

Contribución de la teledetección a la oceanografía operacional desde CREPAD

N. Domínguez-Barroso, A. Fernández-Renau y M. A. Domínguez-Durán
dominguezba@inta.es, fdezra@inta.es., dominguezda@inta.es

*CREPAD. INTA. Área de Teledetección.
Ctra. de Ajalvir km. 4. 28850 Torrejón de Ardoz. Madrid*

RESUMEN

La Oceanografía Operacional es una disciplina en pleno desarrollo que necesita la obtención de datos sobre el océano para poder producir información de manera continua. La teledetección es una de las técnicas de observación con mayor interés para el desarrollo de la Oceanografía Operacional por constituir una fuente de datos global y sistemática. Los centros como CREPAD (Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Observación de la Tierra) pueden impulsar el desarrollo de esta disciplina mediante la distribución de información sobre el estado del océano. Este artículo pretende dar a conocer el funcionamiento de CREPAD en relación con la distribución de productos de observación de la Tierra en España.

PALABRAS CLAVE: oceanografía operacional, CREPAD, teledetección, productos oceánicos, MODIS, METOP, NOAA.

ABSTRACT

Operational Oceanography is a developing area that needs to be fed with oceanic data, in order to produce continuous information. Remote Sensing is an observation technique with a great interest for the development of Operational Oceanography because it provides a global and systematic source of data. Centres such as CREPAD (Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Observación de la Tierra) can help the development of this application by distributing information about the ocean state. This paper intends to describe how CREPAD works in relation to the distribution of Earth Observation products in Spain.

KEY WORDS: operational oceanography, CREPAD, remote sensing, oceanic products, MODIS, METOP, NOAA.

INTRODUCCIÓN

La Oceanografía Operacional requiere una alimentación continua de datos sobre el océano, tanto los recopilados por instrumentos de medida *in situ* como los proporcionados a través de sensores remotos. Estos datos deben ser procesados y distribuidos de forma sistemática, aunque no necesariamente en tiempo real. Existen actividades dentro de la oceanografía, tales como las que se dedican a la predicción del estado del océano basándose en las condiciones actuales, que evidentemente necesitan ser alimentadas en tiempo real. Sin embargo, otras actividades, como las que tienen como objetivo el estudio de la evolución de variables oceánicas para obtener una serie de modelos u obtener factores ambientales derivados de situaciones oceánicas concretas, que no necesitan poseer los datos pocas horas después de su adquisición.

Pero sea cual sea esta actividad, necesita que exista una estrecha colaboración entre centros de investigación, que aseguren el desarrollo y mejora de procesos y algoritmos; y centros proveedores de datos, que aseguren la continuidad de las medidas más allá de una misión o proyecto concreto.

En este sentido, CREPAD tiene mucho que ofrecer ya que, por una parte da soporte a la investigación de manera gratuita, y por otra funciona como centro operativo de adquisición y procesamiento de datos que pueden ser distribuidos en tiempo real, ayudando así a poner en marcha nuevos Servicios.

CREPAD es el Centro de REcepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Observación de la Tierra, fundado en 1997 por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial con co-financiación por parte del Gobierno de Canarias y la CICyT. Está englobado en las actividades del Área de Teledetección.

N. Domínguez-Barroso, A. Fernández-Renau y M. A. Domínguez-Durán

ción del Departamento de Observación de la Tierra, Teledetección y Atmósfera del INTA. Sus principales objetivos han sido desde un principio, promover el uso de los datos de teledetección entre usuarios científicos y fomentar la cooperación entre diversos grupos relacionados con la teledetección, así como el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en esta técnica de observación. Para conseguir estos objetivos CREPAD fue concebido con dos características importantes:

- Proporcionar productos de valor añadido, de manera que los usuarios finales fueran especialistas en algún área de investigación, pero no necesitaran conocimientos avanzados en teledetección y proceso de imágenes.
- Proporcionar un servicio gratuito de manera que el presupuesto no fuera un impedimento para la utilización de estos datos en un proyecto de investigación.

Este concepto ha dado resultado y en estos 9 años de funcionamiento CREPAD ha dado soporte a más de 100 grupos científicos y ha proporcionado datos para más de 130 proyectos de investigación, la mayor parte de los cuales tienen como prioridad temática la oceanografía.

Unido a estos objetivos principales, CREPAD ha evolucionado mejorando su infraestructura y organización para poder dar soporte a otras actividades de distribución de datos y productos de teledetección de forma operacional.

A lo largo de este artículo se describe la organización, infraestructura y funciones presentes y futuras de CREPAD y cómo se ha apoyado el desarrollo de aplicaciones en el campo de la teledetección oceanográfica.

INFRAESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE CREPAD

Infraestructura

CREPAD se encuentra localizado en dos emplazamientos del INTA, Torrejón de Ardoz (Madrid) y Maspalomas (Gran Canaria).

En Torrejón de Ardoz se encuentran las oficinas centrales desde donde se dirige el proyecto y se le da soporte administrativo y científico-técnico.

En la Estación Espacial de Maspalomas es donde se ubica toda la parte operativa del proyecto: antenas de recepción, infraestructura de proceso, y personal de operaciones y mantenimiento de sistemas.

Organización

CREPAD está constituido por un jefe de proyecto que coordina y dirige las actividades de dos grupos fundamentales:

- Grupo de investigación y desarrollo: que se dedica fundamentalmente al control de calidad de los productos, implementación de nuevos algoritmos y su validación, incorporación de nuevos productos y soporte científico a usuarios.
- Grupo de operaciones: que se dedica a la adquisición, proceso y distribución de los productos CREPAD, así como a la gestión de usuarios y el mantenimiento de la infraestructura.

La estrecha colaboración entre los integrantes de uno y otro grupo hace posible la operatividad del Servicio.

SERVICIOS DE CREPAD. SOPORTE A PROYECTOS

CREPAD proporciona apoyo a proyectos, tanto de investigación y desarrollo como operacionales, mediante la distribución de datos con distinto nivel de proceso. Además, CREPAD se implica en el desarrollo de proyectos dirigidos a desarrollar la operatividad de determinadas aplicaciones de la teledetección.

Soporte a proyectos de investigación desarrollados por usuarios de CREPAD

Dentro de los proyectos de investigación apoyados, aproximadamente un 67% se centran en estudios oceanográficos, siendo la zona más solicitada la que corresponde al mar de Alborán (en torno al 40% de los proyectos). La mayoría de estos proyectos se nutren de productos de valor añadido, temperatura de la superficie del mar y clorofila_a fundamentalmente, que suelen utilizarse para estudios históricos y estadísticos. Estos datos son procesados de manera sistemática y archivados de forma que cuando son solicitados por un usuario, resultan fácilmente extraíbles del archivo y pueden ser distribuidos en poco tiempo. Un caso especial de proyecto de investigación, para el que CREPAD proporciona esporádicamente datos en tiempo real, son los que realizan campañas oceanográficas. Para estos proyectos, CREPAD ha habilitado una forma específica de distribución de datos.

Soporte a proyectos operacionales a través de contratos

CREPAD da también servicio a proyectos operacionales mediante contratos para la recepción, proceso y distribución en tiempo real. Este es el caso por ejemplo del Servicio de Retransmisión de Datos de EUMETSAT, en el que CREPAD participa desde el año 2002 y que consiste en la recepción, proceso y transmisión de productos NOAA-ATOVS para su posterior distribución a través de EUMETCAST (red de distribución de datos vía satélite de EUMETSAT). Los principales usuarios de estos datos son los Servicios Meteorológicos Nacionales de la Unión Europea, pero también puede acceder cualquier tipo de usuario con el único requisito de registrarse como tal en EUMETSAT, y contar con la infraestructura necesaria para la recepción de los datos en tiempo real. Si bien estos datos son de utilidad en aplicaciones meteorológicas fundamentalmente, dada la importante interacción entre la atmósfera y la superficie del mar, estos perfiles atmosféricos de humedad, temperatura, etc. pueden resultar interesantes para aplicaciones oceanográficas. Además, este Servicio soporta actualmente la distribución de productos NOAA-AVHRR en tiempo real, y en un futuro muy próximo se incorporará el Servicio de Retransmisión METOP-AVHRR y METOP-ASCAT. Este último es un dispersómetro de viento que permitirá obtener información sobre vientos en la superficie del océano.

Estudios de viabilidad de aplicaciones operacionales de la teledetección

Estos estudios se centran en la aplicación de la teledetección de forma operacional. Son proyectos considerados de gran interés por CREPAD y tienen un apoyo especial, tanto para el proceso como para la distribución de los datos.

Cabe destacar, dentro de este tipo de proyectos, dos: “*Fase de evaluación de un sistema de detección temprana de vertidos intencionados de petróleo*” y “*ESEEO - Establecimiento de un Sistema Español de Oceanografía Operacional*”.

El primero de ellos terminó tras demostrar la capacidad operativa de la esta aplicación, si bien la puesta en marcha definitiva está a la espera de conseguir la financiación necesaria para establecer su infraestructura. Este proyecto se basaba en el establecimiento de un sistema de vigilancia con imágenes de los satélites radar operativos, básicamente ERS-2 y RADARSAT, aunque debido a cuestiones económicas en esta fase se utilizó sólo ERS-2. Las

imágenes eran adquiridas en Maspalomas por INSA y procesadas en tiempo real. El software utilizado fue desarrollado por INDRA y generaba un informe con datos sobre la ubicación geográfica de la imagen y una valoración sobre la existencia de posibles vertidos de petróleo. Estos informes eran evaluados por un operador experto que finalmente emitía, en caso de vertido, una alerta por correo y fax a las autoridades de Salvamento Marítimo y a la Agencia Espacial Europea. La fase de evaluación estuvo operativa durante dos años, aunque sólo en los últimos seis meses la programación de ERS-2 era compartida con los efectivos de Salvamento que se mantenían alerta. La zona de estudio fue un área alrededor de las Islas Canarias y la costa africana, donde la contaminación por vertidos intencionados de petróleo es frecuente. El resultado de esta fase de evaluación fue muy esperanzador aunque determinados aspectos debían ser mejorados, fundamentalmente los relacionados con los protocolos de actuación y la frecuencia de observación ya que, como se ha comentado anteriormente, sólo se utilizaron las imágenes ERS-2. No obstante, y debido a la difusión que se le dio a esta investigación en la prensa local, se observó un importante descenso en la detección de vertidos durante el periodo que duró este operativo, lo cual indica que como medida disuasoria, el sistema de vigilancia fue efectivo.

Dentro del proyecto ESEEO (financiado por CICyT y coordinado por Puertos del Estado) CREPAD distribuye productos de teledetección en tiempo casi real a través de su página web (www.eseeo.org), junto con otras organizaciones como AZTI, el IEO y el ICM. CREPAD concretamente distribuye temperatura de la superficie del mar mediante una aplicación que permite visualizar los mapas SST de los siete últimos días, así como una animación que muestra la secuencia de variación semanal. Además, se está poniendo a punto este mismo servicio para mapas de vientos en la superficie del mar a partir de datos proporcionados por PODAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center de la NASA) que, junto con los productos proporcionados por otros socios del proyecto, constituirán la oferta del Servicio de datos en tiempo real de ESEEO. A finales de este año se espera poder incorporar los productos de vientos de METOP. CREPAD también aporta a este proyecto las series históricas de los productos oceanográficos que desde 1997 se vienen generando.

Por último, CREPAD alberga el E-PAC (Spanish Processing and Archiving Centre) de ENVI-

N. Domínguez-Barroso, A. Fernández-Renau y M. A. Domínguez-Durán

SAT donde se procesan las imágenes MERIS-FR enviadas desde las antenas ESA de Kiruna y Frascati a Maspalomas. Una vez procesados los datos se distribuyen a los usuarios, tanto de investigación como comerciales, que hayan realizado su solicitud a través del sistema establecido por la ESA.

PRODUCTOS DE VALOR AÑADIDO

Todos los Servicios proporcionados por CREPAD se basan en la generación de una serie de productos de valor añadido. La mayoría de ellos proceden de satélites de media resolución como NOAA, SeaStar, IRS-P3 y en un futuro METOP. Por tanto, son de utilidad para estudios a escalas regionales y nacionales y como consecuencia encuentran mayor aplicación en disciplinas como la oceanografía o la meteorología.

En función del área de aplicación, los productos de CREPAD se distribuyen en:

- Productos terrestres: Bandas NOAA individuales (radiancias en el sensor y temperatura de brillo) y corregidas geoméricamente, Índices de Vegetación (NDVI) y Máximo Valor Compuesto.
- Productos oceánicos: Temperatura de la superficie del mar (°K), espesor óptico de aerosoles, clorofila_a, radiancias de aguas emergentes y coeficiente de atenuación difusa. También se proporcionan bandas individuales corregidas geoméricamente y medias temporales de varios productos (Figura 1).

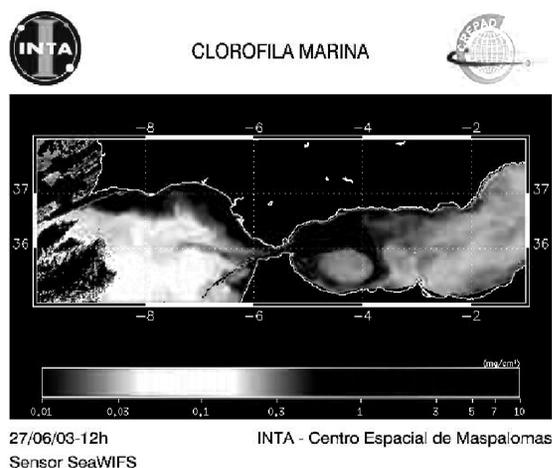


Figura 1. Ejemplo de producto de concentración de clorofila *a* proporcionado por CREPAD en la zona de Alborán.

- Productos atmosféricos: Coeficiente de espesor óptico de aerosoles. Aquí también se pueden incluir los productos ATOVS obtenidos a través del Servicio de EUMETSAT, fundamentalmente humedad y temperatura del aire.

El grupo de investigación y desarrollo de CREPAD realiza continuas evaluaciones de los productos y las correcciones necesarias, tales como máscara de nubes y aerosoles, además de buscar la incorporación de nuevos datos. Esta búsqueda se realiza en algunas ocasiones con la colaboración de otros centros de investigación españoles especializados en determinadas aplicaciones.

Todo el proceso de datos se desarrolla con un software propio denominado TACOREM que se basa en IDL. Inicialmente el desarrollo e implementación del software, incluyendo los algoritmos, fueron realizados mediante una colaboración con el ICCM (Instituto Canario de Ciencias Marinas). En la actualidad, la revisión y validación de algoritmos junto con el desarrollo de perfiles de metadatos para los productos está a cargo del grupo de I+D de CREPAD, mientras que el desarrollo software y la implementación de nuevas herramientas es llevado a cabo por el grupo de operaciones.

Hasta ahora, la solicitud de datos a CREPAD se ha venido realizando mediante contacto por correo electrónico. Actualmente, con el objetivo de mejorar el servicio de selección de imágenes y agilizar la distribución, se está poniendo en marcha un nuevo catálogo de imágenes. El desarrollo de esta herramienta fue encargado por el INTA a GMV y en breve será activada a través de la página web de CREPAD (www.crepad.rcanaria.es). Permitirá a los usuarios visualizar todo el archivo de imágenes, evaluar la calidad de los pases en cuanto a geometría y cobertura nubosa, seleccionar las imágenes de interés, y pedir los productos deseados para esas imágenes. La orden será automáticamente incluida en la lista de tareas de los operadores y les permitirá la recuperación automática de las imágenes implicadas, mejorando así los tiempos de respuesta.

El archivo de imágenes de CREPAD cubre los siguientes periodos de tiempo:

- NOAA - AVHRR: 1997-actualidad
- SeaStar - SeaWiFS: 1997-diciembre 2004.
- Debido a la interrupción del acuerdo entre NASA-Orbimage no fue posible adquirir imágenes SeaWiFS 2005. No obstante este lapso de tiempo está siendo cubierto con imágenes MODIS que están ya en preparación. En enero de 2006 se ha realizado un acuerdo entre ESA y

GeoEye (antigua Orbimage) por el cual CREPAD volverá a distribuir imágenes SeaWiFS a sus usuarios.

- IRS-P3 - MOS-A,B/C: 1997-febrero 2004
- Aqua - MODIS: enero2006-actualidad
- El archivo de datos MODIS entre diciembre 2004 y diciembre 2005 está en preparación.

FUTURO DESARROLLO DE CREPAD

Durante los últimos años se ha incrementado notablemente el número de usuarios de CREPAD que son en su mayoría investigadores en aplicaciones oceanográficas. Esto unido a la posibilidad de incorporar datos obtenidos a partir de TERRA/AQUA y METOP, propiciará el desarrollo de nuevos productos de interés para oceanografía.

En la actualidad ya se ha incorporado el producto de Clorofila_a a partir de imágenes MODIS si bien todavía no se genera de forma sistemática.

A lo largo de 2006 se incorporarán productos METOP, una vez el satélite esté operativo. Dado que METOP está diseñado para operar en tándem con los satélites NOAA, se incorporarán los productos que actualmente se generan a partir de AVHRR: SST y espesor óptico de aerosoles. También se aprovechará el Servicio de Retransmisión de Datos ASCAT que EUMETSAT pondrá en marcha, para distribuir productos de vientos en la superficie del océano.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la distribución de datos, el apoyo a la oceanografía operacional pasa por la mejora de los tiempos de proceso y distribución a los usuarios finales, lo que requiere una mayor automatización de los sistemas.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de esa información para aplicaciones oceanográficas, se hace imprescindible el desarrollo de las técnicas de asimilación de datos de teledetección en modelos, lo que requiere una mayor calidad de los datos.

En CREPAD se trabaja en la mejora de ambos aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, E. 2004. Puertos del Estado coordina el grupo de trabajo que creará el Sistema Español de Oceanografía Operacional. *Puertos* 12, 20.
- PARRILLA, G. 2004 Oceanografía operacional. En *XXI Semana de Estudios del Mar (ASESMAR)* D. L. Aclama Ed. ML-04/2004, pp. 193-221.
- PÉREZ, A. *et al.* 2004. Una primera aproximación a la valoración de las actividades económicas relacionadas con el océano. *XVIII Reunión anual de ASEPELT*, León.