

# VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR Y LA CLOROFILA-A SATELITALES EN EL SECTOR CENTRAL DE LA COSTA DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT (44°S-45°30'S) (ARGENTINA).

Glembocki, N. G.<sup>1</sup>, G. N. Williams<sup>2</sup>, y A. I. Dogliotti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET). Bvrd. Brown 2915.9120 Puerto Madryn, Chubut. [glemboc@cenpat-conicet.gob.ar](mailto:glemboc@cenpat-conicet.gob.ar)

<sup>2</sup> Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET). Bvrd. Brown 2915. 9120 Puerto Madryn, Chubut. [williams@cenpat-conicet.gob.ar](mailto:williams@cenpat-conicet.gob.ar)

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) CONICET/UBA, Pabellón IAFE-Ciudad Universitaria, C.C. 67-sucursal 28 (1428) Buenos Aires, Argentina. [adogliotti@iafe.uba.ar](mailto:adogliotti@iafe.uba.ar)

## RESUMEN

Se caracterizaron los patrones superficiales espacio temporales de la temperatura del mar (TSM) y clorofila a (cl-a), a partir de una serie temporal (2005-2014) de imágenes diarias MODIS de 1,1 km de resolución espacial en el sector central de la costa de la Provincia del Chubut (44°S-45°30'S). Este sector es considerado de gran importancia para la conservación de una gran diversidad de especies marinas y es parte de la Reserva de Biósfera "Patagonia Azul" reconocida por UNESCO en el año 2015. Se caracteriza porque la interacción de la corriente de marea con el fondo, las irregularidades de la costa y las islas presentes generan remolinos en el agua y zonas de gran turbulencia, principalmente en las cercanías de Cabo Dos Bahías y Punta Tombo. A partir de las imágenes obtenidas, se realizaron mapas medios mensuales, estacionales y climatológicos, tanto para TSM como para cl-a. Se aplicó un modelo estacional a la serie completa para estudiar el comportamiento de estas variables en el tiempo. Dado que la TSM y la cl-a presentan dinámicas diferentes se aplicó un modelo independiente y se obtuvieron diferentes parámetros (media, amplitud y fase) para cada variable. En este trabajo se realizó un análisis exploratorio sobre doce puntos distribuidos por toda el área de estudio para caracterizar los ciclos de TSM y cl-a identificando zonas donde la clorofila presentó ciclos uni o bimodales a lo largo del año. Estos resultados son explicados en función de las características particulares de cada sector.

Palabras clave: temperatura superficial del mar (TSM), clorofila a (cl-a), modelo estacional, Provincia de Chubut

## ABSTRACT

Spatio-temporal surface patterns of sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a (chl-a) along the central coastal area of Chubut province (44°S-45°30'S) were characterized, using a time series (2005-2014) of MODIS daily images with 1.1 km spatial resolution. This sector is considered of great importance for the conservation of a great diversity of marine species and it is part of the Biosphere Reserve "Patagonia Azul", recognized by the UNESCO in 2015. It is characterized by the interaction of tides with the bottom, the irregularities of the coast and the isles, which causes eddies and areas of great turbulence, mainly near Cabo Dos Bahías and Punta Tombo. Satellite images were used to generate monthly, seasonal and climatological average maps, for both SST and

chl-a. Then, a seasonal model was applied to the complete series in order to study the behavior of these variables over time. Since SST and chl-a have different dynamics, a separate model was applied to each of them, so different parameters were obtained for each variable (mean, amplitude and phase). In this study an exploratory analyses on twelve points distributed along the whole study area have been performed in order to characterize the SST and chl-a cycles identifying areas where chlorophyll had uni or bi-modal cycles along the year. These results are explained based on the particular characteristics of each sector.

Keywords: sea surface temperature (SST), chlorophyll-a (chl-a), seasonal model, Chubut Province

## INTRODUCCIÓN

El rol de los procesos de acoplamiento entre la oceanografía y la productividad en el litoral patagónico es virtualmente desconocido, aun cuando ha sido documentada la existencia de frentes de marea (Achaet *al.* 2004), jets y remolinos (Amoroso y Gagliardini, 2010).

El área de estudio de este trabajo abarca un sector del Océano Atlántico adyacente a la costa patagónica argentina, comprendido entre los 43° 30' y los 45° 30' S. Gran parte de esta zona está actualmente incluida en el Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral (PIMCPA), creado en 2007 en favor de la conservación de la gran diversidad de especies marinas presentes, entre ellas importantes agregaciones reproductivas de aves y mamíferos marinos (Reyes, et al. 1999; Yorio, 2009). La costa presenta diversas estructuras topográficas, entre ellas islas, islotes, caletas y bajofondos (Gagliardini et al., 2004) y una gran variedad de hábitat: costas rocosas tanto protegidas como expuestas, arrecifes rocosos submareales, playas de arena y rodados, planos de marea fangosos, marismas y cientos de hectáreas de bosques de *Macrocystis*.

El clima en la región es semiárido y templado; la temperatura media anual es de 13 °C, la media mensual es de 8 °C en invierno y 17 °C en verano. La precipitación media anual acumulada es de 200 mm lo cual, dada la ausencia de ríos en la zona, constituye la única fuente de agua dulce. Los vientos predominantes son del Oeste (Palma, et al. 2004) con una velocidad media de entre 13 y 31 km/h (SMN). Desde el punto de vista oceanográfico el área de estudio se caracteriza por presentar un ciclo de mareas semidiurno, con una amplitud máxima de 4,5 m; la salinidad media está entre 32,8 y 33,8 ‰ y el flujo medio de la corriente es en dirección noreste con una velocidad de 4 cm/seg (Rivas, 1997). La interacción de la corriente de marea con el fondo, las irregularidades de la costa y las islas presentes generan remolinos en el agua y zonas de gran turbulencia, principalmente en las cercanías de Cabo Dos Bahías y Punta Tombo (Gagliardini et al., 2004). Esto daría lugar a zonas costeras y oceánicas con diferentes características oceanográficas en pocos kilómetros de distancia.

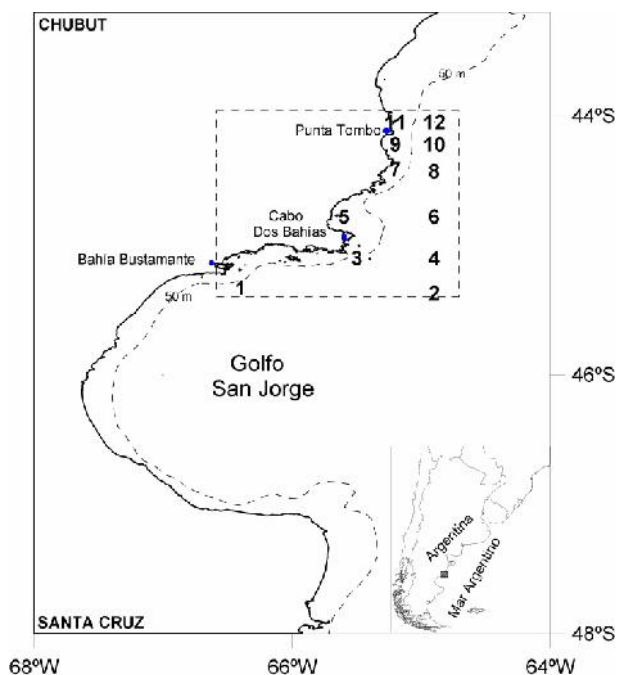
El objetivo de este trabajo es analizar la variabilidad espacio temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) y la concentración de clorofila-a (Cl-a) en esta región del litoral patagónico, atendiendo a identificar procesos oceanográficos y su rol potencial en la producción biológica de un sector de la costa patagónica de interés prioritario para la conservación marina y el manejo de recursos pesqueros.

## Materiales y Métodos

Se descargó un total de 4651 imágenes MODIS LAC de C-a ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y 4979 de TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) Nivel 2 de procesamiento del periodo 2005 – 2014 de la página de Ocean Color (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/>). Las imágenes nivel 2 se obtienen a partir de la calibración y corrección atmosférica de las imágenes nivel 1 de valores crudos de radiancia. Luego, sobre estas imágenes se aplican algoritmos específicos para la obtención de los diferentes productos (OC4 y Sea Surface Temperature, respectivamente, [http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/DOCS/Ocean\\_Level-2\\_Data\\_Products.pdf](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/DOCS/Ocean_Level-2_Data_Products.pdf)).

Se re proyectaron las imágenes descargadas a un sistema de referencia EPSG 32720 UTM zona 20s entre:  $66^{\circ} 42' \text{W}$ ,  $64^{\circ} 47' \text{W}$ ,  $45^{\circ} 30' \text{S}$ ,  $43^{\circ} 47' \text{S}$  conservando su resolución espacial original (1,1 km).

Posteriormente, se realizó una revisión manual de las imágenes a fin de eliminar aquellas que presentaran un alto porcentaje de nubes o no cubrieran completamente el área de estudio. Finalmente, se seleccionó un total de 1332 imágenes de Cl-a y 2389 de TSM.



**Figura 1. Área de estudio y ubicación de los puntos que se utilizaron para explorar la variación temporal de la TSM y la Cl-a en las distintas regiones de la plataforma.**

A partir de la serie total de imágenes seleccionadas se calcularon mapas mensuales climatológicos por mes para ambas variables, por medio del programa R (R Core Team, 2016), para tener una idea general de la distribución espacio-temporal de Cl-a y TSM en el área de estudio (Fig. 1).

A fin de investigar variaciones en la TSM y la Cl-a en función de la latitud y de la distancia a la costa en forma exploratoria, se seleccionaron doce puntos a seis latitudes diferentes, considerando dos distancias con respecto a la costa (Fig. 1, Tabla 1).

Para cada punto seleccionado se ajustaron los datos mensuales climatológicos de TSM y Cl-a a un ciclo térmico anual (Wyrtki, 1965; Beron-Vera & Ripa, 2000; Rivas, 2010) y a uno semianual, respectivamente (Espinosa-Carreón et al., 2004), de la forma:

$$TSM(x, t) = TSM_0 + T_1(x) \cos[w(t - t_0)] \quad (1)$$

$$Cl - a(x, t) = Cl - a_0 + T_1(x) \cos[w(t - t_0)] + T_2(x) \cos[2w(t - t_{00})] \quad (2)$$

Donde:  $t_0$  es la fase del armónico anual,  $TSM_0$  y  $Cl - a_0$  la temperatura y clorofila-a media respectivamente,  $T_1$  la amplitud del armónico anual,  $T_2$  y  $t_{00}$  la amplitud y la fase del ciclo semianual y  $w$  la frecuencia del ciclo anual.

**Tabla1. Latitud y longitud de los puntos ilustrados en la Figura 1.**

<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	66°24′	45°19.8′
2	64°54′	45°22.2′
3	65°30′	45°6′
4	64°54′	45°6′
5	65°36′	44°46.8′
6	64°54′	44°46.8′
7	65°12′	44°24.6′
8	64°54′	44°25.8′
9	65°12′	44°13.2′
10	64°54′	44°13.2′
11	65°12′	44°3′
12	64°54′	44°3′

## **RESULTADOS**

### **TSM**

La distribución espacial de TSM mostró en verano, particularmente en enero, una zona costera estrecha a lo largo del litoral costero (profundidades < 50 m) entre 44°S y 45°S con temperaturas medias relativamente menores a las aguas adyacentes (Fig.2). En otoño e invierno (abril a junio y julio a septiembre) la distribución espacial fue uniforme en toda el área de estudio. En primavera (octubre a diciembre) se volvieron a observar temperaturas relativas mayores en la región más oceánica (Fig.2). Los datos medios mensuales climatológicos de TSM mostraron un claro ciclo estacional (Fig. 3). Los meses de diciembre a marzo correspondieron a la estación cálida, mientras que los meses de julio a septiembre a la estación fría.

El ajuste de los datos al modelo de ciclo térmico anual (Ec. 1) explicó más del 99% de la varianza (Tabla 2). En este caso, el cambio de fase ( $t_0$ ) se refiere al mes donde se alcanzó el valor máximo de temperatura, que para los puntos seleccionados ocurrió en el mes de febrero ( $1,81 < t_0 < 2,21$ ), los valores mínimos se registraron en agosto. Durante el período de estudio, los valores medios mensuales climatológicos de TSM (Figs. 2 y 3) para los puntos analizados se encontraron entre 8,17 y 16,01°C. Los valores de los parámetros del ciclo térmico anual se muestran en la Tabla 2.

En general, los valores medios de temperatura media anual ( $T_0$ ) mostraron que las estaciones costeras presentaron menor temperatura media que el resto de las estaciones ubicadas en aguas más oceánicas. La amplitud térmica ( $T_I$ ) fue levemente mayor en las estaciones oceánicas.

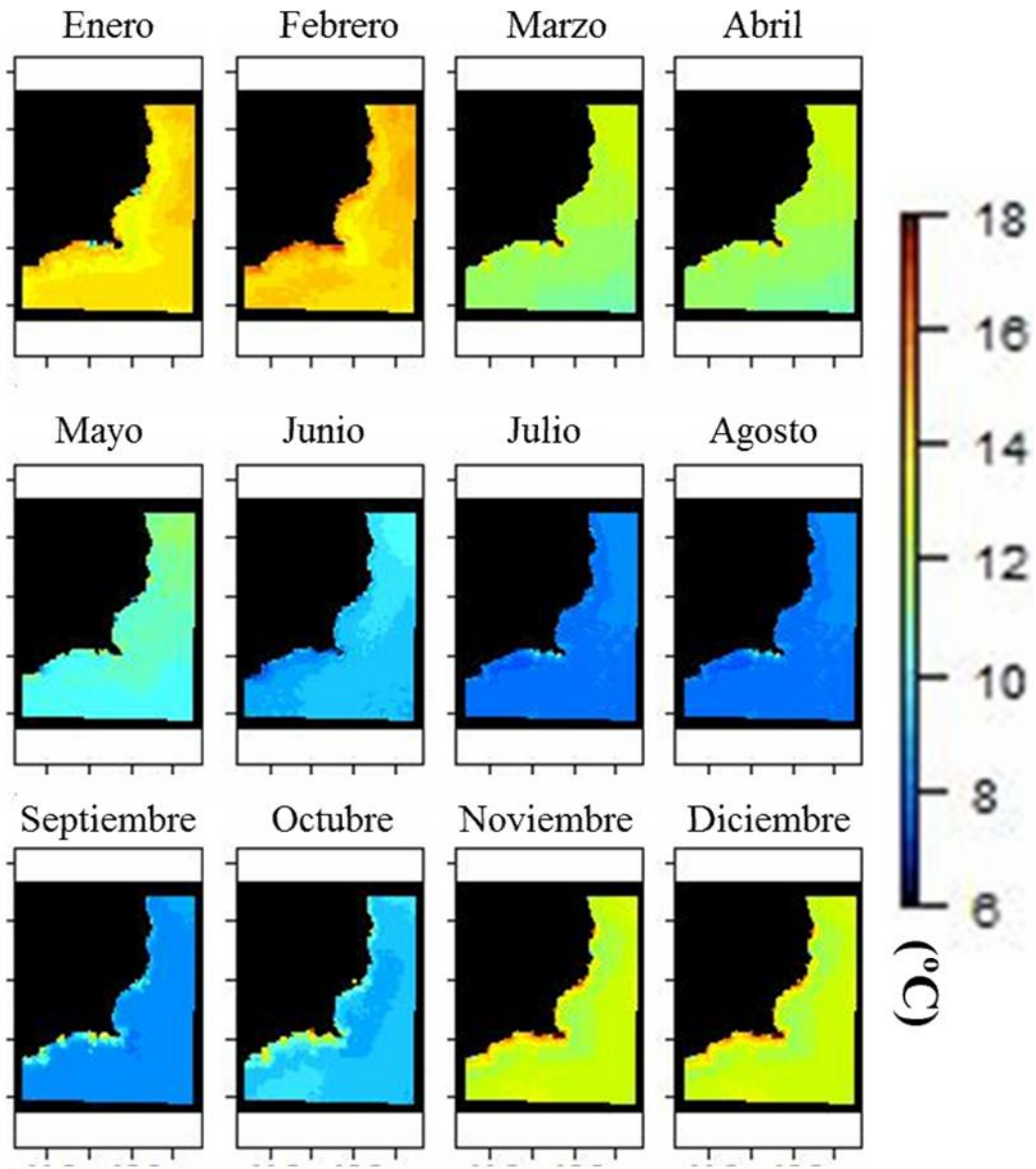


Fig. 2. Mapas mensuales climatológicos de TSM para el periodo 2005-2014.

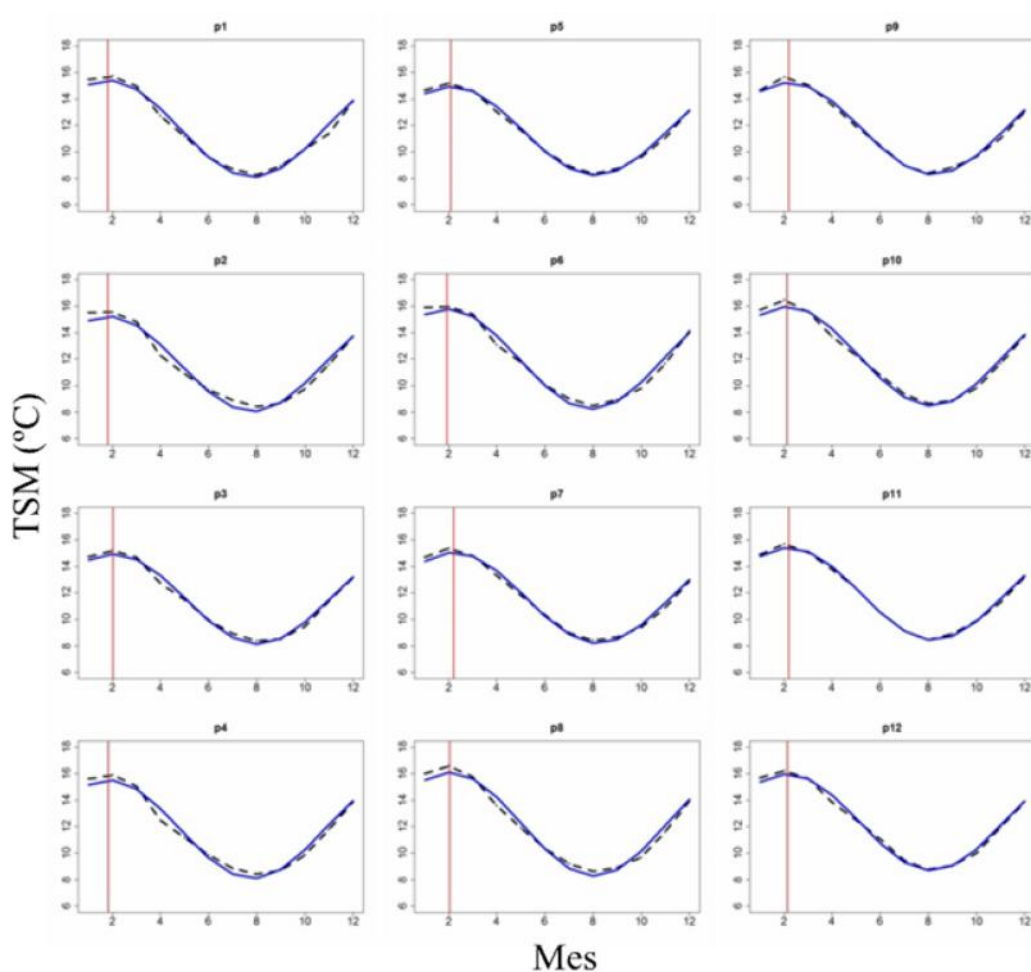


Fig. 3. Ajuste de los datos mensuales climatológicos de TSM al modelo estacional en diferentes puntos (ver posición en Fig. 1). Línea negra punteada: datos observados; línea azul: datos ajustados; línea roja: momento de ocurrencia del máximo de TSM.

Tabla 2. Resultados del ajuste del modelo de ciclo térmico anual a los datos observados. Sombreado gris=punto costero, blanco=punto oceánico.

Punto	Amplitud (°C)	Media Anual (°C)	Mínimo estimado por el modelo (°C)	Máximo estimado por el modelo (°C)	Mes de máxima TSM (t <sub>0</sub> )	R <sup>2</sup>
1	3,66	11,75	8,09	15,40	1,81	0,99
2	3,57	11,65	8,08	15,22	1,81	0,99
3	3,40	11,55	8,15	14,95	2,03	0,99
4	3,69	11,80	8,10	15,49	1,82	0,99
5	3,36	11,59	8,22	14,95	2,09	1,00
6	3,78	12,01	8,23	15,79	1,93	0,99
7	3,41	11,63	8,22	15,04	2,21	0,96
8	3,91	12,17	8,26	16,09	2,05	0,99
9	3,45	11,77	8,32	15,22	2,21	1,00
10	3,75	12,22	8,48	15,97	2,13	0,99
11	3,48	11,93	8,45	15,40	2,21	1,00
12	3,64	12,33	8,69	15,97	2,14	1,00

**Cl-a**

La distribución espacial de la concentración de Cl-a fue heterogénea en verano (enero-marzo) con concentraciones relativamente levemente mayores a lo largo de toda la extensión costera del área de estudio. En otoño las concentraciones fueron otra vez relativamente más altas en la zona costera pero de menor extensión latitudinal y longitudinal, en invierno (particularmente en el mes de agosto) la distribución espacial fue uniforme y en primavera (noviembre-diciembre) se volvieron a observar concentraciones mayores en un área costera muy localizada al norte de Cabo Dos Bahías (Fig. 4).

El ajuste de los datos de concentración de Cl-a al modelo semianual (Ec. 2) explicó más del 84% de la varianza (Tabla 3). El análisis de los ciclos de clorofila muestra que las estaciones costeras presentaron medias anuales mayores y ciclos unimodales (puntos 3, 5, 7, 9 y 11) con el valor máximo registrado en el mes de enero; mientras que las estaciones oceánicas (puntos 1, 2, 4, 6 y 8) presentaron medias anuales menores y ciclos bimodales, con los máximos registrados en los meses de otoño y primavera (Tabla 3). Las estaciones 10 y 12 también mostraron ciclos unimodales con máximos en enero, a pesar de ser consideradas oceánicas.

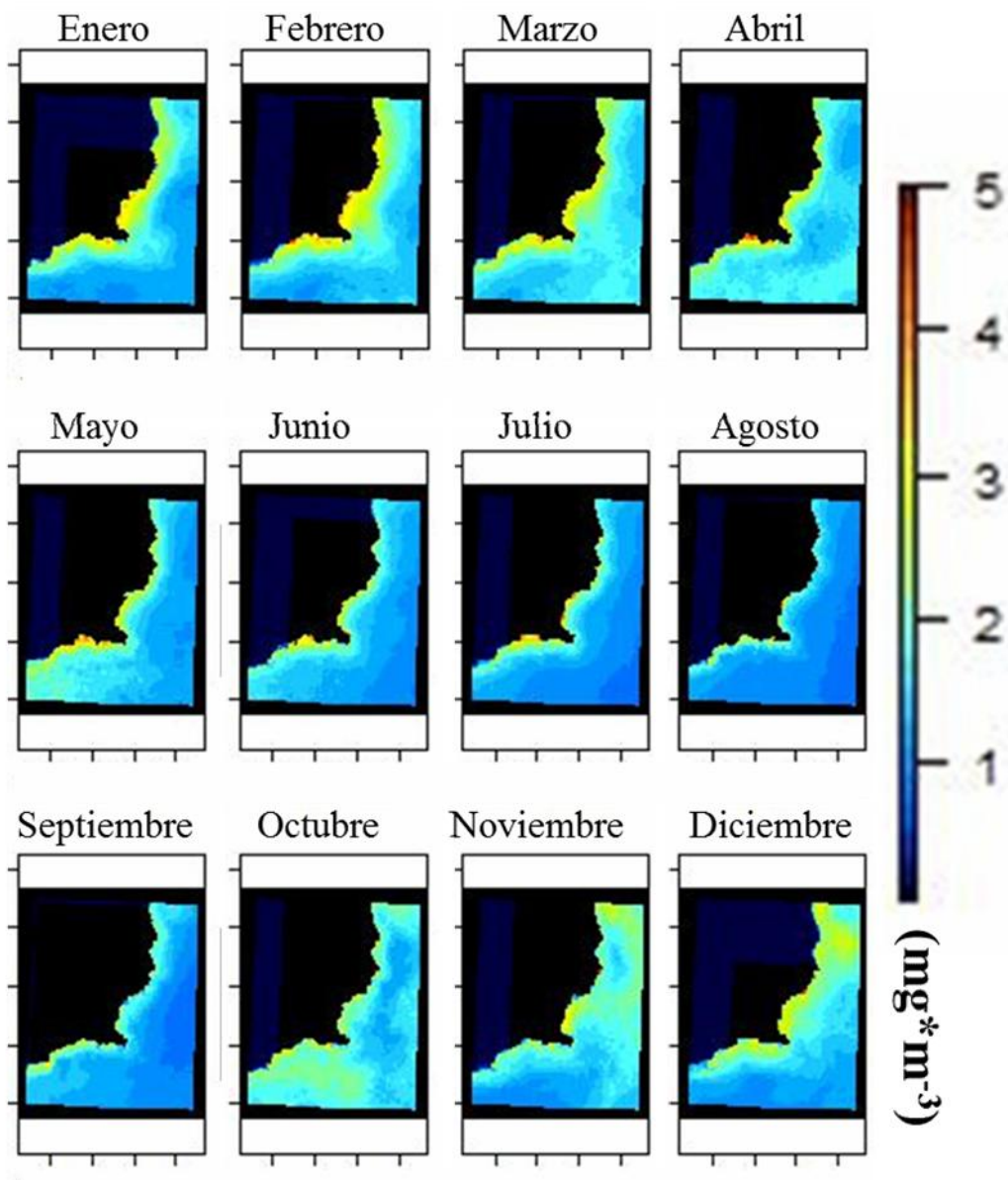


Fig. 4. Mapas mensuales climatológicos de Cl-a para el periodo 2005-2014.



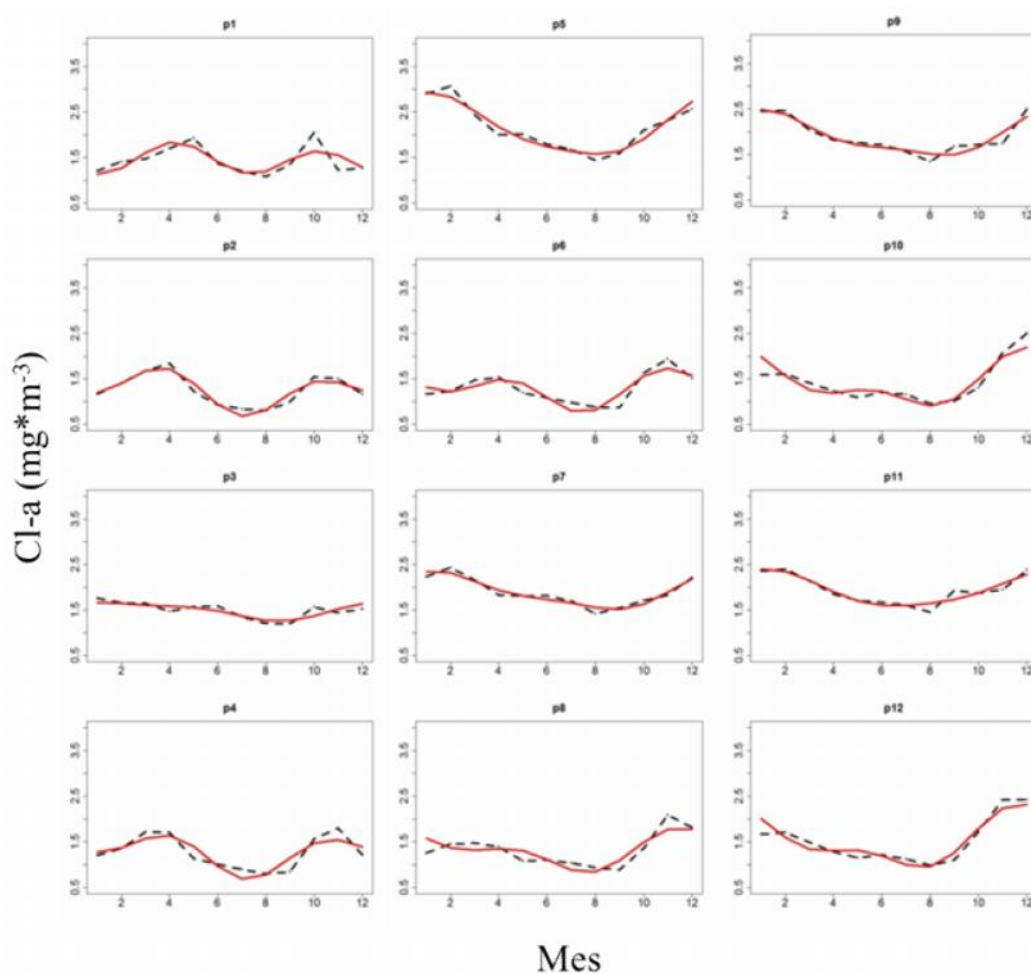


Fig. 5. Ajuste de los datos mensuales climatológicos de Cl-a al modelo semianual en diferentes puntos (ver posición en Fig. 1). Línea negra punteada: datos observados; línea roja: datos ajustados.

Tabla 3. Resultados del ajuste del modelo de ciclo semianual en los puntos elegidos. gris=punto costero, blanco=punto oceánico.

Punto	Media anual (mg/m <sup>3</sup> )	Máximo 1	Mes del máximo 1	Tipo de ciclo	Máximo 2	Mes del máximo 2	R <sup>2</sup>
1	1,73	2,36	1	bimodal	-	-	0,96
2	1,26	1,72	4	bimodal	1,44	10	0,95
3	1,50	1,67	1	unimodal	-	-	0,84
4	1,27	1,64	4	bimodal	1,54	11	0,87
5	2,16	2,93	1	unimodal	-	-	0,97
6	1,29	1,73	4	bimodal	1,48	11	0,89
7	1,89	2,35	1	unimodal	-	-	0,96
8	1,32	1,78	4	bimodal	1,35	12	0,85
9	1,90	2,49	1	unimodal	-	-	0,94
10	1,43	2,19	12	unimodal	-	-	0,92
11	1,94	2,40	1	unimodal	-	-	0,95
12	1,53	2,31	12	unimodal	-	-	0,95



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se han descrito los patrones espacio-temporales de variabilidad temperatura y concentración de clorofila en el sector norte del golfo San Jorge .

En toda la región de estudio se observó un claro ciclo anual de la temperatura con valores máximos en febrero y mínimos en agosto. En general, en las estaciones costeras la temperatura media y la amplitud térmica fueron menores que en las estaciones oceánicas. Si bien no se puede conocer mucho sobre la estructura vertical de la columna de agua a partir de los datos satelitales, Krock et al. (2015) realizaron perfiles verticales de CTD en el golfo San Jorge, y su estación cercana a nuestro punto 5 presentó un perfil de aguas mezcladas a principios del mes de abril. Si esto fuera así para todos los puntos costeros de nuestra región de estudio, se podría inferir que las temperaturas menores en esta zona se deberían a la mezcla de la columna de agua que evita el calentamiento superficial y a la vez permite el ascenso de agua de menor temperatura del fondo.

Se han observado dos patrones anuales que caracterizan el ciclo anual de la concentración de clorofila en el área de estudio. Los valores de clorofila en las estaciones costeras (puntos 3, 5, 7, 9 y 11) aumentaron en primavera y se mantuvieron altos durante el verano, lo que generó un solo máximo anual de Cl-a en esta estación, representativo de un ciclo típico de zonas frontales. Estas áreas se caracterizan por presentar mecanismos de transporte de nutrientes desde las aguas mezcladas del frente hacia la capa de mezcla de la zona estratificada adyacente al frente (Mann y Lazier, 2006). También hay que tener en cuenta que los algoritmos estándar utilizados suelen tener un mayor error en las zonas costeras, por lo que la variabilidad observada podría deberse a problemas en la estimación satelital de la Cl-a (IOCCG, 2000).

A diferencia de la región costera, en los puntos oceánicos se vio la presencia de dos máximos anuales de clorofila, uno en primavera y otro en otoño, como observaron Rivas et al. (2006) en una región cercana. Los ciclos de Cl-a para las estaciones oceánicas se correspondieron con un ciclo típico de aguas templadas (Mann y Lazier, 2006) con dos máximos anuales, uno en primavera y en otoño, y concentraciones bajas en verano e invierno cuando las concentraciones de nutrientes y la luz limitan el crecimiento del fitoplancton, respectivamente. Los ciclos de aguas templadas se caracterizan porque en verano la columna de agua se estructura en una capa de mezcla más cálida y liviana y una capa inferior más fría y pesada. La barrera física entre estas dos capas dificulta el acceso de los nutrientes concentrados en las capas inferiores y limita así el crecimiento del fitoplancton. En otoño, el enfriamiento de la capa superficial genera la ruptura de la estratificación y la consecuente mezcla de la columna de agua, lo cual posibilita que los nutrientes accedan a las capas superiores y permitan el crecimiento del fitoplancton y por lo tanto la detección satelital de un máximo de Cl-a. Durante el invierno, la capa de mezcla se profundiza ya que la mezcla por convección hunde al agua superficial más fría. La turbulencia generada llega a zonas profundas de alta concentración de nutrientes y los eleva hacia la capa superior, a la vez que arrastra a las células de fitoplancton a regiones más profundas, por debajo de la zona eufótica, donde la respiración excede la fotosíntesis. Este efecto, sumado a la disminución en las horas de luz solar, disminuye el crecimiento del fitoplancton detectándose un mínimo en la concentración de Cl-a. A fines del invierno, cuando comienza el calentamiento de la superficie, ocurre el proceso inverso: se forma la capa superior de mezcla y las células de fitoplancton quedan atrapadas por encima de la termoclina, en la zona eufótica. Como resultado, hay una explosión de la actividad fitoplanctónica, llamada

*floreCIMIENTO*. Este *floreCIMIENTO* finaliza cuando los nutrientes han sido consumidos por el fitoplancton, y el ingreso de nuevos nutrientes a la capa superficial se ve restringido por la picnoclina (Mann y Lazier, 2006).

El patrón unimodal observado en las estaciones 10 y 12 podría deberse a que estas estaciones se encuentran más próximas a la costa (isobata de 50 m) y a que estarían influenciadas por turbulencias y corrientes originadas por el accidente de Punta Tombo, como ha sido posible visualizar en trabajos previos hechos con imágenes ópticas y de radar (Gagliardini et al., 2004; Glembocki et al. 2015).

Se pretende extender el análisis realizado en este trabajo a todos los píxeles de la zona, a fin de identificar regiones donde tanto la temperatura superficial como la concentración de clorofila tengan dinámicas diferentes. Asimismo, sería fundamental completar el trabajo con mediciones de nutrientes y clorofila-a a diferentes profundidades y la obtención de perfiles de temperatura y profundidad (CTD), con el objetivo de validar las estimaciones satelitales y confirmar las causas físicas que determinan los dos patrones anuales de concentración de clorofila obtenidos a partir de las imágenes satelitales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a CONAE y a MinCyTpor la financiación de este trabajo, a través de los proyectos SAOCOM 2012 N° 14 CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) y PICT 2013-0687. Este trabajo es parte de la tesis doctoral de Nora Gabriela Glembocki.

## **BIBLIOGRAFIA**

Acha, E.M.; Mianzan, H. W.; Guerrero, R.A.; Favero, M. y Bava, J. 2004. "Marine fronts at the continental shelves of austral South America, Physical and ecological processes". *Journal of Marine Systems*. Volumen 44(1-2). Pages 83-105.

Amoroso, R.O.; Gagliardini, D.A.. 2010. "Inferring Complex Hydrographic Processes Using Remote-Sensed Images: Turbulent Fluxes in the Patagonian Gulfs and Implications for Scallop Metapopulation Dynamics". *Journal of Coastal Research*. Volumen 262.Pages 320–332. doi:10.2112/08-1095.1

Beron-Vera, F. J. y Ripa, P..2000. "Three-dimensional aspects of the seasonal heat balance in the Gulf of California". *J. Geophys. Res.*.Volumen 105.Pages 11441–11457.

Espinosa-Carreón, T. L.. 2004. "Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California". *Journal of Geophysical Research*.Volumen 109. Pages C03039. doi:10,1029/2003JC002105.

Gagliardini, D.A.; Amoroso, R.O.; O.P. Dell' Arciprete, P.; Yorio, P.; Orensanz, J.M.. 2004. "Detection of small-scale coastal oceanographic processes through LANDSAT-TM/ETM+ images: implications for the study of biological processes along the Patagonian coasts of Argentina". *International Journal of Biodiversity, Oceanology and Conservation*.Volumen 68.Pages 194-200.

Glembocki, N.G.; Pisoni, J.P.; Williams, G.N.; y Gagliardini, D.A. 2015. "Observaciones de patrones oceanográficos mediante el uso de radar en banda L en el Mar Argentino". Memoria Proyecto SAOCOM 2012 N°14. CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales).

IOCCG.2000. "Remote sensing of ocean color in coastal, and other optically complex waters." in Reports of the International Ocean-Color Coordinating Group. V. Stuart. Ed. Int. Ocean-Colour Coordinating Group: Dartmouth, NS, Canada.

Krock, B.; Borel, C.M.; Barrera, F.; Tillmann, U.; Fabro, E.; Almandoz, G.O.; Ferrario, M.; Garzón Cardona, J.E.; Koch, B.P.; Alonso, C.; Lara, R. 2015. "Analysis of the hydrographic conditions and cyst beds in the San Jorge Gulf, Argentina, that favor dinoflagellate population development including toxigenic species and their toxins". Journal of Marine Systems. Volumen 148. Pages 86–100. doi:10.1016/j.jmarsys.2015.01.006

Mann, K.H. y Lazier, J.R.N.. 2006. "Dynamics of Marine Ecosystems. Biological- Physical Interactions in the Oceans". Third Edition, Cambridge USA: Blackwell Science.

Palma, E.D.; Matano, R.P.; Piola, A.R. 2004. "A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: barotropic response to tidal and wind forcing". Journal of Geophysical Research. Volumen 109. Pages 1–17. doi:10.1029/2004JC002315.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>,

Reyes, L. M.; Crespo, E.; Szapkievich, V. 1999. "Distribution and Population Size of the Southern Sea Lion (*Otaria Flavescens*) in Central and Southern Chubut, Patagonia, Argentina". Marine Mammal Science. Vol. 15. Pages 478–493.

Rivas, A, L. 2010. "Spatial and temporal variability of satellite-derived sea surface temperature in the southwestern Atlantic Ocean". Continental Shelf Research. Volumen 30 (7). Pages 752-760.

Rivas, A.L.. 1997. "Current-meter observations in the Argentine Continental Shelf". Continental Shelf Research. Volumen 17. Pages 391–406.

Rivas, A. L.. 2010. Spatial and temporal variability of satellite-derived sea surface temperature in the southwestern Atlantic Ocean. Continental Shelf Research. Volumen 30 (7). Pages 752-760.

Yorio, P.M.; GarcíaBorboroglu, P.; Pott, J.; Moreno, J.. 2001. "Breeding biology of magellanic penguins *Spheniscus magellanicus* at golfo San Jorge , Patagonia , Argentina". Marine Ornithology. Volumen 29. Pages 75–79.