

VII Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**

26 y 27 de agosto, 2005 INBioparque, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica

**ARGO Costa Rica**  
**Oceanografía del siglo XXI**

Daniel Ballesteró

Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero

[dab2@una.ac.cr](mailto:dab2@una.ac.cr)

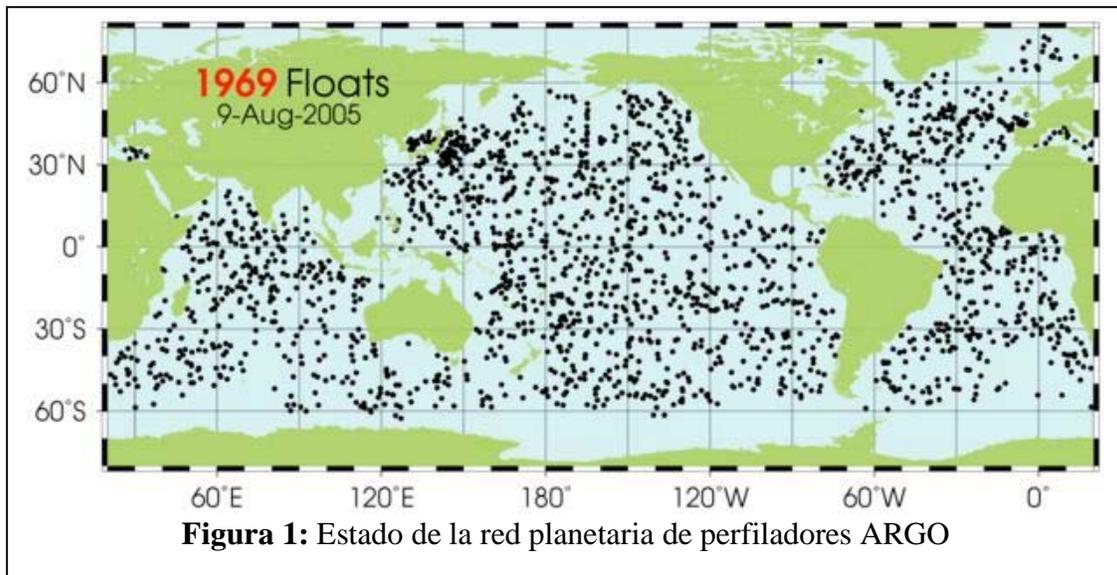
*ARGO es una nueva fuente de datos obtenidos en los 2 km superiores del océano. Utiliza una flota de boyas robóticas que pasan la mayor parte del tiempo sumergidas y que suben a la superficie regularmente midiendo la temperatura y la salinidad del agua. Costa Rica se ha integrado a este proyecto científico de punta con la instalación, a corto plazo, de 2 dispositivos en el este del Océano Pacífico Tropical.*

El proyecto ARGO es un esfuerzo internacional para establecer un arreglo global de 3000 boyas perfiladoras libres para medir la temperatura y salinidad de los 2000 metros superiores de la columna de agua del océano. Más del 90 % del calentamiento observado en el sistema climático aire-tierra-agua durante los últimos 50 años ha ocurrido en el océano, y Argo dará efectivamente el pulso del balance global de calor. Temperatura, salinidad y velocidad del agua podrán ser medidas en forma continua, por primera vez, en la parte superior del océano. ARGO mejorará nuestra comprensión del rol del océano en el clima y será útil en muchas áreas de la oceanografía y la climatología.

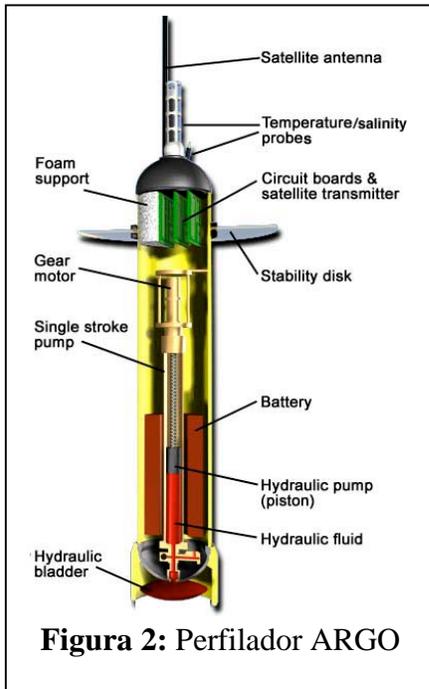
Los orígenes de ARGO están en el Experimento Mundial de Circulación Oceánica (WOCE por sus siglas en Inglés) que se llevó a cabo entre 1990 y 1997, donde se requería medir corrientes a 1000 metros de profundidad a través de los océanos. Para ello se diseñaron boyas capaces de derivar libremente con la corriente a una profundidad predeterminada utilizando el principio de flotación neutral. Así, se regula la densidad efectiva del instrumento para que sea igual a la densidad del agua a la profundidad de operación deseada (la densidad del agua aumenta con la profundidad).

ARGO hace referencia a la nave de la mitología Griega construida para la aventura de los argonautas y también hace referencia al instrumento JASON, un altímetro utilizado para estudiar la topografía del mar desde satélites. Conociendo la topografía de la superficie del mar se puede obtener información sobre las corrientes geostróficas del océano, y el nombre del proyecto es el acrónimo para el nombre en inglés [\*Array for Real-time Geostrophic Oceanography \(ARGO\)\*](#). Los datos de ARGO y JASON serán utilizados para medir corrientes, el transporte de calor y agua dulce alrededor del globo y el aumento del nivel del mar.

### La red ARGO y su funcionamiento



Los primeros derivadores del proyecto fueron colocados en el año 2000. Actualmente (9 de agosto 2005) hay 2000 instrumentos operativos (figura 1) del total de 3000 que conformarán la red global. Una vez establecida la red se deberán colocar unos 800 instrumentos por año para mantener el sistema brindando el servicio requerido. Se obtendrán unos 100 000 perfiles de temperatura y salinidad anualmente.



**Figura 2:** Perfilador ARGO

Cada instrumento, con un valor superior a 15 000 \$, pesa unos 40 kg, tiene una longitud de 1.5 m y 20 cm de diámetro. Por medio de una vejiga ubicada en la parte inferior (figura 2) se varía el volumen del dispositivo de modo que, aumentando su volumen, se logra aumentar su flotación. Una vez colocado en el agua cada instrumento inicia su misión sumergiéndose a 1500 m de profundidad, donde deriva con la corriente. Al cabo de 9 días, se sumerge aún más hasta 2000 m, desde donde inicia su lento ascenso hacia la superficie

midiendo la temperatura y la salinidad del agua en su recorrido. Una vez en la superficie, donde permanece 6 horas, transmite los datos obtenidos hacia satélites meteorológicos que se mueven en órbitas polares. Posteriormente se sumerge nuevamente iniciando un nuevo ciclo de operación. Las baterías mantienen los dispositivos operando de esta manera por unos 4 años. Los datos del proyecto ARGO no tienen ninguna restricción y pueden ser obtenidos gratuitamente utilizando la Internet.

### Participación de Costa Rica en ARGO

En Noviembre del 2003 el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (LAOCOS) de la UNA fue invitado como observador al *Primer Taller Científico del Proyecto ARGO* en Tokio. En ese evento se propuso la integración activa de LAOCOS al proyecto ARGO y luego de una serie de gestiones, a mediados de 2004, obtuvimos la donación de dos perfiladores ARGO del Instituto Español de Oceanografía. Los instrumentos se encuentran en la UNA desde enero 2005 y ya se cuenta

con una embarcación para colocar los perfiladores en el Océano Pacífico Centroamericano. Sin embargo, la misión se ha retrasado por complicaciones para obtener el combustible. La ubicación de los instrumentos ha sido establecida por LAOCOS para fortalecer los estudios que durante varios años se han llevado a cabo en el Océano Pacífico Tropical de América Central. El éxito de la misión tendrá un fuerte impacto tanto por la importancia oceanográfica de la región bajo estudio como por la naturaleza de la información que se podrá obtener.

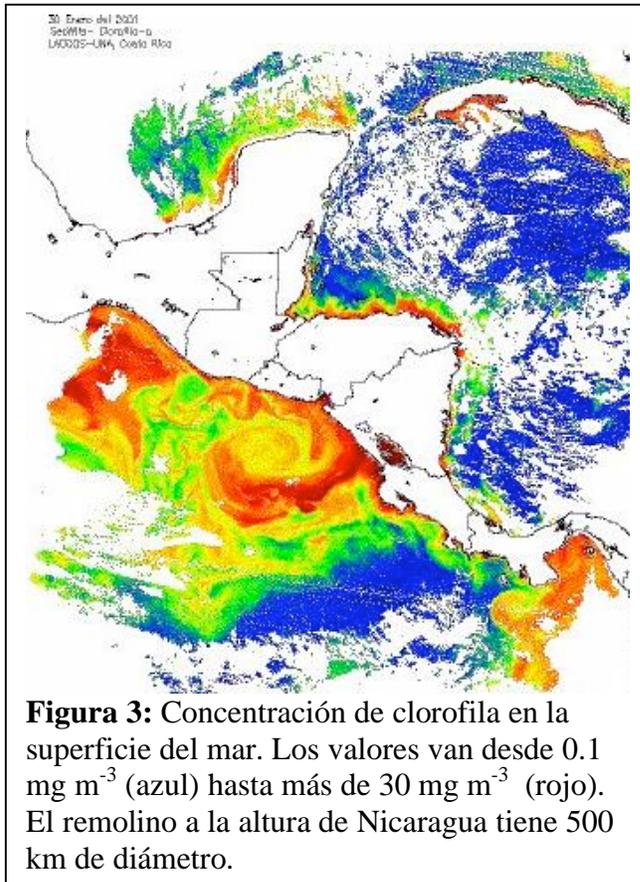
### **Aplicaciones de ARGO en la región**

EL Océano Pacífico Tropical Este (OPTE) es parte de una de las dos zonas de máxima temperatura superficial del agua del planeta ( $> 28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Durante el verano del hemisferio norte es cuna de varios ciclones tropicales, con marcada variabilidad en varias escalas temporales, desde interanuales hasta décadas. Otros factores de variabilidad son El Niño, las oscilaciones en escalas de tiempo de 10 años del Atlántico y el Pacífico, la migración meridional de la Zona de Convergencia Intertropical, el domo térmico de Costa Rica y los fenómenos estacionales de surgencia forzados por vientos perpendiculares a la costa centroamericana del este y el noreste.

El domo térmico de Costa Rica y las surgencias originadas en Tehuantepec (México), en el borde entre Nicaragua y Costa Rica y en el Golfo de Panamá, fertilizan la capa superior del OPTE introduciendo en ella aguas sub-uperficiales ricas en nutrientes. La abundancia de nutrientes y luz solar en la superficie del mar impulsan la actividad fotosintética y la transmisión de energía desde el fitoplancton hasta los niveles superiores de la red trófica. Las características físicas anteriores son la causa de la enorme riqueza biológica de esta región del océano, incluyendo comunidades permanentes de mamíferos marinos. Además, estos

fenómenos tienen un importante impacto en el transporte de CO<sub>2</sub> entre el mar y la atmósfera, afectando el balance regional de intercambio del principal agente del efecto invernadero del planeta.



Utilizando, entre otros, datos provenientes de radiómetros ópticos en satélites polares, los investigadores de LAOCOS han determinado algunas propiedades de los fenómenos de surgencia forzados por el viento y de la propagación hacia el oeste de remolinos planetarios (Ballestero and Coen 2004, Ballestero y Coen 2001, Martínez et al. 1999) como el mostrado en la figura 3. Sin embargo, para poder avanzar en el entendimiento de la dinámica de la región y

poder realizar estimaciones válidas de la magnitud de la productividad primaria del sistema, así como de su papel en el intercambio de CO<sub>2</sub> entre el mar y la atmósfera, es necesario contar con información de campo que revele la estructura vertical de la columna de agua.

La obtención de datos de campo utilizando buques oceanográficos tiene un costo prohibitivo. Los datos obtenidos con los dos instrumentos ARGO disponibles proporcionarán, durante varios años, la información necesaria a un costo relativamente bajo. La información proporcionada por estos instrumentos será de gran utilidad para la comunidad científica regional e

internacional en campos como meteorología, climatología y oceanografía física y biológica.

## Referencias

D. Ballestero and E. Coen, 2004: Generation and propagation of anticyclonic rings in the Gulf of Papagayo, Costa Rica, *International Journal of Remote Sensing*, **25**, 1, 1-8.

A. Martínez de León, I. Robinson, D. Ballestero and E. Coen, 1999: Wind driven ocean circulation features in the Gulf of Tehuantepec, México, revealed by combined SAR and SST satellite data, *International Journal of Remote Sensing*, **20**, 8, 1661-1668