

FUENTE DE NUTRIENTES EN EL ATLÁNTICO NORTE: CONTRIBUCIÓN DIAPICNA VERSUS ISOPICNA

F. Machín¹ & J.L. Pelegrí²

fmachin@becarios.ulpgc.es

1. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Dpto. Física, Las Palmas.
2. Institut de Ciències del Mar, CMIMA-CSIC, Barcelona.

Resumen

La disponibilidad de nutrientes en los estratos de la termoclina superior (densidad potencial entre 26.5 y 27.1) del Atlántico Norte determina el desarrollo de los estratos más elementales de la cadena trófica, con el consiguiente impacto en todo el sistema. Diferentes autores han documentado diversas hipótesis en las que proponen que los nutrientes que alcanzan la termoclina superior del Atlántico Norte tienen su origen bien por advección isopícnica de aguas localizadas al sur o bien por advección diapícnica de aguas a mayor profundidad. En el presente trabajo aplicamos la metodología de modelos inversos para tratar de cuantificar la importancia relativa de ambas contribuciones. En este sentido, seleccionamos varias secciones de datos históricos de la segunda mitad del siglo XX con las que realizamos un balance de masa, sal, calor y nutrientes en sus bordes, considerando además que pueden darse procesos diapícnos en su interior. Los procesos diapícnos son parametrizados siguiendo diferentes esquemas, lo que permite hacer un análisis de la sensibilidad de la metodología inversa utilizada. Los resultados obtenidos muestran cuál esquema de advección diapícnica es el más consistente con la conservación de propiedades en el volumen cerrado, y permiten concluir sobre la importancia relativa de la advección isopícnica o diapícnica de nutrientes.

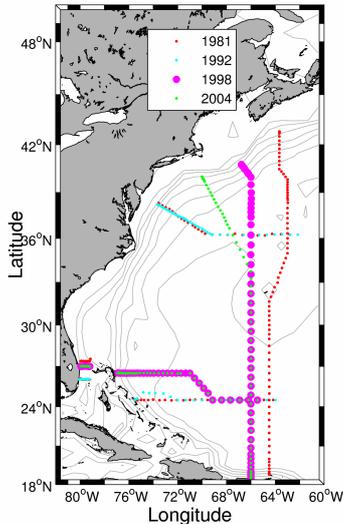


Figura 1.

Datos

Extraemos los datos históricos de diferentes bases de datos (WOD, Hydrobase y BODC), consiguiendo generar una base de datos que cubra el dominio de interés con datos hidrográficos y de nutrientes (Fig. 1). A partir de estas secciones históricas generamos secciones medias en 36°N, 66°W y 24°N (en 24°N nos quedamos con las secciones realizadas durante 1981 y 1992; en un próximo análisis se incluirán las secciones realizadas en 1998 y 2004). Estas secciones medias contienen la información más significativa, a la vez que son representaciones suavizadas de la variabilidad dominante.

Las Figs. 2 y 3 muestran secciones verticales de temperatura, salinidad y densidad neutra por un lado, y de silicatos, nitratos y fosfatos por otro. Por su interés dinámico y por sus dimensiones tan diferentes al resto de la cuenca, el Estrecho de Florida se representa aparte en ambos casos. Desde un punto de vista dinámico, la Fig. 2 anticipa que las corrientes más importantes tendrán lugar en el Estrecho de Florida, así como en 36°N, cuando la Corriente del Golfo abandona el dominio. En cuanto a los nutrientes, en esta zona tenemos una distribución de nitratos y fosfatos similar entre sí, con valores mínimos en superficie y máximos en torno a los 1000 m coincidiendo con la capa de remineralización profunda; la distribución de los silicatos es ligeramente diferente, en tanto que los valores máximos se encuentran próximos al fondo oceánico.

Modelo inverso

El modelaje inverso que se propone es de los llamados 'de caja', el cual esencialmente ajusta los transportes geostroficados en un volumen cerrado introduciendo velocidades en el nivel de referencia acordes con la conservación de propiedades. La versión empleada aquí únicamente considera conservación de masa en el volumen cerrado, introduciendo como condición adicional que el transporte en el Estrecho de Florida sea de 30 ± 1 Sv.

Para evaluar el papel de las transferencias diapícnas, introducimos en el modelo una serie de términos que tienen en cuenta la transferencia advectiva de masa entre las capas del modelo. La novedad está en que imponemos a priori tres patrones de velocidad diapícnica y vemos con cuál de ellos hay mayor coherencia en el transporte isopícnico de todo el dominio. Estos patrones son tres casos idealizados: velocidad diapícnica cero en todas las capas, positivas (indicaría advección hacia superficie) y negativa (indicaría advección hacia el fondo) (Fig. 4). En cualquier caso, el modelo inverso tiene capacidad para modificar estos patrones en su objetivo de ajustar los transportes de masa.

Los resultados de los tres modelajes aparecen representados en la Fig. 5, en términos del ajuste existente en cada una de las capas para todo el volumen. Grosso modo, se comprueba que existe un mejor ajuste de los transportes cuando el patrón escogido es el correspondiente a velocidades positivas en toda la columna de agua, mientras que el peor caso se obtiene cuando el patrón escogido fue el de velocidades negativas. El caso de velocidades iniciales nulas queda como una situación intermedia.

Finalmente, la Fig. 6 muestra la distribución del transporte de masa para el caso con velocidades diapícnas positivas. De entrada, por el Estrecho de Florida entran en la caja unos 30 Sv, a los que se suman unos 15 que lo hacen por el resto de la sección 24N. Estos 15 Sv salen por 66W, mientras que por 36N hay una salida de 40 Sv lo que se traduce en un transporte neto hacia el norte de 10 Sv en aguas de la termoclina. Las aguas intermedias no presentan una señal clara. Tanto el NADW como las aguas profundas presentan un patrón similar, con entrada de aguas a través de las secciones 36N y 66N y salida a través de la 24N, una distribución de transportes coherente con la DWBC.

Conclusiones

Hemos explorado la capacidad del modelaje inverso como metodología para evaluar la importancia relativa de los términos diapícnos en la dinámica para un dominio significativo como el de la Corriente del Golfo. Introducir varios patrones a priori de velocidad diapícnica parece funcionar según lo esperado, indicando que el transporte de masa presenta mayor coherencia cuando las velocidades diapícnas se dirigen hacia superficie.

Trabajo Futuro

Los siguientes pasos tienen que ver con el impacto que tiene este campo de velocidades en la redistribución de nutrientes en el dominio. Asimismo, se pueden considerar las secciones de 1998 y 2004, además de meter los nutrientes como condicionantes en el modelo inverso.

Referencias

- Ganachaud, A., 2003. Large-scale mass transports, water mass formation and diffusivities estimated from World Ocean Circulation Experiment (WOCE) hydrographic data. *J. Geophys. Res.*, 108, C7.
- Palter, J.B., M.S. Lozier & R. T. Barber, 2005. The effect of advection on the nutrient reservoir in the North Atlantic subtropical gyre. *Nature*, 435, 687-692.
- Pelegrí, J.L. & G.T. Csanady, 1991. Nutrient transport and mixing in the Gulf Stream. *J. Geophys. Res.*, 96, C2, 2577-2583.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos PROMECA (CTM2008-04057/MAR) y Campaña Oceanográfica PROMECA-2010 (CTM2009-06993-E/MAR).

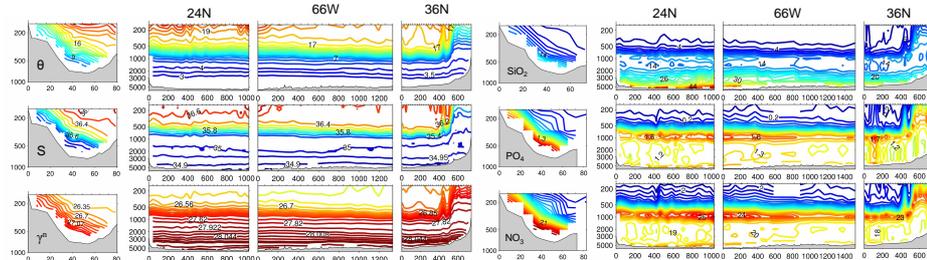


Figura 2.

Figura 3.

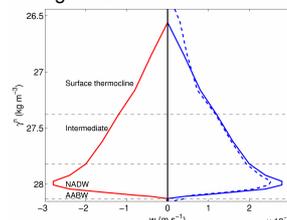


Figura 4.

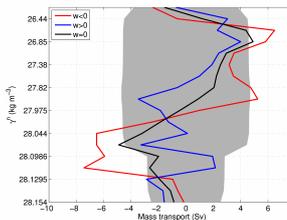


Figura 5.

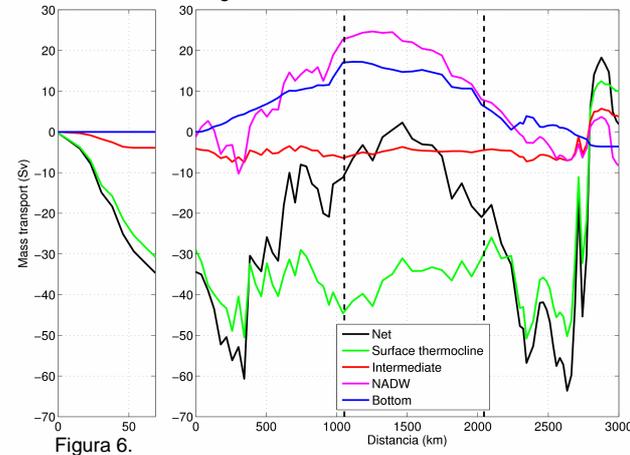


Figura 6.