

Teorías lineales de circulación forzada por el viento

Modelos de Stommel y Munk

En esta práctica utilizaremos el modelo QG barotrop para estudiar el comportamiento del modelo de Stommel y Munk y evaluar sus diferencias y similitudes. Consideraremos una cuenca de extensión zonal $L_x = 4000$ km y meridional $L_y = 2000$ km y modificaremos los valores de los coeficientes de fricción de fondo y laterales.

Trabajaremos con los archivos de configuración

“QG param S1.dat“

“QG param S2.dat“

“QG param M1.dat“

“QG param M2.dat“

para obtener dos simulaciones correspondientes al modelo de Stommel y otras dos al modelo de Munk. Una vez que se obtienen las salidas del modelo, realizar los siguientes puntos:

1. Explicar para cada caso el proceso de spin-up del modelo, es decir, la estabilización numérica. Para ello, graficar la evolución de la energía cinética total. Calcule para cada simulación el número de iteraciones necesario para alcanzar el estado estacionario. Utilice el siguiente criterio:

Busque el mínimo paso temporal k tal que se cumpla:

$$|E_{\text{cinetica}}(i)| < 1 \quad \forall i > k,$$

$$E_{\text{cinetica}}(i) = \left(\frac{E_{\text{cinetica}}(\text{nend}) - E_{\text{cinetica}}(i)}{E_{\text{cinetica}}(\text{nend})} \right) * 100$$

2. Calcular y graficar el campo de función corriente (ψ) en $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$, el transporte meridional (M_y) en Sv ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$) y la vorticidad relativa (ζ) en s^{-1} . Describa las diferencias entre cada simulación y compare (cualitativamente) los campos de función corriente y de vorticidad del modelo de Munk y de Stommel. ¿Qué rasgo aparece en el modelo de Munk ausente en el modelo de Stommel?
3. Graficar un corte zonal del transporte meridional a la latitud central de la cuenca (M_y [Sv] versus distancia [km]). Usar una misma figura para todas las simulaciones. Repetir el gráfico para la vorticidad relativa (ζ [s^{-1}] versus distancia [km])
4. Estimar para cada simulación el transporte meridional de la corriente de borde oeste (en Sv), el transporte meridional total (en Sv) y la extensión zonal de la corriente de borde oeste (en km). Realizar todos los cálculos a la latitud central de la cuenca. Analizar la variación del transporte de la corriente de borde oeste y el ancho de la misma en función del coeficiente de fricción de fondo.
5. Al alcanzar el estado estacionario, las ecuaciones del modelo de Stommel y Munk se reducen a:

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} - \nabla \times \tau' + E_f \zeta' = 0$$

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} - \nabla \times \tau' - A_h \nabla^2 \zeta' = 0$$

Estime para S1 y M1 todos los términos de la ecuación. Grafique un corte zonal a la latitud central de la cuenca de cada uno de los términos (en un mismo gráfico). Explique

el significado físico de cada uno de los términos. ¿Qué términos predominan en la corriente de borde oeste? ¿Qué términos predominan en el interior de la cuenca? ¿Cómo se denomina este último balance?

6. Analice el balance de vorticidad en toda la cuenca siguiendo el recorrido de una parcela de agua a lo largo de una línea de corriente cerrada.