

Introducción a la dinámica del océano

Práctica 6: Geostrofia y viento térmico

Fecha de entrega: _____

1. Se ha utilizado la aproximación de flujo geostrofico para estimar la velocidad de la Corriente del Golfo.

a. Demuestre que esto tiene justificación para la componente a través de la corriente estimando la magnitud de los términos de la componente zonal de la ecuación de movimiento:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + f_* w - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu_{ex} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \nu_{ey} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \nu_{ez} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

donde el eje x es a través de la corriente y el eje y a lo largo de la misma. Suponga flujo estacionario y balance hidrostático. Escalas típicas de distancia y velocidad para la Corriente del Golfo son: ancho, $L_x=100$ km; longitud, $L_y=100$ km; velocidad a través de la corriente $U=0.1$ m/s; profundidad $H=1$ km; velocidad a lo largo de la corriente, $V=1$ m/s (valores máximos de hasta 3 m/s). Tome los valores máximos para las viscosidades turbulentas $\nu_{ex}=\nu_{ey}=10^5$ m²/s y $\nu_{ez}=0.1$ m²/s.

b. Muestre que la aproximación de flujo geostrofico no es válida para la componente meridional de la ecuación de movimiento, lo que significa que estas ecuaciones no pueden utilizarse para obtener una solución para la Corriente del Golfo.

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu_{ex} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \nu_{ey} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \nu_{ez} \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

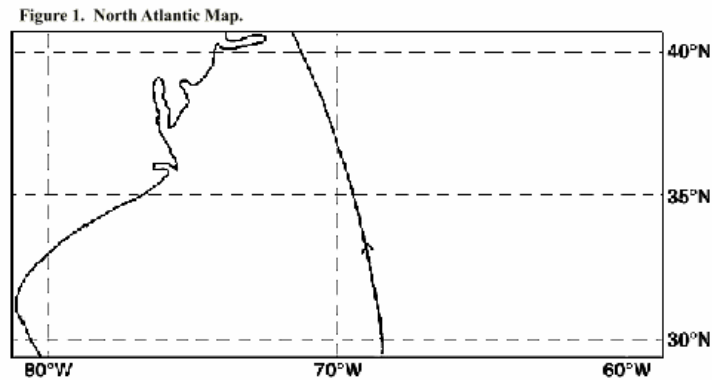
c. Además de hacer una estimación de los términos individuales de la ecuación de movimiento, calcule los números de Rossby y Ekman.

d. Estime la magnitud de la velocidad vertical asociada a la Corriente del Golfo.

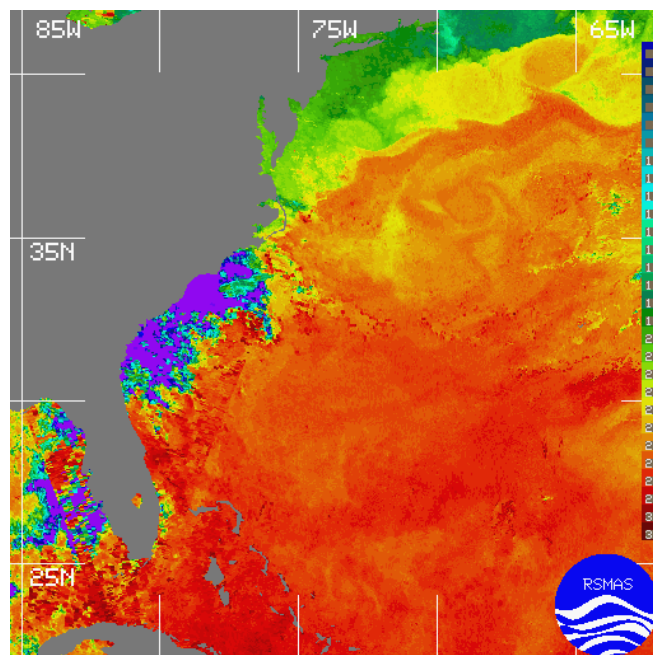
2. Suponiendo un flujo zonal y que el gradiente de presión y el de densidad son iguales en la Plataforma Continental Argentina y la del Brasil, ¿en cuál de estos dos lugares habrá mayor corriente geostrofica?

3. Considere una sección transversal del Pasaje de Drake cuyo ancho es de 750 Km y donde la velocidad media de la corriente es de 0.1 m s^{-1} hacia el Este. Suponiendo que la corriente está en balance geostrófico, calcule la diferencia del nivel del mar entre ambos lados del pasaje. ¿De qué lado es mayor? Usar $f = -10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

4. El mapa a continuación muestra parte de la órbita del satélite que porta el altímetro TOPEX/Poseidon a través del Atlántico Norte.



La parte de la órbita de interés en este ejercicio es entre 38° N y 40° N , que es, aproximadamente, donde la Corriente del Golfo atraviesa la línea definida por la órbita del satélite. Esto puede observarse gracias al gradiente térmico en la imagen satelital de temperatura superficial del mar (SST) a continuación.



La Tabla a continuación proporciona las anomalías de la elevación de la superficie del mar, respecto de un nivel medio de reposo (geoide), en los diferentes puntos de la órbita en los que el satélite realizó una medición.

Table 1. Sea Surface Height Differences

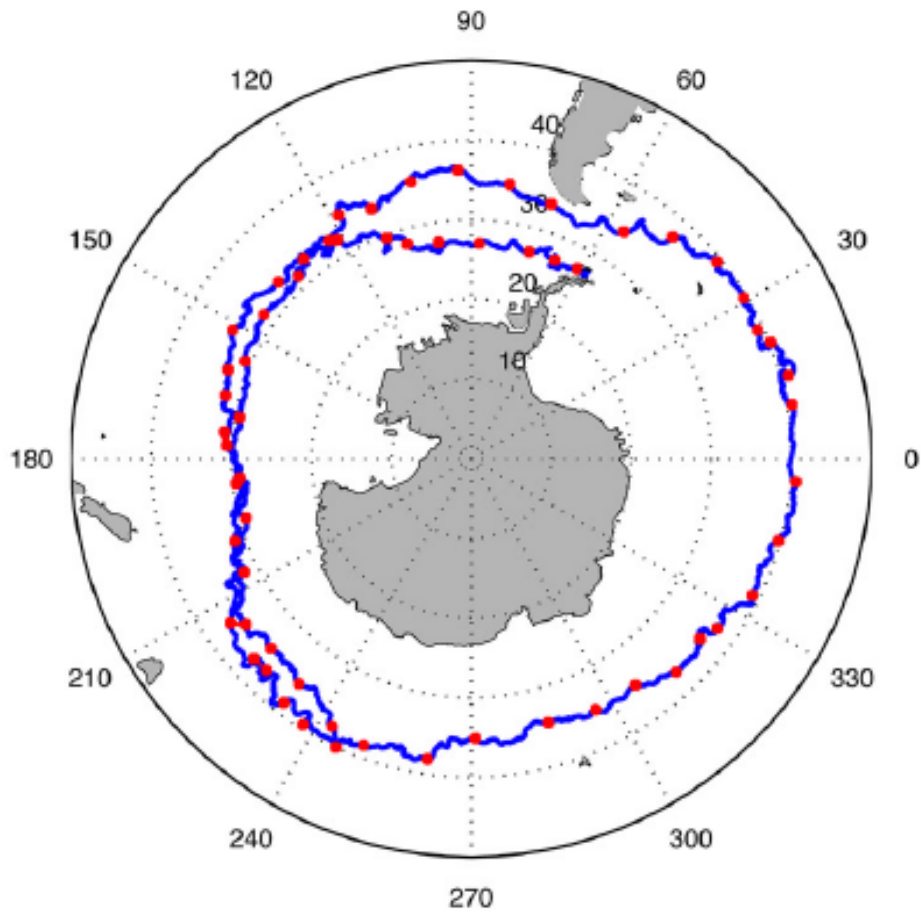
Latitude (∞ N)	38.6	38.8	39.0	39.2	39.4
Height (m)	+0.15	+0.11	+0.10	-0.09	-0.46

- a. Grafique la anomalía de la elevación de la superficie del mar como función de la latitud en una sección a lo largo de la órbita del satélite.
 - b. Determine la dirección y magnitud de la corriente geostrofica normal a la sección que equilibra el gradiente de presión observado. Compare sus resultados con los valores normalmente reportados de corrientes observadas en la región.
5. Se lleva a cabo un experimento de laboratorio en un tanque cilíndrico de 20 cm de diámetro lleno con agua homogénea que rota a 30 rpm. El espesor del fluido en el centro del tanque es de 15 cm. Un mecanismo de fuente/sumidero genera un flujo estacionario con velocidades máximas de 1 cm/s. La viscosidad del agua es 10^{-6} m²/s. Verifique que este flujo verifica las condiciones de geostrofia.
6. Para un flujo oceánico geostrofico y barotrópico (densidad homogénea), considerar una elevación de la superficie libre del mar de la forma:

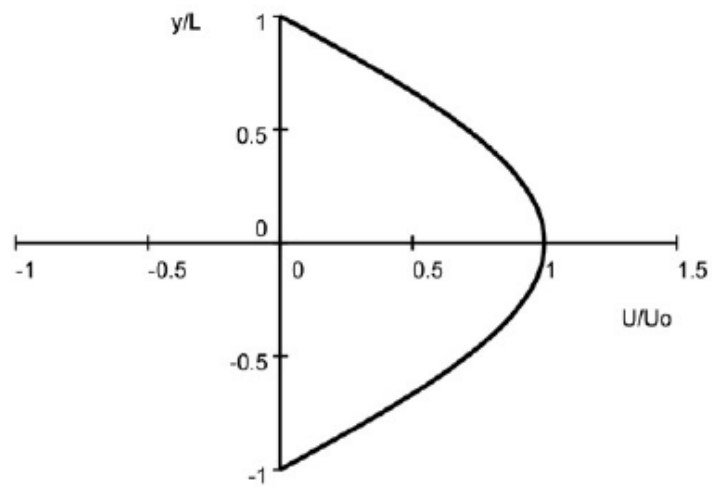
$$\eta = A(x^2 + y^2)$$

donde A es una constante.

- a. Encontrar las velocidades horizontales $u(x,y,z)$ y $v(x,y,z)$.
 - b. Esquematizar las líneas de corriente.
7. La figura a continuación muestra la trayectoria de una boya derivante en superficie que dio una vuelta y media alrededor de la Antártida entre marzo de 1995 y marzo de 2000. Los puntos marcan la posición de la boya cada 30 días a medida que esta deriva en la Corriente Circumpolar Antártica (CCA).



- Calcule la velocidad media en superficie de la CCA en ese período de 5 años.
- Suponiendo que la corriente media zonal en el fondo de la CCA es cero, utilice la relación de viento térmico para calcular el promedio vertical del gradiente meridional de temperatura a través de la CCA (desprecie los efectos de la salinidad en la densidad).



- c. Si en la ACC la corriente se incrementa linealmente desde cero en el fondo hasta un máximo dado por la velocidad medida por la boya derivante y en la superficie su perfil horizontal tiene la forma de la figura anterior, estime el transporte de la CCA a través del Pasaje de Drake (sugerencia: modele la forma horizontal de la velocidad con una función coseno). Datos: considere una profundidad constante de 4 km.
- d. El transporte observado a través del pasaje de Drake es de 130 Sv. ¿Es su estimación consistente con este valor? Justifique.