



# El Color del Océano: ¿Para qué?

Los beneficios que trae para a la sociedad la radiometría aplicada al color del océano.



# El Color del Océano Medido por Satélites: La Ciencia al Servicio de la Sociedad



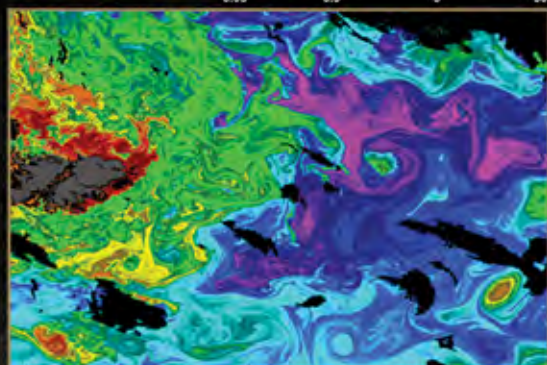
La abundancia de fitoplancton (concentración clorofílica) puede ser representada geográficamente midiendo la luz que proviene del mar con un instrumento óptico transportado por un satélite en órbita alrededor de la Tierra. La técnica se llama radiometría del color del océano (Ocean Colour Radiometry), y ha demostrado ser una de las tecnologías de teledetección más fructíferas. Lo que se inició en 1978 como una misión de prueba (Sensor radiométrico satelital - Coastal Zone Color Scanner) superó todas las expectativas en cuanto a la trascendencia de los resultados y a la magnitud de las aplicaciones. En los treinta años transcurridos desde entonces, su valor para la sociedad no ha hecho más que incrementarse. Existe también un mayor énfasis en el campo de acción intergubernamental con respecto a la observación de la Tierra (lo atestigua la conformación, en 2003, del Grupo sobre Observación de la Tierra (GEO) a nivel ministerial) y un creciente consenso entre los gobiernos acerca de que la administración de los océanos debería llevarse a cabo por medio de una gestión basada en ecosistemas.

Credit:European Space Agency



Imagen en color de la Isla Sur de Nueva Zelanda el 28 de Octubre de 2007, captada por el instrumento MERIS del Envisat, en modo de resolución espacial completa (300 m). Un fino sedimento de lodo batido por el viento (loess) es transportado por las corrientes dando al agua una coloración turquesa.

Chlorophyll concentration ( $\text{mg m}^{-3}$ )



Credit: Ocean Biology Processing group, NASA/GFSC

Una floración de fitoplancton en el Atlántico Sur, captada por el sensor MODIS-Aqua el 22 de Noviembre de 2004. Las corrientes oceánicas forman una cantidad de remolinos (espirales) con elevados niveles de clorofila.

En este folleto, mostramos cómo la inversión en teledetección está justificada por su valor hacia el público en general. Empezamos exponiendo algunos de los problemas que enfrenta la sociedad a escala mundial, luego mostramos la importancia del color del océano acerca de estos temas, y finalmente enumeramos los beneficios que para la sociedad implica la inversión en tecnología relativa al color del océano.



# Algunos Temas que Atañen a la Sociedad Relacionados con los Océanos

## El Cambio Climático

El problema número uno que enfrenta hoy la sociedad es el cambio climático, problema efectivamente de alcance global. Una de las mayores preocupaciones es el incremento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, lo que provoca la acidificación de los océanos y el aumento de temperatura del agua.

## La Superpoblación

Hay también un problema creciente de superpoblación en el mundo, siendo la tasa de crecimiento poblacional mayor en las franjas costeras de los continentes, provocando así un impacto agudo de la actividad humana a lo largo de los litorales (la polución, la erosión de la ribera, el desbordamiento de los ríos). Las poblaciones costeras se sustentan a base de proteínas provenientes del mar, pero existe una sobreexplotación a escala mundial de los productos pesqueros y otras fuentes de recursos naturales.



Credit: Meena Kumari, Central Institute for Fisheries Technology, Kochi, India



## Las Especies en Riesgo de Extinción:

La toma de conciencia del público sobre la difícil situación de las especies en riesgo de extinción y sobre la necesidad de mantener la biodiversidad está en el punto más alto alcanzado en la historia de la humanidad.



Credit: Grant Pitcher, MCM, South Africa



Selección de especies de fitoplancton responsables del florecimiento de algas nocivas.

## La Calidad de las Aguas

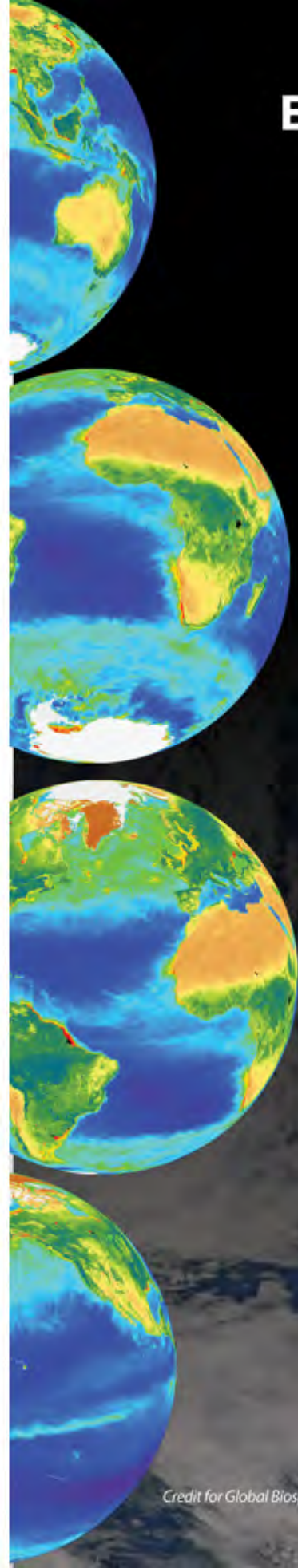
La calidad de las aguas en las costas es un tema de gran preocupación para la industria turística mundial y también para las economías en desarrollo basadas en la acuicultura,. Las zonas costeras son vulnerables al florecimiento de algas nocivas, comúnmente conocidas como mareas rojas.

## La Soberanía Nacional

Los océanos continúan siendo de gran importancia estratégica en la defensa de la soberanía nacional.







# El Color del Océano: Nuestra Ventana al Ecosistema Marino

El color del océano aporta nuestra única ventana al ecosistema oceánico en escalas sinópticas. Es el único método disponible para obtener una visión global de la biosfera marina.

El cambio climático se acelera por el aumento del efecto invernadero, que es un incremento del dióxido de carbono en la atmósfera causado por la actividad del hombre. Necesitamos entender los procesos que controlan las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono y otros gases invernadero.

La Tierra es un sistema planetario en el cual los suelos, los océanos y la atmósfera interactúan estrechamente, lo que requiere sistemas de observación que pongan de manifiesto estos vínculos.

El ciclo del carbono en la Tierra incluye un flujo bidireccional entre sus tres componentes – los océanos juegan en ello un papel especialmente importante.

Estamos acostumbrados a pensar que ser ecologista es ser responsable y cuidadoso respecto de la Tierra. Pero la Tierra es un planeta Azul, cubierto por agua en sus tres cuartas partes: es necesario tomar conciencia sobre lo que está sucediendo en ambas partes del ecosistema terrestre, el agua y la tierra.

Es precisamente, el color del océano lo que permite monitorear en forma única la biosfera acuática. La biosfera acuática está amenazada por el calentamiento global y la acidificación de los océanos. Queremos saber cómo responde la biota acuática a ésta y otras perturbaciones.



# Los Beneficios que Aporta el Color del Océano a la Sociedad

Se pueden obtener **indicadores ecológicos rentables** por medio de la teledetección del color del océano y aplicarlos en forma serial y operacional en la gestión basada en ecosistemas. Estos indicadores ayudan a caracterizar los cambios en los ecosistemas, subsiguientes a perturbaciones originadas por causas naturales o antropogénicas.



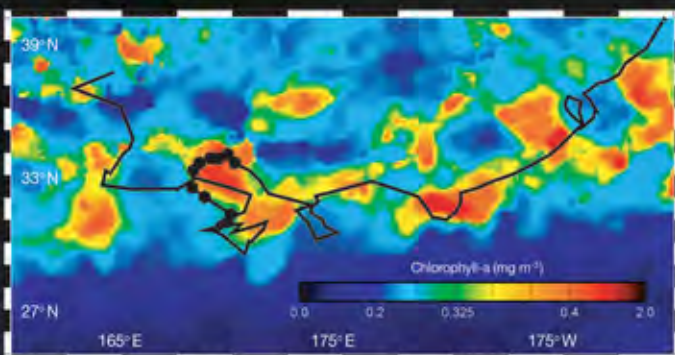
**El florecimiento de algas nocivas** puede ser monitoreado por el color del océano, rastreando el comienzo, la expansión y el destino de la florescencia, como una ayuda a las industrias del turismo y de la acuicultura.

**La calidad de las aguas en las costas** puede monitorearse utilizando el color del océano, como herramienta en la gestión de zonas costeras; por ejemplo la degradación del habitat costero por eliminación de manglares.

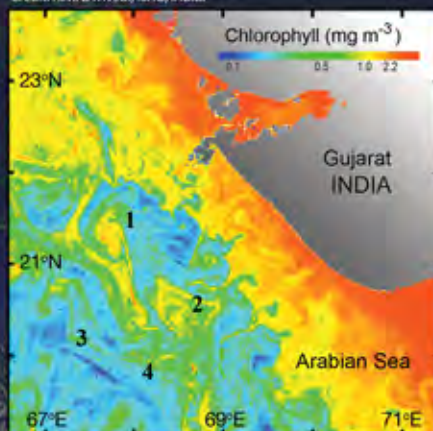
*El florecimiento extenso de *Gonyaulax polygramma* produciendo una marea roja en False Bay, Sudáfrica, el 23 de Febrero de 2007 (tomado de Pitcher et al., 2007, Oceanography 21(3): 82-91)*

**Las áreas marinas protegidas** pueden delimitarse con la ayuda de datos del color del océano, como así también el habitat de especies en riesgo de extinción.

*La travesía de una tortuga "boba" o "caguama" marcada (línea negra) y sobrepuesta a datos de clorofila obtenidos por el SeaWiFS, a lo largo del Frente Clorofílico de la Zona de Transición en el Océano Pacífico Norte (tomado de Polovina et al., 2004, Fish. Oceanogr. 13:36-51).*



*Credit: R.M. Dwivedi, ISRO, India.*



Es posible identificar **zonas de pesca potenciales** utilizando radiometría del color del océano, permitiendo así a los pescadores trabajar en forma más efectiva y economizando combustible. Esto, por cierto, no pretende alentar el abuso de la pesca, sino meramente ofrecer modos prácticos de gestión sustentable y una recolección más rentable.

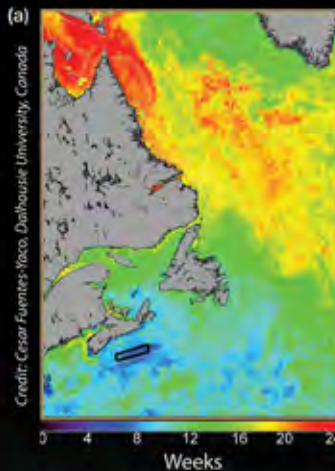
*Una imagen de concentración clorofílica del Noroeste de la India, el 29 de Febrero de 2006, generada por el sensor OCM de la India. Las características oceánicas tales como remolinos ciclónicos (1 y 2) y frentes ciclónicos (3 y 4) son conocidas como lugares productivos y son, por lo tanto, relevantes para la exploración pesquera.*



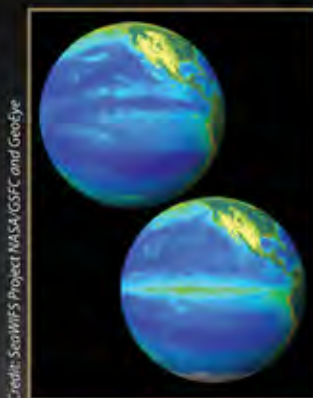
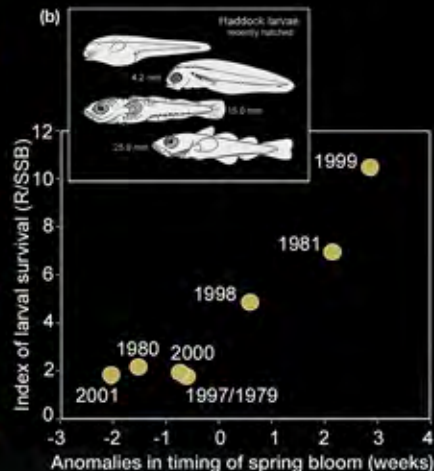
# Más Beneficios del Color del Océano para la Sociedad

La variabilidad interanual de los ecosistemas marinos puede monitorearse utilizando datos del color del océano que ayudan a explicar, por ejemplo, el efecto de las fluctuaciones ambientales sobre la supervivencia de peces en estado larvario.

(a) El momento en que se produce la mayor biomasa de fitoplancton en el Atlántico Noroeste desde Febrero hasta Julio, derivado de una climatología del SeaWiFS (1998-2001). El azul indica un florecimiento primaveral precoz (Marzo), el rojo indica un florecimiento primaveral tardío (Julio).



(b) La relación entre el índice de supervivencia de larvas de abadejo eglefino y anomalías locales en la evolución del florecimiento para los períodos 1979-1981 y 1997-2001 (adaptado de Platt et al., 2003, Nature, 423: 398-399) Nature, 423: 398-399)



Credit: SeaWiFS Project NASA/GSFC and Goddard

Las perturbaciones de gran magnitud a nivel regional, como por ejemplo El Niño, pueden ser visualizadas usando el color del océano, cuantificando así el efecto sobre el ecosistema marino.

Dos imágenes captadas por el SeaWiFS del Océano Pacífico durante el pico de El Niño de 1997-1998 (arriba), en el momento que la actividad del fitoplancton en la Zona Ecuatorial de Surgencia (Equatorial Upwelling Zone) fue significativamente menor, y (abajo) durante La Niña, que le siguió, cuando la actividad del fitoplancton en la Zona Ecuatorial de Surgencia

**El Cambio Climático:** El fitoplancton utiliza  $\text{CO}_2$  durante la fotosíntesis, lo que lo convierte en un sumidero de carbono potencialmente importante. El consumo anual de  $\text{CO}_2$  a escala global (~50 gigatoneladas) puede cuantificarse usando datos del color del océano, que también proveen información fundamental para iniciar y validar modelos de ecosistemas oceánicos (utilizados para estudiar el cambio climático y los ciclos globales del carbono).

**Una gama amplia de problemas relativos al mar** (por ej. transporte de sedimentos) pueden ser abordados por los investigadores utilizando la información invaluable que brinda el color del océano, algo imposible de obtener por cualquier otro método.

La materia suspendida total, derivada de una escena del MERIS sobre el Mar del Norte, adquirida el 27 de Marzo de 2007

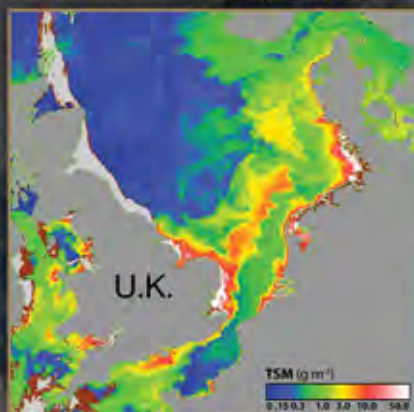
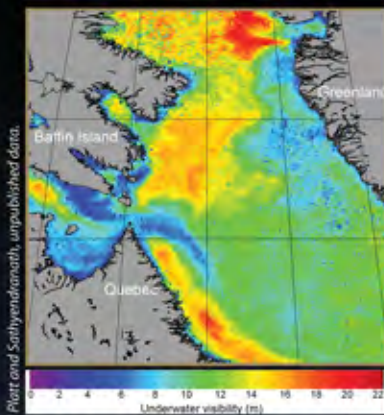


Image by R. Doerfler (GKSS), MERIS data from ESA.





El color del océano puede proporcionar **material educativo extraordinario** a todos los niveles. El público en general dispone de información a través de la Internet y de otras publicaciones. Las imágenes del color del océano han tenido suma importancia en el desarrollo del conocimiento público sobre los procesos oceánicos. Estas imágenes son iconos de nuestro tiempo. No obstante, su llamativa belleza no debería ocultar la realidad de que se basan en la más rigurosa ciencia física.



Pillay and Sathyendranath, unpublished data.

*La visibilidad subacuática estimada (m) en el Ártico Canadiense Oriental para el mes de Agosto, basado en registros climatológicos del SeaWiFS*

**La jurisdicción internacional** en alta mar puede ser ejercida usando información proporcionada por el color del océano. Además, el color del océano puede proveer información importante en el campo de la iluminación subacuática, útil para lograr objetivos estratégicos y tácticos en la defensa nacional.

El color del océano es una de las misiones de teledetección más útiles a la sociedad, tanto para la ciencia como para la operatividad práctica. Necesitamos un amplio y firme compromiso con miras a desarrollar una **constelación de sensores del color del océano** integrada, que provea continuamente datos del color del océano, de óptima calidad, asegurando así que dicha capacidad siga existiendo en el futuro, sin interrupción.



# Patrocinadores del IOCCG



**CSA**  
Canadian Space Agency



**CNES**  
Centre National d'Etudes Spatiales  
(France)



**DFO**  
Department of Fisheries and Oceans



**ESA**  
European Space Agency



**GKSS**  
GKSS - Research Centre (Germany)



**ISRO**  
Indian Space Research Organisation



**JAXA**  
Japan Aerospace Exploration Agency



**JRC**  
Joint Research Centre (E.C.)



**KORDI**  
Korea Ocean Research and  
Development Institute



**NASA**  
National Aeronautics and  
Space Administration (USA)



**NOAA**  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration (USA)

El IOCCG es un Programa Afiliado al SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research) y Miembro Asociado del CEOS (Committee on Earth Observation Satellites).



Publicado por:  
International Ocean - Colour  
Coordinating Group (IOCCG)



Publicación auspiciada por  
la Agencia Espacial Canadiense

**El International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG)** es un comité internacional de expertos, integrado por representantes de diversas agencias espaciales así como de la comunidad de usuarios. Fue establecido en 1996. El objetivo principal del IOCCG es desarrollar consensos y síntesis a escala mundial en el campo del Color del Océano medido por satélites artificiales.

## Presidente del IOCCG

Prof. James Yoder

Woods Hole Oceanographic Institution  
360 Woods Hole Road, Woods Hole  
MA 02543, USA

Tel: 508-289-2200

Fax: 508-457-2188

Email: [jyoder@whoi.edu](mailto:jyoder@whoi.edu)

## Coordinador de Proyecto

Dr. Venetia Stuart

IOCCG Project Office

Bedford Institute of Oceanography

P.O. Box 1006, Dartmouth

Nova Scotia, B2Y 4A2, Canada

Tel: 902 426 3918

Fax: 902 426 9388

Email: [vstuart@dal.ca](mailto:vstuart@dal.ca)

[www.ioccg.org](http://www.ioccg.org)

Idea y texto: Trevor Platt y Venetia Stuart.  
Diseño: [www.chrispurcelldesign.com](http://www.chrispurcelldesign.com)