

PROCESADOR DE PRODUCCION PRIMARIA EN EL OCEANO

O. Llinás*, C. Rodríguez-Benito*, J.R. García⁰; P. Regner^ξ

* Instituto Canario de Ciencias Marinas. Apdo 56. Telde, E-35200 Gran Canaria. España
0 G.M.V., S.A. C/Isaac Newton 11. Tres Cantos. E-28760 Madrid. España
ξ ESRIN/ESA. Via Galileo Galilei C.P. 64, 00044 Frascati. Italia

ABSTRACT

The new generation of upcoming remote satellites equipped with ocean color sensors has update the necessity of determine the ocean primary production/productivity from its observations. The main goal of this topic is the improvement of the knowledge of its role in the global bio-chemical cycles.

First results of the modular implementation of Platt and Sathyendranath (1988) model for the application around the Canary Islands are presented. It has been tested that the implementation has been consistent with the original model, and the results are adequate when they are analyzed with the in situ observations. The regression analysis has been carried out and the relation: $PP_{observed} = 1.814 \cdot PP_{computed} + 0.806$ ($n=44$; $r=0.81$) was obtained, which drive us to conclude that the tool will be very useful to compute the primary production in waters type I.

INTRODUCCION

La necesidad de conocer la producción primaria en el océano se ha incrementado de forma sustancial en los últimos años, como consecuencia de su participación en los ciclos biogeoquímicos globales del planeta y por lo tanto en la evaluación de los procesos que están relacionados con el cambio global (Falkowsky, 1991; Dickey & Siegel, 1993, etc).

Las medidas de la producción primaria *in situ* conllevan un tiempo y un esfuerzo muy importante. Adicionalmente las técnicas de campo presentan dificultades específicas que limitan drásticamente la posibilidad de instrumentalizar y automatizar su determinación.

Por estos motivos, a partir de la fase de diseño del CZCS, el cálculo de la producción primaria, como parámetro derivado de sus observaciones, se planteó como uno de los objetivos prioritarios. Asimismo éste ha sido una de las finalidades más importantes de la nueva generación de satélites que incluyen sensores de color del océano.

En este contexto la Agencia Espacial Europea (ESA/ESRIN) propuso el desarrollo de una

herramienta capaz de realizar el cálculo de la producción primaria. Esta propuesta se realizó en la línea de desarrollo de las capacidades para la mejor utilización de la información que se obtendrá del sensor MERIS del satélite ENVISAT.

En esta comunicación se presentan algunos resultados preliminares obtenidos con la herramienta que se ha desarrollado denominada *OPPP* (Ocean Primary Production Processor).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los modelos publicados para el cálculo de la producción primaria en el océano se pueden clasificar, en general, como empíricos, semi-empíricos y analíticos (Campbell, 1995), a pesar de que algunos autores consideran esta clasificación como algo ambigua, ya que no hay modelos absolutamente analíticos y que no se establezcan sobre parameterizaciones empíricas en alguno de sus componentes (Behrenfeld & Falkowsky, 1997). A partir del estudio de la bibliografía se seleccionó el modelo de Platt & Sathyendranath (1988), como elemento central de la aplicación a desarrollar. Estructurado de forma modular, permitirá la sustitución o mejora de los distintos elementos que lo componen, al mismo tiempo que se evolucione en la investigación de cada uno de sus componentes.

Los datos utilizados para el desarrollo del trabajo han sido las colecciones de observaciones realizadas por el ICCM, así como datos históricos de diversas publicaciones del área de las islas.

Las imágenes de color del CZCS se han obtenido del proyecto OCEAN de la Agencia Espacial Europea (1,1x1,1km), así como de los archivos de GSF, de NASA, en formato HDF (4,4x4,4 km).

RESULTADOS

El modelo de Platt & Sathyendranath (1988) establece un enfoque fisiológico para el cálculo de la producción primaria en la columna de agua. Según estos autores este proceso depende

de: la biomasa fitoplanctónica y de la cantidad de luz disponible. Asimismo establecen una relación a partir de la observación realizada por el satélite y el perfil vertical de clorofila. La base para aplicar su modelo es la división de los océanos en provincias bio-geoquímicas, caracterizadas por parámetros biológicos que definen las características de cada zona, como son los parámetros del perfil de biomasa, así como los parámetros fotosintéticos (Platt et al., 1991; Platt et al., 1995; Sathyendranath et al., 1995; Longhurst et al., 1995, etc.).

En la figura 1 se pueden observar los parámetros principales, que intervienen en cada uno de los módulos, en que se ha basado la implemen-

tación de este algoritmo de producción primaria:

La implementación básica del OPPP sigue la propuesta original de Platt & Sathyendranath (1988), así como los trabajos posteriores del grupo de Bedford (BIO). Se ha introducido una modificación respecto al modelo atmosférico, al utilizar el de Gregg & Carder (1990), el cual realiza algunas modificaciones al modelo de Bird & Riordan (1986). La validación de la herramienta se hizo con un ejemplo proporcionado por Carla Caverhill (BIO) el cual incluye las entradas y salida para el cálculo de la producción primaria el 3 de Noviembre de 1982, en una posición al sur de Gran Canaria (lat: 27° 42' y longitud: 15° 42').

Algoritmo para Aguas caso 1 de baja concentración ($<2.0\text{mg/m}^3$)

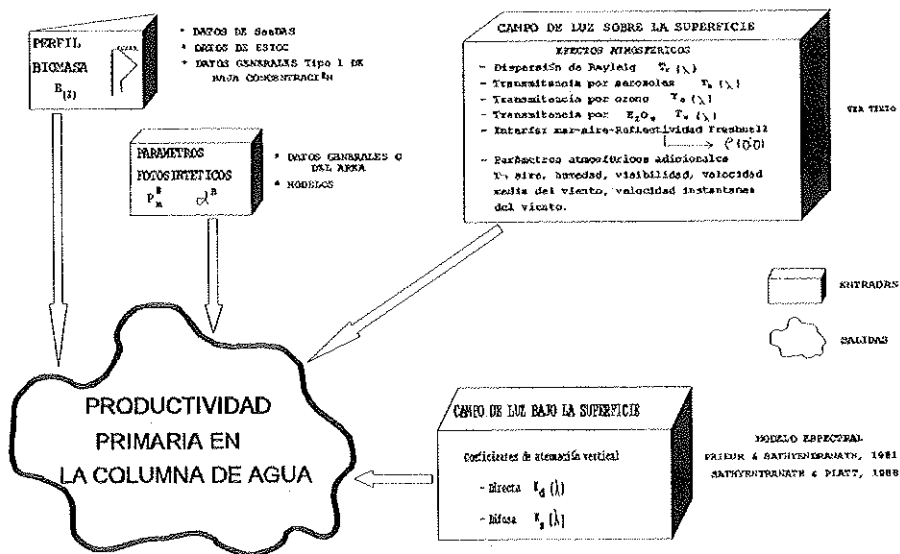


Figura 1: Módulos del algoritmo implementado

Para realizar el ajuste gaussiano de los perfiles de biomasa se utilizó la amplia colección de datos de pigmentos fitoplanctónicos recogidos por el ICCM durante las campañas llevadas a cabo en distintas épocas del año. En la figura 2 se muestra un ejemplo de los ajustes mensuales, estacionales y el ajuste anual realizado

Dado que el entorno de las islas Canarias se localiza en el dominio denominado (STGE) por Sathyendranath et al. (1995) y éste constituye un área reducida del mismo, se procedió al cálculo de la relación empírica entre la observación del satélite y los datos de biomasa

in situ, utilizando datos contemporáneos para el área de la época del CZCS, disponibles en el ICCM.

La calibración de los resultados se ha realizado con datos actuales de producción primaria (Neuer, pers. com.), sin utilizar las imágenes de satélite, así como con datos de producción históricos (Braun et al., 1985; Fdez. de Puelles, 1986), de la época de operación del CZCS.

En la figura 3 se muestra la regresión lineal obtenida entre los cálculos realizados con el OPPP y las observaciones in situ en 44 casos estudiados.

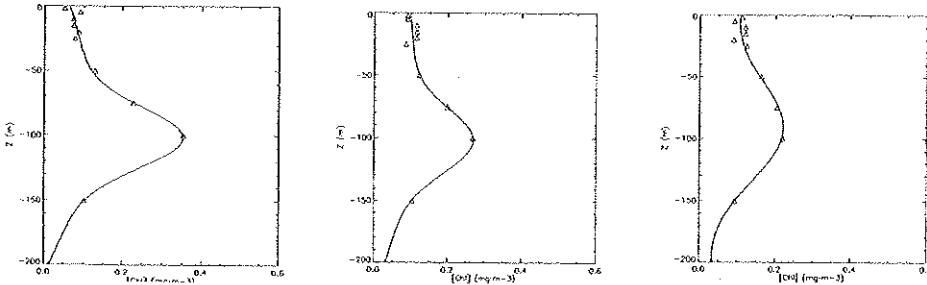


Figura 2: Ajustes del perfil de biomasa para (a) el mes de Mayo, (b) la estación de verano y (c) los datos de todo el año.

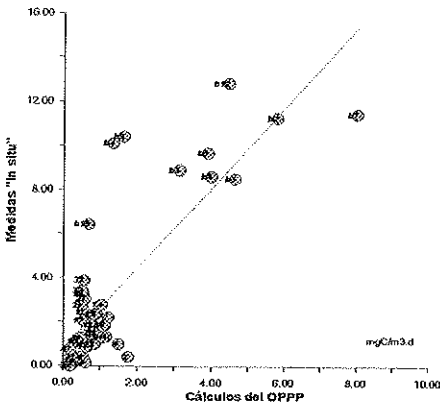


Figura 3: ajuste lineal realizado con 44 casos de medidas in situ y cálculos realizados en el OPPP.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten confirmar que la implementación se ha realizado convenientemente y que la herramienta puede ser utilizada con resultados razonables en el entorno del archipiélago. Su utilización en otras áreas catalogadas de tipo 1, dependerá exclusivamente de disponer de datos suficientes para establecer las tablas empíricas y la variabilidad de los parámetros bio-ópticos. La herramienta podrá ser mejorada substancialmente a partir del momento en que se disponga de colecciones actuales de datos de color del océano, más precisos que los disponibles del CZCS.

BIBLIOGRAFÍA

Behrenfeld, M. and Falkowsky, P. (1997). A consumers guide to phytoplankton primary productivity models. *Limnol. Oceanogr.* (in Press).

Bird, R. E. and Riordan, C. (1986). Simple solar spectral model for direct and diffuse irradiance on horizontal and tilted planes at the earth surface for cloudless atmospheres. *J. Climate Appl. Meteorol.*, 25:87-97.

Braun, J. G. et al. (1985). Productividad y biomasa del ultraplankton, nanoplankton y fitoplankton de red en aguas de las Islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*; 2(1):192-204.

Campbell, J. (1995) Ocean primary productivity algorithms. *Proceedings of the International Colloquium Photosynthesis and Remote Sensing*. 28-30 August, Montpellier, pp:7-18.

Dickey, T. D. and Siegel, D. A. (1993) Bio-optics in JGOFS. U.S. JGOFS Planning Report. (18):180 pp.

Falkowsky, P. (1991) Role of eddy pumping in enhancing primary productivity in the ocean. *Nature.*; 352(4 Jul):55-58.

Fernández de Puelles, M. L. (1986). Ciclo anual de la comunidad de Meso y Microzooplankton; su biomasa, estructura, relaciones tróficas y producción en aguas de las Islas Canarias. Tesis Doctoral. UCM. (275 pp).

Gregg, W. W. y Carder, K. L. (1990). A simple spectral solar irradiance model for cloudless maritime atmosphere. *Limnol. Oceanog.* ; 35:1657-1675.

Longhurst, A. S. et al. (1995). An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *J. Plank. Res.*; 17(6):1245-1271.

Platt, T. et al., (1991). Basin scale estimates of oceanic primary production by remote sensing: the north Atlantic. *J. Geophys. Res.*; 96:15147-15159.

---. (1995) Remote sensing of primary production in the ocean: promise and fulfilment. *Phyl. Trans R. Soc. Lond.*; B(348): 191-202.

Platt, T. y Sathyendranath, S. (1988) . Oceanic primary production: estimation by remote sensing at local and regional scales. *Science.*; 241:1613-1620.

Sathyendranath, S. et al. (1995). Regionally and seasonally differentiated primary production in the North Atlantic. *Deep Sea Res.*; 42(10):1773-1802.