autumn of 1998.

Palabras clave: altimetría, estructuras oceanográficas, remolinos, filamentos, anomalías del nivel del mar, energía cinéticas de remolino (EKE).

INTRODUCCIÓN

Los cambios en la altura de la superficie del mar (HSM) proceden de las respuestas tanto dinámicas como no a distintos mecanismos de fuerzas. Estos incluyen los de ascensión, los de marea, los debidos al viento así como los originados por la presión atmosférica.

Exceptuando las medidas directas de la altura del nivel del mar realizadas por los mareógrafos, este parámetro geofísico ha sido estimado a partir de cálculos geostroáficos de la altura dinámica utilizando las medidas de temperatura, salinidad y presión registradas en las estaciones oceanográficas durante las campañas

que se desarrollan en el océano. La altura dinámica se evalúa respecto a una superficie geopotencial desconocida y mide todas las contribuciones baroclínicas desde la superficie del mar hasta la elegida de referencia mientras que se aproxima como barotrópico los efectos de la presión atmosférica y el flujo barotrópico. El estudio de las distintas contribuciones a la variación del nivel del mar y sus relaciones a la altura dinámica es un problema complejo el cual está siendo aclarado por las medidas regulares a gran escala realizadas por el altímetro.

Los estudios realizados analizando las estructuras oceanográficas en la Zona de Transición Costera del

Noroeste de Africa y al sur del Archipiélago Canario utilizando imágenes de satélite, tanto de temperatura de la superficie del mar (García-Weil, 1998) como de concentración de pigmentos clorofílicos (Pachecho y Hernández-Guerra, 1999) han mostrado la presencia y la variabilidad de complejos fenómenos mesoescales que dan cuenta de la circulación oceánica en esa área. Los filamentos de agua fría y rica en nutrientes procedentes del afloramiento norafricano y los remolinos ciclónicos y anticiclónicos de diferentes escalas caracterizan la dinámica mesoescalar de la región. En este sentido, la fuerte inestabilidad que presenta la Corriente de Canarias tras su paso a través de las islas del archipiélago origina un fuerte campo de remolinos al sur del mismo que repercute de forma directa en la variación de la topografía de la superficie del mar.

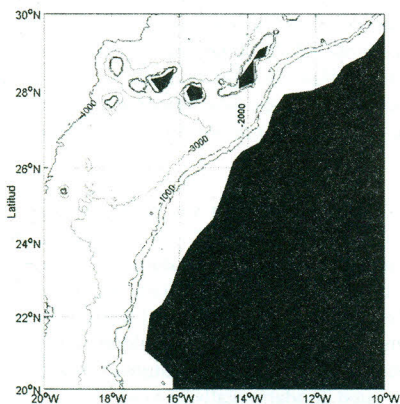


Figura 1. Batimetría del área de estudio.

En este trabajo se abordará un análisis de la variabilidad del nivel del mar entorno al Archipiélago Canario (figura 1) utilizando los datos altimétricos durante un periodo de dos años, 1997 y 1998. Se compararán las máximas y mínimas variaciones del nivel del mar centrándonos fundamentalmente en la zona sur del archipiélago.

METODOLOGÍA

Los datos del altímetro utilizados son las anomalías del nivel del mar del sensor a bordo del satélite europeo ERS-2 y distribuidos por AVISO. El periodo de datos que va desde enero de 1997 hasta diciembre de 1998 se corresponde con 20 ciclos (del 18 al 38). Las trayectorias del satélite que cubren la región de estudio se muestran en la figura 2.

Por otro lado, las anomalías del nivel del mar representan las magnitudes obtenidas una vez realizadas todas las correcciones geofísicas (errores instrumentales y orbitales, perturbaciones atmosféricas y oceánicas, mareas y el efecto del barómetro inverso).

A lo largo de las trayectorias, las anomalías del nivel del mar (*sea level anomalies -SLA-*) se extraen de las series de datos que aún contienen la señal orbital aplicando el método de repetición de trayectoria (análisis colineal) y posteriormente se utiliza el método del análisis objetivo (Le Traon, 1997) para la interpolación espacio-temporal de los mismos.

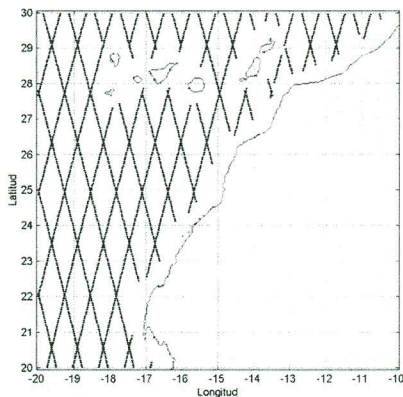


Figura 2. Trayectorias del satélite ERS-2.

A partir de las variaciones del nivel del mar, a través de la ecuación geostrofica, se calcula el campo de velocidades geostroficas y, con él, la varianza de la velocidad geostrofica directamente relacionada con la energía cinética. Los valores de anomalía del nivel del mar y de energía cinética (*Eddy Kinetic Energy, -EKE-*) se colocan en una malla regular de 0.25 x 0.15 grados. La representación se hace utilizando un método de interpolación óptimo en el que para cada punto de la malla el valor se estima mediante el cálculo de la media ponderada de los pesos de los valores en un subdominio de radio 50 km.

RESULTADOS

El análisis de los mapas de variabilidad del nivel del mar obtenidos a partir de los datos del altímetro del ERS-2 durante los años 1997 y 1998 muestra que las máximas variaciones se producen durante el segundo semestre del año, y éstas se localizan, principalmente al sur del Archipiélago Canario, y en ocasiones, entorno a los Cabos Jubi y Bojador.

Dentro de esta variación estacional es durante el otoño (octubre, noviembre y diciembre) (Figuras 3 y 4)

cuando los valores de variabilidad superan los 50 cm siendo además más intensa en el año 1998.

Estos núcleos de máxima variabilidad están localizados al sur y sudeste de la isla de El Hierro (26.5°N-17.5°W; 26.0°N-19.0°W), y en las proximidades de Cabo Ghir (29.5°N-11.0°W) y Cabo Bojador (26.0°N-14.5°N).

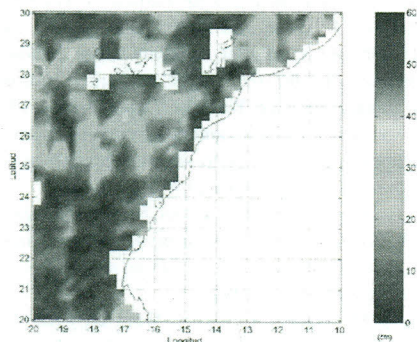


Figura 3. Mapa de variabilidad del nivel del mar con datos del altímetro del ERS-2 en el otoño de 1997. (Ver figura en color en la página 686)

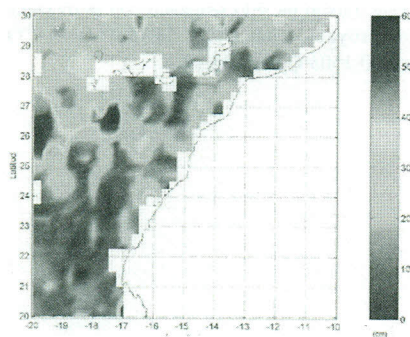


Figura 4. Mapa de variabilidad del nivel del mar con datos del altímetro del ERS-2 en el otoño de 1998. (Ver figura en color en la página 686)

Con el fin de identificar la naturaleza de las estructuras oceanográficas que podrían originar y estar asociadas a esas variaciones del nivel del mar en estas zonas, se seleccionó el ciclo 38, correspondiente al mes de diciembre de 1998, y se representó el mapa de anomalía del nivel del mar para dicho ciclo (Figura 5). En este gráfica se observa, al sur de Cabo Ghir y alrededor de Cabo Bojador anomalías positivas entorno a los 15 cm. Los máximos se localizan al oeste de La Palma y al sur de El Hierro.

Es característico en esta región la presencia de campos de remolinos ciclónicos y anticiclónicos originados por el paso de la Corriente de Canarias a través de los pasajes entre las islas. También en muchas ocasiones se ha observado un gran remolino anticiclónico (alrededor de 200 km de diámetro) al sudeste de Gran Canaria que parece quedar atrapado entre los filamentos de agua fría procedentes del afloramiento del Noreste de Africa (Pacheco *et alii*, 1999). En este sentido, las anomalías positivas (>15 cm) mostradas en la figura 5 sugieren la presencia de remolinos anticiclónicos (círculos en línea continua), mientras que las negativas (<15 cm), destacadas a 26° latitud norte 16.5° longitud oeste, estarían asociadas a una estructura ciclónica (círculo en línea discontinua).

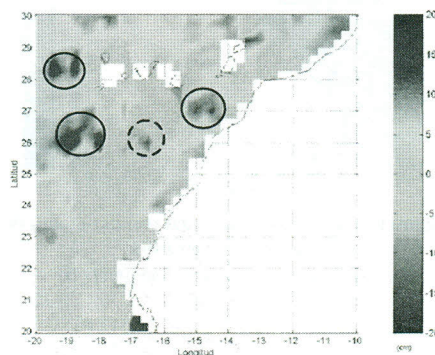


Figura 5. Mapa de anomalías del nivel del mar correspondiente al ciclo 38 del ERS-2. (Ver figura en color en la página 686)

Indicar que el estudio de los mapas de variabilidad del nivel del mar semianuales y durante el mismo periodo pone de manifiesto una gran actividad mesoescalar concentrada y localizada a modo de estrecha banda al sudoeste del archipiélago quedando ésta limitada por la batimétrica de 3000 m. En la figura 6 se muestra el mapa de variabilidad correspondiente al segundo semestre del año 1998, remarcando con un cuadro negro dicha zona.

CONCLUSIONES

Los mapas de variabilidad del nivel del mar obtenidos a partir de los datos del altímetro del ERS-2 durante los años 1997 y 1998 han sido analizados. En ellos las máximas variaciones se ponen de manifiesto en los períodos de verano y otoño, siendo más intensas en este segundo intervalo y en 1998.

Las anomalías de la superficie del mar sugieren que los máximos valores de variabilidad estarían asociados

a estructuras oceanográficas mesoescalares del tipo remolinos anticiclónicos y ciclónicos así como a filamentos procedentes del afloramiento norafricano. Los máximos valores de variabilidad semestral son de aproximadamente 12 cm, y se localizan en una estrecha franja al sur del archipiélago, lo que podría indicar una convergencia de distintas estructuras en esta zona que acentúa la variación del nivel de la superficie del mar reflejada en la señal del altímetro.

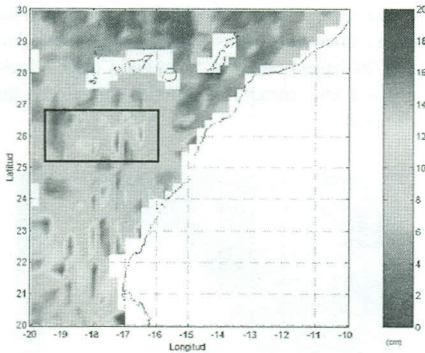


Figura 6. Variabilidad semianual (verano-otoño) del nivel del mar en 1998.
(Ver figura en color en la página 686)

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA WEIL, L., Descripción y análisis cuantitativo mediante series de imágenes de satélite de la dinámica de las aguas superficiales del noroeste de África. *Tesis doctoral*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, pp 289, 1998.
- LE TRAON, P. Y., F. BLANC, J. DORANDEAU, P. GASPAR, P. SICARD, J. STUM, and P. VINCENT. AVISO User Handbook: Sea Level Anomaly Files. *Technical Report AVI-NT-011-312-CN*, Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse Cedex, France, 1995.
- LE TRAON, P. Y., F. NADAL and N. DUCET, An improved mapping method of multi-satellite altimeter data, *J. Atmos. Ocean. technol.*, 1997.
- PACHECO, M. y HERNÁNDEZ-GUERRA, Seasonal variability of recurrent phytoplankton pigment patters in the Canary Islands area. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 20, pp1405-1418, 1999.
- PACHECO, M., TEJERA, A., GARCÍA-WEIL, L., y BERGASA, O., Offshore Cyclonic and Anticyclonic Eddies in the Canary Current System. *Proc. IGARSS1999* (Alemania), 1999.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con la financiación de los proyectos del CICY MAR97-0464-CO4 y REN2000-1503-CO2-02/MAR.