

Variabilidad de la estructura vertical del agua en un sitio de la Plataforma Continental Exterior de Argentina

Toledo Aboy A. E.^{1,2}, Pisoni J. P.^{4,5}, Romero S. I.^{1,2,3}, Charo M.²,

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), Buenos Aires, Argentina.

² Departamento de Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval (SHN), Buenos Aires, Argentina.

³ ESCM, UNDEF, Buenos Aires, Argentina.

⁴ CESIMAR-CONICET, Puerto Madryn, Argentina.

⁵ Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Puerto Madryn, Argentina.

Resumen. El presente trabajo aborda la variabilidad de la profundidad de la capa de mezcla en un sitio de la plataforma continental Argentina durante el verano austral de 1997. Se realizó el análisis de perfiles verticales CTD, series de tiempo de CTD a una profundidad determinada. Datos de temperatura del aire, flujos de calor y viento de diferentes productos se examinaron para determinar las condiciones del entorno durante el periodo estudiado. Se identificó una marcada estratificación y oscilaciones internas de alta frecuencia en la termoclina y una importante variabilidad en la profundidad de la capa de mezcla, influenciada por la interacción mar-atmósfera. Asimismo, se compararon los datos de un reanálisis del océano global, mostrando que representa los rasgos generales de la capa de mezcla, pero sobreestima la salinidad en toda la columna de agua y no reproduce correctamente la variabilidad de la termoclina durante el periodo analizado..

Palabras Claves: Capa de Mezcla, Ondas Internas, Flujos de calor.

1 Introducción

La capa superior del océano incluye tanto una capa de mezcla (CM) que está directamente influenciada por la atmósfera, como una zona altamente estratificada por debajo, conocida como termoclina, donde los gradientes verticales de temperatura, salinidad y densidad son intensos [1]. El límite inferior de la CM es conocido como la profundidad de la capa de mezcla (PCM).

Los procesos que controlan la variabilidad de la PCM, como las ondas internas (OI) y los flujos de calor entre el mar y la atmósfera, permiten la transferencia de energía y propiedades desde las capas superficiales hasta aguas profundas y viceversa, favoreciendo así la producción primaria y los intercambios de CO₂ entre el mar y la atmósfera en distintas escalas espacio-temporales [2].

El objetivo general del presente trabajo es caracterizar las condiciones físicas del océano en un sitio de la plataforma exterior argentina durante el verano austral de 1997, evaluar la existencia de ondas internas y analizar la eficacia de un reanálisis

global de alta resolución para reproducir la variabilidad observada en la columna de agua.

1.1 Datos y Metodología

Se analizaron 86 perfiles CTD cada aproximadamente 8 horas con una resolución vertical en presión de 1 decibar y 4 series de tiempo CTD a una profundidad fija durante 6, 8 y 23 hs. Se midieron sobre una plataforma petrolífera ubicada en (39°38,13' S y 56°26,96' O). Además se examinaron datos de temperatura del aire, dirección e intensidad del viento horarios de ERA5 (<https://www.ecmwf.int/>), estimaciones diarias de flujos de calor entre el mar y la atmósfera de OAFflux (<http://oafux.who.edu>) y datos de temperatura y salinidad del reanálisis GLORYS12v1 (<https://www.mercator-ocean.eu/>).

Para determinar la PCM en los perfiles CTD, se siguió el trabajo de [5], utilizando un umbral para la temperatura de 0.8°C.

Para analizar las series de tiempo CTD, se siguió el trabajo de Blackman-Tukey [6], con el fin de estimar los espectros de frecuencias y determinar la presencia de oscilaciones significativas en la termoclina. A las series de tiempo además se les aplicó un filtro pasa alto con una ventana de 30 minutos. Las celeridades de las ondas observadas se determinaron siguiendo la teoría de [7], del “Modelo de 2 capas”.

1.2 Resultados y Discusión

Se logró observar la evolución temporal de la temperatura en toda la columna de agua, y por consiguiente, de la PCM (Fig. 1). En ciertos momentos se pudo ver una aparente relación entre la variabilidad de la PCM con los cambios en la dirección e intensidad del viento y/o con los flujos de calor mar-atmósfera.

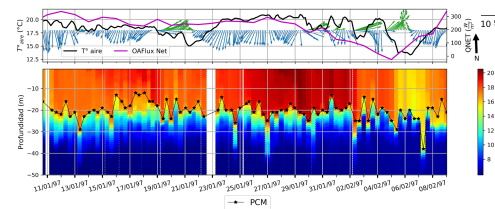


Figura 1: Estimaciones de temperatura del aire a 2 metros de la superficie (línea negra), flujos de calor neto (línea magenta) y de viento (flechas) a 10 m de la superficie cada 3 horas (panel superior). Evolución temporal de los perfiles de temperatura hasta los 50 m de profundidad (panel inferior). En línea sólida punteada negra se muestra la profundidad de la capa de mezcla (PCM).

El método de Blackman-Tukey permitió observar la ocurrencia de oscilaciones significativas de alta frecuencia en un rango de profundidades de 20 a 30 m, y con periodos cercanos a las decenas de minutos, tal como predice la teoría y con valores similares a estudios previos [8,9]. El rango de celeridades calculados se encuentra dentro de los esperados según la literatura existente en la PCA.

Al evaluar la eficacia del reanálisis GLORYS en reproducir la variabilidad diaria de la estructura vertical del mar, se observó que reproduce satisfactoriamente los rasgos generales de la CM, obteniendo una alta correlación en los primeros 18 m, aunque subestima la temperatura de toda la columna de agua.

Se analizó el diagrama TS y se observó que el reanálisis sobreestima los valores de salinidad para todas las profundidades que resuelve. En cuanto a la variabilidad diaria (no mostrada), el reanálisis no logra capturar correctamente los cambios que se producen en la termoclina.

1.2 Conclusiones y Perspectivas a futuro

El presente estudio permitió evaluar la existencia de una marcada CM para una ubicación puntual de la plataforma exterior argentina durante los meses de enero y febrero del año 1997 y describir su variabilidad en relación a forzantes externos atmosféricos y a la ocurrencia de ondas internas en la termoclina. A través de la comparación con los datos del reanálisis GLORYS, se concluye que ésta es una herramienta válida para describir las características generales de la CM, no así su variabilidad.

La perspectiva a futuro es realizar un análisis de la dinámica de la zona, utilizando datos de corrientes del reanálisis GLORYS o de altimetría para el periodo de estudio con el objetivo de analizar procesos advectivos como mecanismos forzantes que expliquen la variabilidad encontrada. Además, hacer campañas con el fin de obtener datos similares, utilizando las metodologías aplicadas, a fin de compararlas con el verano de 1997.

1.2 Bibliografía

1. Sprintall, J.: Upper ocean vertical structure. In: Encyclopedia of Ocean Sciences, vol. 6, pp. 3120-3129 (2001).
2. Costa, R.R., Mendes, C.R.B., Tavano, V.M., Dotto, T.S., Kerr, R., Monteiro, T., Odebrecht, C., Secchi, E.R.: Dynamics of an intense diatom bloom in the Northern Antarctic Peninsula, February 2016. *Limnol and Oceanography*. 65(9), 2056-2075 (2020).
3. Simionato, C., Meccia, V., Dragani, W., Nuñez, M.: Barotropic tide and baroclinic waves observations in the Río de la Plata Estuary. *J. Geophys. Res. Oceans* 110(C6) (2005)
4. Pisoni, J.P., Glembocki, N.G., Romero, S.I., Tonini, M.H.: Internal solitary waves from L-band SAR over the Argentine inner Patagonian shelf. *Remote Sens. Lett.* 11(6), 525-534 (2020).
5. Mitchell, J., Dzerdzhevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W., Lamb, H., Rao, K., Wallen, C.: Climate change, WMO technical note no. 79. World Meteorological Organization (1966).
6. Kara, A. B., Rochford, P. A., and Hurlburt, H. E. An optimal definition for ocean mixed layer depth. Tech. rep., DTIC Document, 2000.
7. Stokes, G.G.: On the theory of oscillatory waves. *Trans. Cam. Philos. Soc.* 8, 441-455 (1847).
8. Morozov, E., Paka, V.: Internal waves in a high-latitude region. *Oceanology* 50, 668-674 (2010).
9. Silvestrova, K., Myslenkov, S., Puzina, O., Mizyuk, A., Bykhalova, O.: Water Structure in the Utrish Nature Reserve (Black Sea) during 2020–2021 According to Thermistor Chain Data. *J. Mar. Sci. Eng.* 11(4), 887 (2023).