

PROYECTO ADIOS : ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INFORMACIÓN
OCEANOGRÁFICA VIA SATÉLITE

<http://hesperides-bd.icm.csic.es/adios/adios.htm>

Oscar Chic, Zacarías García, José Ignacio Díaz

Unidad de Gestión de Buques Oceanográficos
Institut de Ciències del Mar, CSIC
P. Joan de Borbó s/n, E-08039 Barcelona, Spain
phone: 34 3 2216416, fax: 34 3 2217340
e-mail: ochic@icm.csic.es

RESUMEN

El objetivo del proyecto ADIOS (Adquisición y Distribución de Información Oceanográfica vía Satélite) desarrollado por la UGBO (Unidad de Gestión de Buques Oceanográficos, CYCIT/CSIC) es la adquisición, procesado y distribución de datos HRPT (*High Resolution Picture Transmission*) entre la comunidad científica española activa en el marco de proyectos de Investigación.

La recepción se realiza con el sistema Terascan TS300 adquirido en el mes de Junio 96 con financiación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Marina (CYTMAR). El equipo quedó emplazado el 14 de Enero de 1997 en el Institut de Ciències del Mar (CSIC) de Barcelona. Este sistema es portátil y puede ser instalado en el BIO Hespérides y en el B/O García del Cid.

oceanografía. El MTV privilegia píxeles afectados por el calentamiento diurno que no son precisamente los que proporcionan más información sobre las estructuras dinámicas de mesoescala y, por otro lado, crea gradientes artificiales de temperatura dificultando mucho la interpretación de la imagen.

En vista de que la distribución de este tipo de productos no siempre se adapta a las necesidades científicas, se ha optado por una estrategia distinta proporcionando por un lado los datos brutos y, por otro, productos procesados que, hasta cierto punto, pueden ser personalizables.

Pensando en el futuro, el sistema ideal sería aquel que posibilitara al usuario hacerse el producto a medida sin intervención de ningún operador. En la actualidad, ello resulta imposible de llevar a cabo en nuestro proyecto dado el elevado espacio de almacenamiento requerido por los datos satélite. Como muestra en poco más de 5 meses se dispone de un archivo de más de 80 Gb de datos.

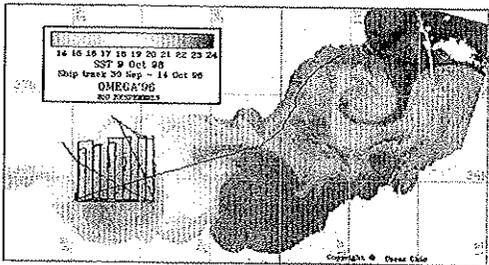


Fig.1 Derrota del barco superpuesta en el mapa SST del 9/10/96 (campana Omega'96)



Fig.2 Derrota del barco superpuesta en el mapa SST del 16/10/96 (campana Algers'96)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado algunos proyectos con el objetivo de proporcionar a la comunidad científica datos satélite. La mayoría de ellos elaboran productos dirigidos a estudios de escala global. Un ejemplo de ello lo tenemos en el ambicioso proyecto ISIS del DLR. En dicho proyecto son puestos a disposición de los usuarios, entre otros, mapas diarios, semanales y mensuales de temperatura superficial del mar procesados siguiendo el algoritmo MTV (*Maximum Temperature Value*). Estos mapas de temperaturas se han demostrado poco adecuados en algunas aplicaciones, como por ejemplo la

PRIMERAS PRUEBAS

El sistema fue satisfactoriamente evaluado en el BIO Hespérides en la campaña OMEGA-ALGERS, realizada en el mar de Alborán y cuenca Argelina (Octubre 1996). Durante la misma, los datos satélite y, en concreto, los mapas SST (*Sea Surface Temperature*), fueron cruciales para el seguimiento de la evolución de estructuras superficiales de mesoescala permitiendo optimizar recursos (tiempo y

equipamiento) en el muestreo *in situ*. Igualmente se pudo probar el sistema DCS (*Data Collection System*) estudiando la deriva de boyas superficiales largadas durante la misma campaña y el TOVS (*Tiros Operational Vertical Sounder*) que complementó la información de la estación meteorológica de abordó. El GPS (*Global Positioning System*) integrado en el sistema permitió superponer la derrota del barco contribuyendo al éxito de la campaña.

Durante la campaña OMEGA-ALGERS'96 se recibieron 4 pasos diarios. El procesado (que más adelante se detalla) consistió en la selección de la zona de interés, corrección de actitud, calibración, discriminación de nubes y creación de un mapa en proyección Mercator haciéndose este inmediatamente accesible a los oceanógrafos.

Durante la campaña ALGERS, se muestreó un meandro de mesoscala desarrollado en la corriente Argelina cerca de 1ºE, que fue seguido con las imágenes de infrarrojo (fig.2).

COBERTURA DE LA BASE DE DATOS

Una vez pasado con éxito el período de pruebas y fijada la antena en el Institut de Ciències del Mar de Barcelona se estableció registrar un promedio de siete pasos diarios, de los 12 que, aproximadamente se pueden adquirir en esta latitud. Los pasos que se seleccionan son aquellos que tiene la elevación máxima de la órbita mayor de 15°. Al seleccionarse pasos de elevación máxima más pequeña, se detectan errores en la recepción provocados en parte por obstáculos presentes entre satélite y receptor y, en parte, por la disminución de la señal al atravesar más atmósfera.

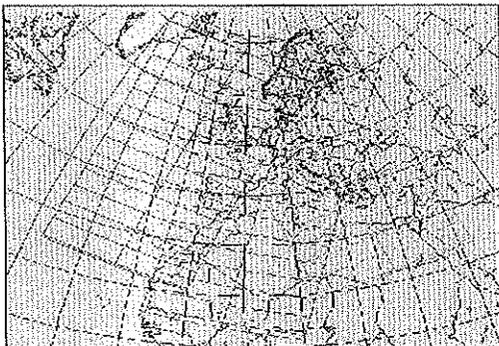


Fig.3 Cobertura espacial del sistema sito en Barcelona

Actualmente se dispone de datos en dos ventanas temporales:

- 30 Septiembre 96 - 20 Octubre 96
- 14 Enero 97 - hasta la actualidad

En cuanto a la cobertura espacial, esta depende de la ubicación del sistema. La antena actualmente sita en Barcelona (latitud: 41° 22' 28" longitud 2° 11' 21")

tiene un alcance aproximado de 3000 km. Por lo tanto, desde Barcelona se pueden adquirir datos de una zona comprendida entre Islandia-Israel y Dinamarca-Mali (fig.3). A finales de Junio está previsto instalar la antena nuevamente en el BIO Hespérides de manera que el área de muestreo dependerá de la posición del barco (<http://hesperides-bd.icm.csic.es>)

SOLICITUD DE DATOS

En principio sólo se suministrará información a aquellos investigadores que lo soliciten en el marco de proyectos en vigor (PN, PGC, MAST, AIR, ENVIRONMENT).

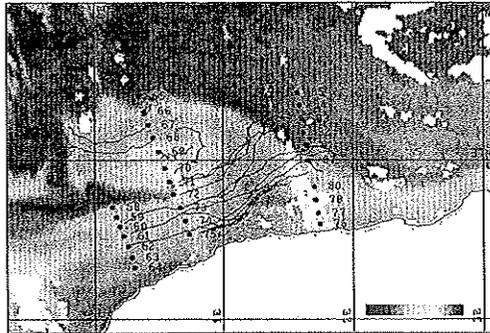


Fig.4 Deriva de las boyas durante la campaña Algers'96
Los puntos corresponden a estaciones CTD
Mapa SST del 16/10/96 a las 2:08 GMT

Los investigadores que quieran disponer de datos deberán enviar los datos siguientes :

- Título del proyecto
- Investigador Principal del proyecto
- Identificador del proyecto
- Breve descripción del proyecto
- Cobertura espacio-temporal
- Datos requeridos

a la dirección de correo electrónico:

ugbo-tel@icm.csic.es

Los datos disponibles serán accesibles vía FTP.

DATOS DISPONIBLES

Los datos HRPT adquiridos proceden de tres sensores que llevan a bordo los satélites de la serie NOAA: AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), TOVS (*Tiros Operational Vertical Sounder*) y DCS (*Data Collection System*) que proporcionan respectivamente información radiométrica, atmosférica y la enviada por plataformas ARGOS.

Los datos AVHRR proporcionan información radiométrica en los canales 0,58-0,68 µm, 0,725-1,10 µm, 3,55-3,93 µm, 10,3-11,3 µm y 11,5-12,5 µm y se distribuyen en forma de fichero BSQ con resolución

radiométrica de 16 bits y un fichero ASCII (cabecera). Los datos TOVS proceden de sondeos hechos en 30 canales canales distribuidos entre el visible y las microondas. Una vez procesados, permiten estimar la estructura 3D del viento y temperaturas atmosféricas además de proporcionar información del ozono y agua precipitable. Los ficheros del TOVS se entregarán en forma de ficheros ASCII con los campos latitud, longitud y magnitud, siendo esta última una de las siguientes :

- temperatura a 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20, 10 mb (fig.5)
- punto de condensación a 850, 700, 500, 400, 300 mb
- vientos geostróficos a 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100 mb (fig.6)
- concentración total de ozono (fig.9)
- agua precipitable total

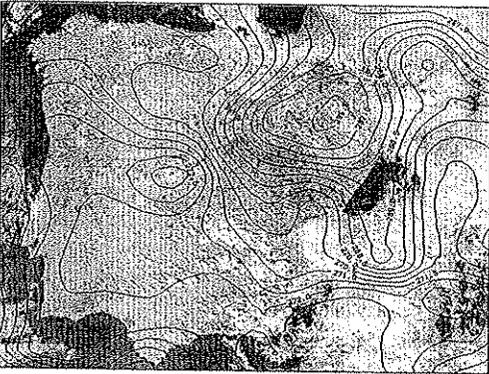


Fig.5 Temperatura a 850 mb.
Datos del 3/2/97 a las 13:41 GMT

Los datos DCS permiten calcular la posición de plataformas con sistema Argos y recibir información adicional que éstas pueden mandar. Los datos se entregarán en forma de fichero ASCII con los siguientes campos: identificador ARGOS, fecha/hora de recepción, latitud/longitud, parámetros de calidad de recepción, y los datos adicionales (si es el caso). Para la determinación de la posición de la plataforma (calculada por efecto Doppler), es necesario que el satélite reciba más de tres veces la señal que envía la plataforma. La precisión en la determinación de la posición depende de la cantidad y calidad de los datos recibidos, de la posición relativa satélite-plataforma y de la exactitud de las efemérides del satélite (fig.4).

PROCESADO Y VALIDACIÓN DE LA TEMPERATURA

El procesado que se realiza hasta obtener un mapa de temperaturas superficiales del mar es:

Corrección de actitud

Aunque los datos HRPT recibidos llevan integrada la información de latitud y longitud, ésta no es exacta debido a errores del reloj del satélite y a imprecisiones en el seguimiento del horizonte. La corrección de los ángulos del satélite se puede realizar de manera semiautomática (correlacionando la imagen con la línea de costa de una base de datos) o manualmente.

Calibración

La calibración consta de dos fases. En la primera se procede a la conversión de voltaje en temperatura radiativa.

Los canales 1 y 2 (visible) únicamente se calibran antes del lanzamiento (existen algoritmos para corregir las derivas producidas por el deterioro del sensor). Los canales 3, 4 y 5 se calibran con dos cuerpos negros simultáneamente al proceso de adquisición.

La segunda fase es la conversión de temperatura radiativa en temperatura superficial del agua. Durante la misma se realiza la discriminación de nubes.

Discriminación de nubes

El proceso de detección y eliminación de nubes tiene en cuenta si se trata de imágenes diurnas o nocturnas y utiliza la información de los canales 2, 3 y 4. El algoritmo está basado en la aplicación de una serie de tests a cada pixel atendiendo a los criterios siguientes:

- La mayor homogeneidad de la radiancia en el mar.
- Necesaria correlación de la temperatura radiativa entre los canales térmicos 3, 4 y 54.
- La diferencia entre las temperaturas radiativas de los canales 3 y 4 ha de ser menor de 0,7 K.

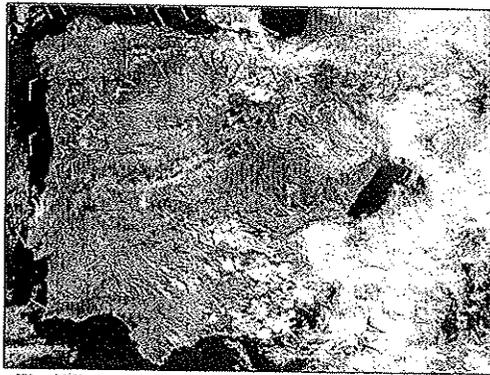


Fig.6 Vientos geostróficos a 200 mb (amarillo), 500 mb (azul) y 850 mb (rojo)
Datos del 3/2/97 a las 13:41 GMT

Cálculo de SST

Se utiliza el algoritmo de McClain et al. (1985) con algunas modificaciones de Bernstein (1982) y está implementado como :

$$SST=A*T_1+B*(T_1-T_3)+C*(T_4-T_3)*(\sec(z)-1)+D*(\sec(z)-1)+E$$

donde z es el ángulo zenital del satélite, T_4 y T_5 las temperaturas radiativas de los canales 4 y 5, y los coeficientes son:

Satel.	Orbita	A	B	C	D	ERO	E(C)
noaa-14	D	1.0172312	2.130589	0.779796	0.000	-2.260	-0.563
noaa-14	N	1.029058	2.275385	0.752567	0.000	-3.000	-1.145
noaa-12	D	1.013262	2.443474	0.914312	0.0	-4.647	-0.912
noaa-12	N	1.0132674	2.443474	0.914312	0.0	-4.647	-0.912

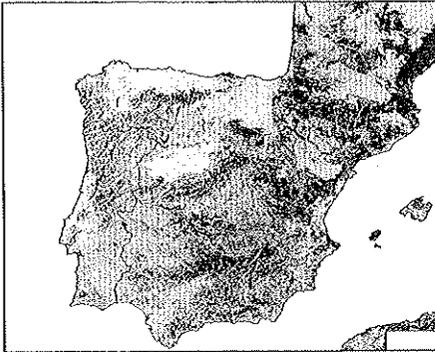


Fig.8 NDVI del 10/10/96 a las 7:04 GMT

Registrar la imagen

La imagen se registra con proyección Mercator (en latitudes en valor absoluto $< 60^\circ$) con una resolución de 1.1 km.

La posibilidad de tener datos de temperatura del mar *in situ* provenientes del termosalinógrafo del BIO Hespérides ha permitido la validación de la SST.

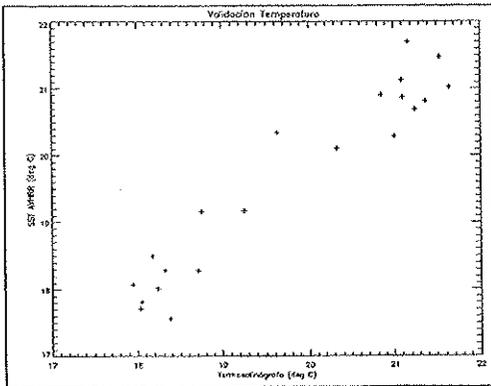


Fig.7 Validación de los datos SST

Se han seleccionado un total de 21 imágenes nocturnas de un total de 81 después de pasados los controles de calidad. Al establecer la correlación entre ambos datos de temperatura se ha obtenido un $rms = 0,42$ coincidente con el error dado por la literatura de los datos SST/AVHRR (fig.7).

CONCLUSIONES

Los datos HRPT recibidos por los satélites de la serie NOAA han sido utilizados en un gran número de aplicaciones tanto terrestres como marítimas entre las que se encuentran el seguimiento de estructuras térmicas oceaográficas, estudios de vegetación (fig.8), radiación, clasificación de nubes, cálculo de evotranspiración, gestión de fuegos, dinámica oceánica mediante boyas superficiales, ...

Con el ánimo de ampliar las aplicaciones se está trabajando en determinar el grado de correlación de los datos AVHRR del visible con material en suspensión, clorofilas, ..., también en la potencialidad de utilización de los datos TOVS como soporte a la correcciones atmosféricas de imágenes Landsat o SPOT y en aplicación de los canales infrarrojos a la dinámica oceánica.

En el inmediato futuro está previsto ser *SeaWiFS Direct Readout Ground Station Operator* lo que permitiría obtener datos de color del océano del sensor SeaWiFS que complementarían y potenciarían los datos del AVHRR.

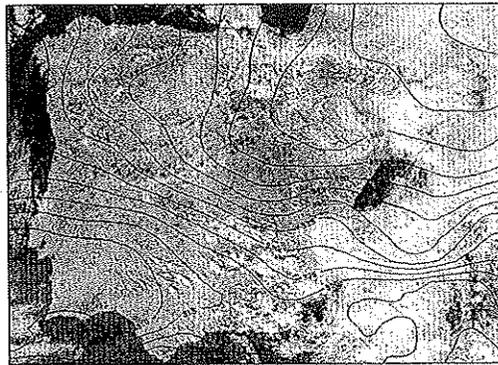


Fig.9 Concentración de ozono total (dobson)
Datos del 3/2/97 a las 13:41 GMT

BIBLIOGRAFÍA

- McClain et al. (1985): Comparative Performance of AVHRR-Based Multichannel Sea Surface Temperatures, *JGR Research*, vol.90, pp. 11587-11601
- Satellite Meteorology. S.Kidder, T.H. Vonder Haar. Academic Press (1995)
- Terascan 2.6 Reference Manual vol.I y II (1995)

AGRADECIMIENTOS

El plan Nacional de I+D financió la campaña oceanográfica (AMB95-0901-C02-02). Este estudio es una contribución al proyecto Omega (MAS3-CT95-0001) y MATER (MAS3-CT96-0051).
Los autores quieren dar las gracias a todos los participantes de la campaña Omega-Algers y en especial a Jordi Font y Emilio García del ICM.