

ALTIMETRIA POR EL ERS-1 Y TOPEX/POSEIDON

D. Sánchez Ariz y J.J. Martínez Benjamín

Dpto. Física Aplicada, Universitat Politècnica de Catalunya. Campus Nord B5, Barcelona 08034. Tfno. 4017057, Fax. 4016090, E-mail: BENJAMIN@ETSECCPB.UPC.ES

RESUMEN.- Se describen los diferentes programas desarrollados para leer los datos OPR02 del ERS-1 y MGDR del TOPEX/POSEIDON para diferentes ventanas geográficas. Son aplicadas diferentes correcciones atmosféricas y geofísicas. Se exponen finalmente los resultados para el Océano Atlántico Norte, que posee características oceanográficas de gran interés, como son la topografía superficial marina y la variabilidad para diferentes ciclos.

ABSTRACT.- It is described the different programs developed to read ERS-1 OPR02 and TOPEX/POSEIDON MGDR data for different geographical windows. Atmospheric and geophysical corrections are applied. Finally they are showed the results for the North Atlantic Ocean that has oceanographic features of great interest as the sea surface topography and its variability.

1.- INTRODUCCION

El Altimetro mide la distancia entre el satélite y la superficie instantánea media a lo largo de las trazas del satélite. Característica única de la altimetría es la alta precisión con que la superficie topográfica, altura de las olas y velocidad del viento en superficie, pueden ser medidas y la posibilidad de obtener estas medidas globalmente en el corto intervalo de unos días. La altimetría ha constituido uno de los principales objetivos de las misiones espaciales de observación de la Tierra (Martínez Benjamín, 1993).

Los parámetros geofísicos obtenidos a partir del pulso altimétrico recibido son la altura del satélite sobre la superficie del mar, la altura significativa de las olas y el coeficiente de retrodifusión ligado a la velocidad del viento superficial. El cálculo del nivel del mar por la técnica de la altimetría permite la determinación de la circulación oceánica superficial y su variabilidad, así como la detección de estructuras de mesoescala y su aplicación a estudios de cambio global.

Los datos altimétricos utilizados provienen de los satélites ERS-1 de la Agencia Espacial Europea ESA, lanzado en Julio de 1991, y del TOPEX/POSEIDON de las Agencias NASA y CNES, lanzado en Agosto de 1992.

El objetivo de este trabajo es la presentación de un software que permite el manejo, procesado y visualización de los datos altimétricos. Este software ha sido concebido desde un principio de manera original y en consecuencia se ocupa de cubrir la totalidad del proceso que siguen los datos, desde su entrega en el formato propio de la Agencia hasta su visualización final. La programación es estructural y consta de diversos subprogramas implementados sobre soporte PC. El programa lee y valida los datos altimétricos según las trazas del satélite en la ventana especificada. El bloque de análisis de datos extrae diferentes ventanas y procesos dependiendo de las correcciones, filtros y suavizados empleados.

Se remarcan los aspectos siguientes:

- Obtención de datos altimétricos raw a partir del formato y especificaciones varias.
- Procesado de datos con el objetivo de obtener la señal oceánica.
- Visualización de los datos con el objetivo de facilitar su comprensión e interpretación.

El objetivo de los resultados ha sido validar el correcto funcionamiento del sistema de procesado de datos así como la estructura del paquete de programas que conforman el software de tratamiento de datos altimétricos.

2.- ESTRUCTURA Y DESCRIPCION DE LOS DATOS

2.1.- Datos altimétricos del ERS-1

Los datos proporcionados por la ESA se suministran en soporte CD-ROM, correspondiendo cada uno a un ciclo de 35 días. El grueso de los datos raw se halla en los ficheros *.orb, los cuales se subdividen en records de extensión 9046 bytes. Cada record consta igualmente de cinco secciones (Record Header, Main Product Header, Secondary Product Header, Data Set Record and End of Record).

En el Data Set Record se encuentran los datos raw propiamente dichos, empaquetados en grupos de 80 puntos de medida. Dicho número se mantiene sean válidas o no las mediciones, caso en que los 111 bytes correspondientes se rellenan con ceros. El Secondary Header contiene información valiosa para conocer aproximadamente los datos que se encuentran en los Data Set Records sin tener que acceder a cada uno de ellos por lo que son una herramienta válida para recorrer rápidamente los ficheros de datos.

Los Data Set Record contienen información de las medidas del Altimetro y de las correcciones. Teniendo en cuenta que el altímetro emite pulsos con una frecuencia (PRF) de 1020 Hz y que a bordo del satélite se realiza un promedio sobre 50 mediciones, se obtiene que aproximadamente la frecuencia de llegada de datos a las estaciones receptoras es de 20 datos por segundo. Dichos datos son a su vez promediados en las estaciones sobre un total de 20, por lo cual aproximadamente cada grupo de medidas (111 bytes) contenidos en el Data Set Record es el promedio sobre 1 segundo. Teniendo en cuenta la velocidad del satélite, corresponde aproximadamente con una medida cada 7.5 km. La información altimétrica que contienen se desglosa finalmente en campos:

- Ordenación de las medidas.
- Flags de control de calidad.
- Tiempo.
- Longitud y latitud del lugar de medida.
- Altura sobre la superficie marina.
- Estado del mar.
- Viento en la superficie.
- Orbita.
- Altura media del mar.

Sobre la calidad de estos productos se cita (Dumont y Stum, 1993).

2.2.- Datos altimétricos del TOPEX/POSEIDON

Los datos proporcionados por NASA/CNES se suministran en soporte CD-ROM y ordenados por ciclos. La información sobre las medidas del altímetro y de las correcciones se encuentra en los records Pass-File. Estas vienen ordenadas por grupos de datos:

- Tiempo.

- Longitud y latitud de medida.
- Altura sobre la superficie marina.
- Actitud.
- Rango de altura.
- Correcciones medioambientales.
- Estado del mar.
- Coeficiente de reflexión y AGC.
- Magnitudes geofísicas.
- Temperaturas de brillo.
- Flags de calidad.

Los diferentes formatos y contenidos de los datos puede verse en (Blanc y Schgounn, 1993).

3.- DESCRIPCION DEL SOFTWARE

Es un paquete de programas que interaccionan unos con otros con el objetivo de proporcionar una herramienta útil para el tratamiento de datos altimétricos provenientes de los satélites ERS-1 y TOPEX/POSEIDON. El proceso total incluye los siguientes datos:

1. Obtención de datos altimétricos raw a partir del formato y especificaciones varias.
 2. Procesado de datos con el objetivo de obtener la señal oceánica.
 3. Visualización de los datos con el objetivo de facilitar su comprensión e interpretación.
- Se ha buscado la modularidad mediante la creación de conjuntos funcionales., es decir, los programas son agrupados por conjuntos en función de la tarea que desempeñan en el programa global. El proceso comprende desde la primera lectura en el CD-ROM hasta la visualización de los datos una vez validados y procesados. Se puede considerar:

1. Programas lectores.

Debido al distinto formato de datos que presentan ambos satélites, son necesarios dos programas distintos para la lectura de los datos del ERS-1 y del TOPEX/POSEIDON. Esta distinción no solo está motivada por la discrepancia en el formato, sino que el algoritmo de búsqueda también es distinto en ambos, con el objetivo de minimizar el tiempo de búsqueda, en función de los diversos campos que se suministran.

2. Programas de ordenación.

Se dedican fundamentalmente a la selección temporal de las órbitas, como son leídas directamente, y a la selección espacial, para su localización adecuada en la ventana considerada.

3. Programas monitores de datos.

Es un conjunto de programas que permiten inspeccionar de forma fácil la totalidad de valores asociados a un dato directamente a como se encuentran en los ficheros binarios sin necesidad de realizar ninguna selección o procesado.

4. Programas de selección y validación de datos.

Se dedican a extraer, manipular y validar los datos y valores asociados que se hayan en los ficheros binarios. La salida de estos programas es ascii (programas de procesado y visualizadores).

5. Programas de procesado de datos.

Son los programas que realizan propiamente el procesado de la señal altimétrica sobre una base de validación realizada por los programas anteriores. Las herramientas de procesado de que se dispone se dividen en módulos, los cuales realizan un procesado determinado sobre los datos. Estos módulos, al igual que la totalidad del tratamiento de los datos, están orientados fundamentalmente en la línea de los estudios along-track, los cuales se basan en estudiar las variaciones de los datos a lo largo de una traza determinada durante un cierto

número de ciclos de cobertura. Entre ellos se citan los siguientes: Grid, Media, Residuos, Varianza, Variabilidad, etc. Una descripción detallada de este software puede encontrarse en (Sánchez, 1995). Los programas de visualización empleados han sido el Grapher, Surfer y el Advanced Visualization System AVS en un Convex.

Un aspecto que ha sido considerado por su importancia ha sido el de la generalidad en el procesado, es decir, el obtener un programa que proporcione un método sistemático de obtención de la información requerida para cualquier tipo de satélite altimétrico, zona de estudio espacial e intervalo temporal de estudio. Se ha llegado a la conclusión que no resultaba conveniente debido a la fuerte dependencia entre el método de estudio y los datos. Parámetros como podían ser:

- Características particulares de los datos (correcciones atmosféricas o geofísicas) en la zona de estudio.
- Cobertura temporal de la zona.
- Estudio sobre fenómenos globales o locales.
influyen de manera decisiva en otros parámetros de procesado como:
- Valor máximo admisible en la varianza de la señal.
- Rangos de los datos en el momento de pasar el criterio de validación a priori.
- Número mínimo de datos exigible para obtener una estadística fiable.
- Frecuencia de corte en filtrados digitales de la señal.

4.- APLICACION AL OCEANO ATLANTICO NORTE

El objetivo de estos resultados ha sido fundamentalmente el validar el correcto funcionamiento del sistema de procesado de datos a partir del software desarrollado.

Las aplicaciones oceanográficas del altímetro son bien conocidas desde hace ya bastantes años (Fu, 1983). Existe una extensa literatura al respecto.

El Océano Atlántico Norte posee unas características oceanográficas de gran interés, debido a la influencia tan importante que la corriente del Golfo de Mexico ejerce sobre la zona. Así, existe una fuerte corriente que, saliendo del Golfo, bordea toda la costa norteamericana, provocando variaciones en la altura del nivel del mar.

Por otra parte, la altura dinámica de la zona se ha podido calcular con buena precisión, debido en parte al buen conocimiento que se tiene del geoid de la zona globalmente. Se muestran en las figuras 1 y 2 la altura dinámica media en el verano de 1993 y la variabilidad medida entre el invierno de 1992 y el verano de 1993. En la figura 3 se muestra la topografía oceánica dinámica para el verano de 1993 en la zona del Mediterráneo Occidental y el Atlántico Oriental usando AVS, Advanced Visualization System, en un Convex. Todas las figuras se refieren al TOPEX/POSEIDON. Este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto I+D de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología Ref. ESP93-0879-C02-02.

5.- REFERENCIAS

Blanc, F., Schgounn, C. 1993. AVISO User handbook merged TOPEX/POSEIDON Products. *AVISO altimétrie*. 207 p. Toulouse.

Dumont, J. y Stum, J. 1993. Quality assessment of Cersat altimeter products. *Report CLS Argos*. 14 p. Toulouse.

Fu, L. 1983. Recent progress in the application of satellite altimetry to observing the mesoscale variability and general circulation of the oceans. *Reviews of geophysics and space physics*. 21: 1657-1666.

Martínez Benjamín, J.J. 1993. Satélites Altimétricos. *V Reunión Científica de la Asociación Española de Teledetección*. Las Palmas de Gran Canaria. En prensa. 7p.

Sánchez, D. 1995. Software de tratamiento de datos altimétricos. *PFC. E.T.S. Ingeniería de Telecomunicación*. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. 218p.

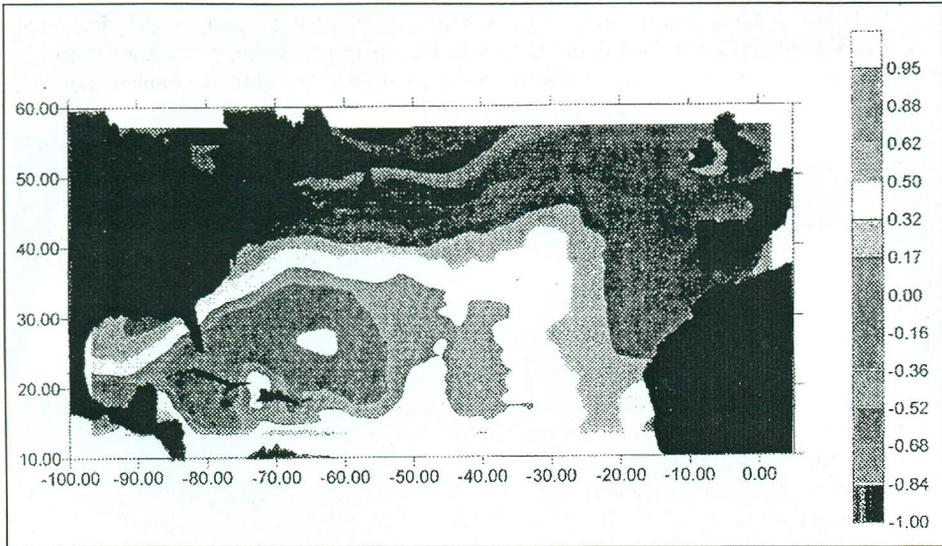


Figura 1.- Topografía Oceánica Dinámica. Verano 1993. Topex/Poseidon. Ciclos 52-60.

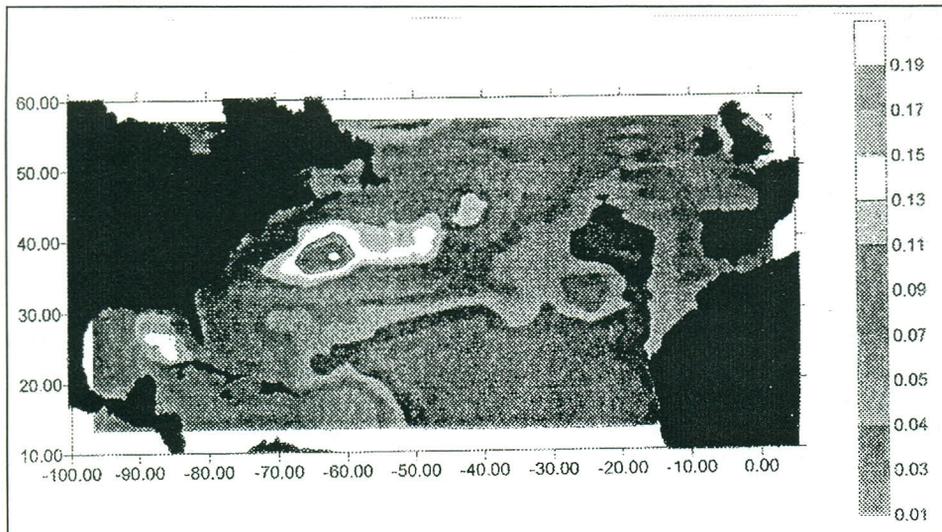


Figura 2.- Variabilidad Oceánica entre Invierno y Verano 1993. Topex/Poseidon.

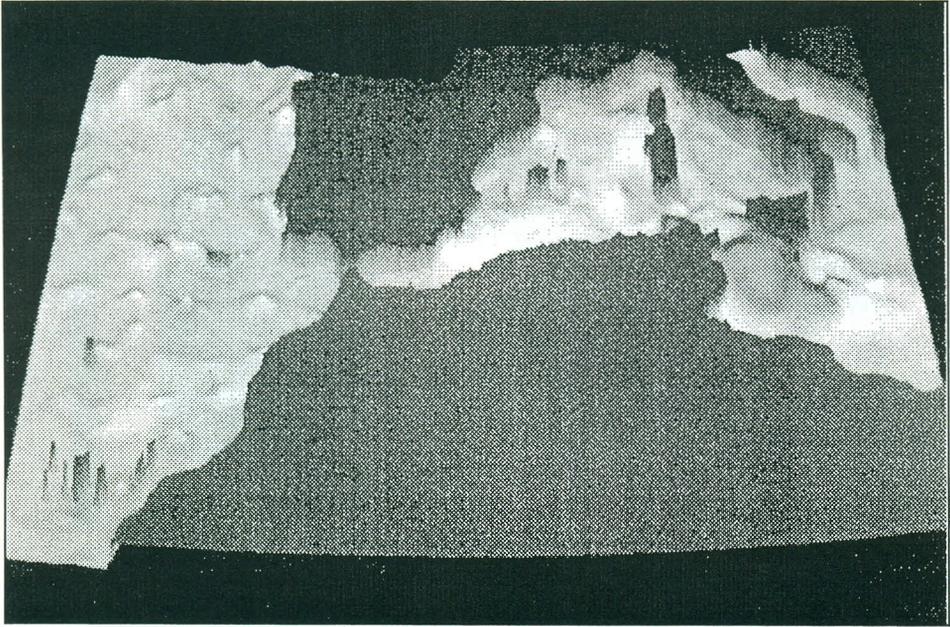


Figura 3.- Topografía Oceánica Dinámica. Verano 1993. Topex/Poseidon. (C. 18)