



## Monitorización de las propiedades termohalinas del flujo de agua Mediterránea a través de Gibraltar en los últimos 13 años.

Cristina Naranjo, Jesús García Lafuente, Simone Sammartino, Ricardo Sánchez Leal, Jose Carlos Sánchez Garrido

Un fondeo profundo desplegado por primera vez en Septiembre de 2004 y que ha sido mantenido regularmente hasta el día de hoy en el umbral de Espartel (Estrecho de Gibraltar, ver Figura 1) nos ha permitido analizar la variabilidad de la temperatura y la salinidad del agua Mediterránea a su paso por el Estrecho de Gibraltar, antes de incorporarse a la circulación Atlántica. Ésta serie temporal sigue a día de hoy fondeada en el mismo punto, alcanzando una longitud de 13 años. A pesar de numerosos accidentes, la serie de Temperatura y Salinidad son lo suficientemente largas para realizar estimaciones sobre tendencias en la última década.

La línea de fondeo tiene unos 20 metros de longitud y de despliega en el umbral de Espartel (360m), se compone de distintos instrumentos, entre otros un sensor de Conductividad-Temperatura (CT, Seabird SBE37-SMP) situado aproximadamente a unos 14 metros del fondo y que por lo tanto registra las propiedades termohalinas del agua Mediterránea, cuyos datos son los usados en ésta comunicación.

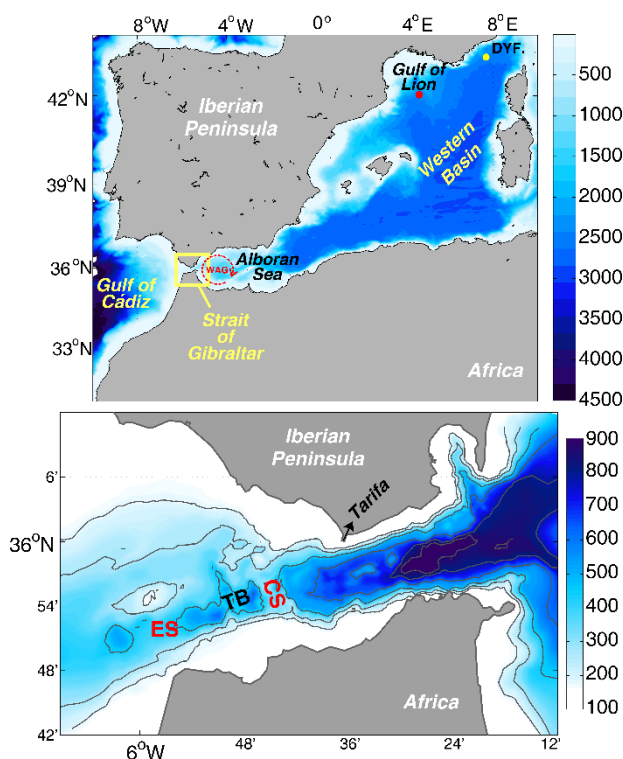


Figura 1. El panel superior muestra la localización de la cuenca Occidental del Mar Mediterráneo, el Mar de Alborán y el Golfo de Cádiz, un recuadro amarillo entre éstos dos últimos encierra el Estrecho de Gibraltar. El panel inferior muestra la batimetría detallada del Estrecho de Gibraltar, CS indica la posición del umbral de Camarinal, el umbral principal (290m) y ES el umbral de Espartel (360m), dónde se encuentra fondeada la línea de monitorización que recoge los datos usados en éste trabajo, entre ambos la cuenca de Tanger queda indicada por las siglas TB.

La serie de temperatura muestra repetidos mínimos entre el final del invierno y principios de primavera (Figura 2), éstos mínimos de temperatura potencial son la respuesta a la formación de WMDW (Western Mediterranean Deep Water) que se forma por convección profunda en el Golfo de León (Figura 1) levantando la interfase del WMDW más antigua y por lo tanto haciendo más fácil su ventilación cerca del Estrecho de Gibraltar. Por otro lado la serie muestra tendencias positivas de  $6.89 \pm 3.24 \cdot 10^{-3} \text{Cyr}^{-1}$ , en acuerdo con trabajos anteriores <sup>1-4</sup> que además parecen incrementarse a partir del año 2013. Este aumento de salinidad podría ser interpretado como una señal de la WMT (Western Mediterranean Transition) iniciada en los



inviernos de 2005, 2006 (CIESM 2009, Zunino et al., 2012) y que se caracteriza por un máximo de salinidad y densidad. Al ser más densa la WMT quedó situada en las capas más profundas y sólo tras un nuevo evento

de formación intenso como fue el de 2012-2013 podría la WMT incorporarse al flujo de salida en el estrecho, una hipótesis que ya se especuló en el trabajo de Schroeder et al., 2016.

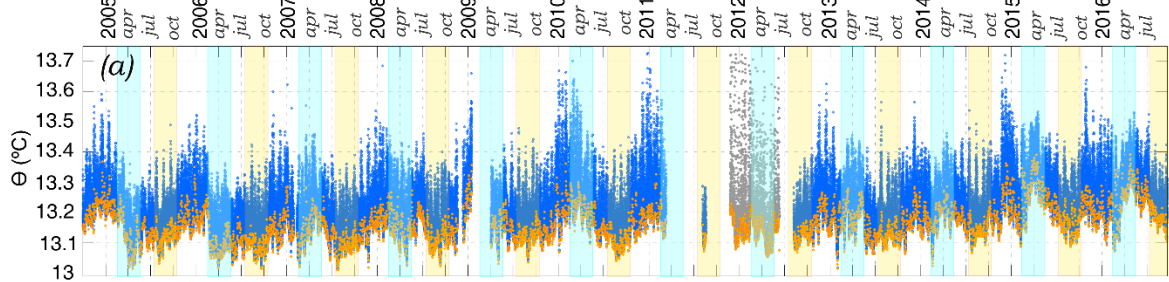


Figura 2. Temperatura potencial en la línea de fondo de Espartel (Fig.1), los puntos grises se corresponden con medidas tomadas en CS a las que se les ha aplicado una corrección que equivale aproximadamente a la modificación de las propiedades termohalinas por mezcla que sufre el agua Mediterránea en su camino desde CS hacia el punto de fondo. Los puntos naranjas muestran un submuestreo de la serie original, es una serie de mínimos creada extrayendo la mínima temperatura potencial de cada ciclo de marea. Los rectángulos sombreados en azul muestran la época en la que se esperaba que los mínimos debidos a la formación de agua profunda puedan detectarse en Espartel (entre Febrero y Mayo), mientras que las zonas sombreadas en amarillo resaltan los mínimos estivales (entre Julio y Octubre)

## Agradecimientos

C.N. agradece la ayuda postdoctoral del plan propio de la Universidad de Málaga

## Referencias

1. Vargas-Yáñez, M. et al. Extreme Western Intermediate Water formation in winter 2010. *J. Mar. Syst.* 105–108, 52–59 (2012).
2. Houpert, L. et al. Observations of open-ocean deep convection in the northwestern Mediterranean Sea: Seasonal and interannual variability of mixing and deep water masses for the 2007-2013 Period. *J. Geophys. Res. Ocean.* 121, 8139–8171 (2016).
3. Tsimplis, M. N. & Bryden, H. L. Estimation of the transports through the Strait of Gibraltar. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 47, 2219–2242 (2000).
4. Borghini, M., Bryden, H., Schroeder, K., Sparnocchia, S. & Vetrano, A. The Mediterranean is becoming saltier. *Ocean Sci.* 10, 693–700 (2014).
5. Zunino, P. et al. Effects of the Western Mediterranean Transition on the resident water masses: Pure warming, pure freshening and pure heaving. *J. Mar. Syst.* 96, 15–23 (2012).
6. Schroeder, K., Chiggiato, J., Bryden, H. L., Borghini, M. & Ben Ismail, S. Abrupt climate shift in the Western Mediterranean Sea. *Sci. Rep.* 6, 23009 (2016).