

# ESTUDIO TERMICO COMPARATIVO DEL ESTUARIO DEL PLATA UTILIZANDO IMAGENES SATELITALES

Pablo Martín González\*  
Jorge Mermoz\*\*

Imágenes satelitales - Proyecto Estuario del Plata  
([www.estuariodelplata.com.ar](http://www.estuariodelplata.com.ar))  
ARGENTINA

\* [pablomgonzalez@ciudad.com.ar](mailto:pablomgonzalez@ciudad.com.ar)

\*\* [jorgemermoz@yahoo.com.ar](mailto:jorgemermoz@yahoo.com.ar)

## RESUMEN

El presente trabajo pretende encarar el estudio de los datos térmicos obtenidos por las EMT (Estaciones de Monitoreo Térmico) del PEP (Proyecto Estuario del Plata) y la información que proveen los satélites de observación de la Tierra en la actualidad. Para lo que se utilizarán los registros de los instrumentos a bordo de los satélites de órbita polar de la serie NOAA. Se espera poder efectuar una comparación entre los dos tipos de mediciones, a pesar de sus diferencias esenciales y de que los sensores de las EMT se encuentran muy cerca de la costa. Adicionalmente, y para evitar este inconveniente, se han incorporado en el año 2007 los registros de las boyas perfiladoras del programa ARGO y derivantes de la NOAA.

## 1.- INTRODUCCION

### a – El Proyecto Estuario del Plata

El Proyecto Estuario del Plata (PEP) realiza el monitoreo térmico en las costas bonaerenses del estuario del Plata entre San Fernando y Santa Teresita, y en el litoral uruguayo entre Colonia y La Paloma como eje central de un proyecto escolar de difusión sobre el estuario del Plata en particular y los estuarios y océanos en general. La información adicional se obtendrá directamente a través de salidas de campo, embarques, encuestas, entrevistas y búsqueda bibliográfica. Se espera despertar el interés por nuestros estuarios a través de un sencillo proyecto multidisciplinario por medio del cual alumnos y docentes puedan difundir la importancia de estos ambientes y la necesidad de cuidarlos.

Los colegios participantes obtienen información cruda (térmica, climática, biológica,



Fig 1: Distribución original de las estaciones de monitoreo térmico (EMT)

etc.) que analizarán y complementarán con la que obtengan de otras fuentes para sacar sus propias conclusiones. Dichos resultados servirán para contar con los elementos necesarios para difundir

los principios fundamentales relativos a los estuarios y ambientes costeros en general.

### **b - Grupo Astronómico Omega Centauro**

El GAOC es un grupo de alumnos y docentes del Instituto San Felipe Neri dedicados al estudio y difusión de las ciencias espaciales. Funciona desde 1996 y dentro de las actividades se destacan las observaciones astronómicas diurnas y nocturnas, realización de cursos, charlas y exposiciones para la comunidad y la publicación de una revista periódica. Debido al gran interés de los alumnos, en los últimos años nos hemos abocado al estudio de imágenes satelitales provistas por CONAE y NASA.

### **c – El Proyecto**

Dada la valiosa información térmica que proporcionan las EMT, decidimos realizar un estudio comparativo para tratar de establecer una correlación entre los datos reales y los procesados por los algoritmos de tratamiento de imágenes.

Nos basamos en ideas trabajadas por Bava, Gagliardini et al [1] y metodologías publicadas por Lassig y Palese [2], aunque cabe aclarar que este trabajo es una primera aproximación al estudio sistemático de la temperatura superficial del mar (TSM).

## **2.- METODOLOGIA**

Se estudiaron los datos de temperatura del agua obtenidos por las Estaciones de Monitoreo Térmico (EMT) del Proyecto Estuario del Plata (PEP) para compararlas con los registros satelitales de los instrumentos a bordo de los satélites de la serie NOAA (15 al 17).

Para ello contamos con los datos que aportan los sensores térmicos instalados en las costas bonaerenses. Los termógrafos empleados son de manufactura nacional, económicos y sumamente confiables. Se trata de loggers de temperatura que poseen dos canales, adaptados, en nuestro caso, para medir y registrar la temperatura del agua (canal 1) y otro para la

temperatura del aire (canal 2). Ambos sensores pueden operar entre  $-40$  y  $+125^{\circ}\text{C}$ .

La capacidad de recolección de datos es de 2000 por cada canal y se puede programar al logger para registrar la temperatura a intervalos de 1 a 60 minutos. En nuestro caso hemos optado por registros cada 60 minutos, en la hora. De esta forma, nos aseguramos que todas las estaciones sean comparables, disponiéndose de una autonomía de 80 días. Al cabo de ese lapso, los datos deben ser bajados por medio de una notebook, y los equipos reseteados para iniciar otro período de registro y almacenamiento. Por término medio, los termógrafos son visitados una vez al mes o mes y medio por un docente y 3 a 7 alumnos de alguno de los colegios participantes del proyecto. En el curso del año 2004 se instalaron 6 de los 12 equipos adquiridos: 6 de ellos en el litoral bonaerense y 2 en el uruguayo, como se describirá más adelante.



**Fig 2: Logger y sensores de temperatura**

En contrapartida, los datos satelitales se obtienen de imágenes elaboradas de CONAE y NASA. Estos provienen de satélites de la serie NOAA, los cuales poseen una órbita polar y efectúan 14 revoluciones a la Tierra por día.

Los sensores satelitales se basan en un instrumento llamado AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer - Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución), encargado de registrar los niveles de radiación electromagnética que se traducen en valores de temperatura superficial del mar. Las bandas utilizables para el proyecto son las correspondientes al infrarrojo térmico: 11 a 13 micrones (bandas 4 y 5). [3]

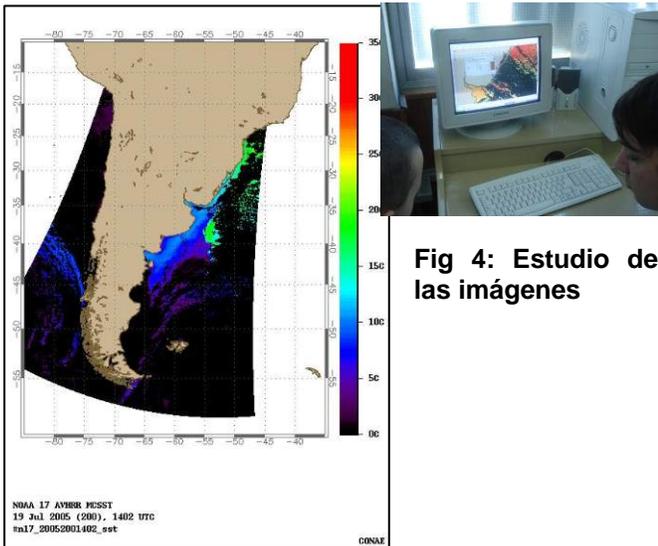
### 3.- DESARROLLO

**Etapa 1. Adquisición de datos:** En esta etapa se adquirieron los datos de los sensores térmicos de las EMT y se realizó un estudio preliminar para calcular una correlación estacional o causal de los valores de temperatura en todo el estuario. Se realizaron gráficos para interpretarlos, pudiendo establecer el correcto funcionamiento de los sensores con respecto a otros anteriormente instalados (SMN, SHN, etc.).



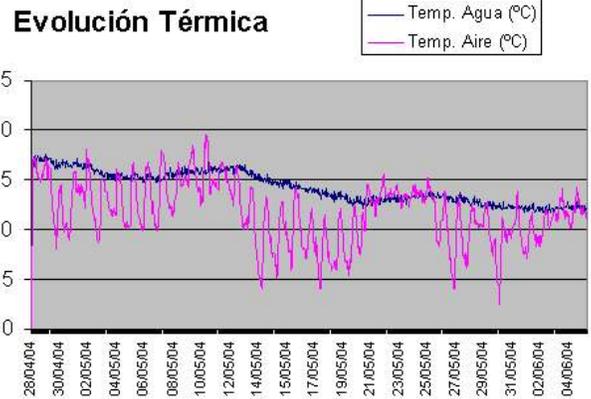
**Fig 3: Recolección de datos térmicos**

**Etapa 2. Selección de imágenes satelitales:** Se eligen imágenes representativas de la zona estuarial que ya han sido procesadas por CONAE para efectuar una comparación preliminar y fijar los alcances y limitaciones del trabajo de correlación. El criterio de selección exige que las condiciones sean las siguientes:



**Fig 4: Estudio de las imágenes**

- zona observada libre de nubosidad visible
- tomada en horas donde el ángulo del sol sea superior a 50°
- con la mayor cantidad de datos del instrumento y del satélite



De esta forma se estudiaron unas 60 imágenes. Fueron procesadas mediante el programa GIMP para obtener un valor de píxel de 0 a 255, y compararlo con el valor de temperatura registrado por las EMT:

Se pudo observar que si bien existe una diferencia del orden de 1 a 5 °C y una mínima dispersión, hay una correlación lineal entre los dos valores. Como no obtuvimos todavía los valores originales de píxel sino los elaborados, no pudimos aplicar la fórmula:

$$TSM (°C) = a + bx$$

donde x es el valor para cada píxel en el archivo, a = 0,0 °C y b = 0,125 °C. [1]

**Etapa 3. Estudio estadístico. Correlación.** La última etapa consistirá en solicitar los datos que recolecta el AVHRR en formato binario (sin procesar) de los días y horas óptimos para efectuar un análisis comparativo con los datos que se obtienen de las Estaciones de Monitoreo Térmico del PEP. Luego de esto se procederá a realizar un estudio estadístico.

#### 4.- CONCLUSIONES PRELIMINARES

Los primeros resultados del estudio sugieren que la correlación existe y es lineal: se analizaron 60 fotografías y se las compararon con los datos de las EMT, dando como resultado una relación estrecha entre lo censado por el satélite y el dato térmico recogido por la estación. Sin embargo, debemos destacar las siguientes dificultades:

**Baja resolución espacial:** el tamaño de pixel de la imagen satelital es muy grande (1 km<sup>2</sup>).  
**Influencia de la costa:** las EMT se encuentran ubicadas a pocos metros de la costa.  
**Georeferenciación:** debido a la baja resolución, resulta difícil ubicar exactamente el pixel correspondiente a la ubicación de la EMT.  
**Algoritmo transparente:** el programa que interpreta el dato binario y lo traduce a un color en la imagen proviene directamente de NASA, usando los algoritmos NLSST o MCSST  
**Monitoreo continuo:** los satélites no proveen una cobertura temporal completa.

Para superar las limitaciones y dificultades del proyecto, se espera contar con los datos binarios del satélite, que serán provistos oportunamente por CONAE.

Por otra parte, ya se están obteniendo datos de las boyas perfiladoras del proyecto ARGO y de boyas derivantes de la NOAA.

Las perfiladoras obtienen datos térmicos de una columna de agua marina de varios kilómetros de profundidad, pero se utilizarán para la comparación sólo los registros superficiales. En cuanto a las derivantes, se debe tener en cuenta la precisión de los datos de posición para una correcta georeferenciación.

#### AGRADECIMIENTOS

- Lic. Eduardo Cabrera y Dra. Mónica Rabolli (CONAE)
- Lic. Ariel Troisi (Centro Argentino de Datos Oceanográficos – SHN)
- Profesores coordinadores del Proyecto Estuario del Plata

#### REFERENCIAS

[1] BAVA, GAGLIARDINI et al (1999). **Análisis preliminar de datos de temperatura superficial del mar obtenidos mediante información histórica NOAA-AVHRR para su correlación con bases de datos oceanográficos y pesqueros.** IAFE. XIV Simposio Científico-Tecnológico de la C.T.M. del Frente Marítimo

[2] JORGE LASSIG Y CLAUDIA PALESE (2003). **Medición de caudales en río mediante imágenes NOAA-AVHRR: primera aproximación.** Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería. *Actas del Congreso Argentino de Tecnología Espacial 2003*

[3] GAGLIARDINI, D.A. et al (2006). **Teledetección: El Río de la Plata y su frente marítimo.** Instituto de Astronomía y Física del Espacio para FREPLATA

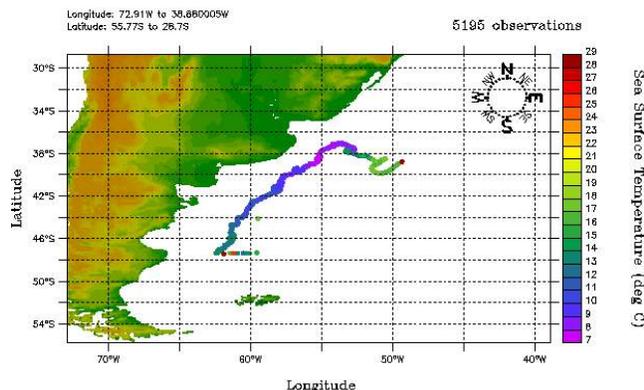


Fig 5: Derrota de una boya derivante y perfil térmico