

Práctico 3: Circulación General de la Atmósfera

El Sistema Climático 2023 - PEDECIBA Geociencias

Nota: los ejercicios marcados con **(E)** deben ser entregados antes del 7 de Junio.

Vientos geostrófico y térmico. Teorema del espesor

Ejercicio 1 *El promedio vertical de la temperatura de la atmósfera por debajo de la superficie de 200mb es de 265K en el Ecuador, y 235K en el Polo correspondiente al hemisferio de invierno.*

- Calcule la altura a la que se encuentra el nivel de 200mb para el Ecuador y para el Polo (asuma que la presión en superficie es de 1000mb en todos lados).*
- Asumiendo que la superficie de presión constante de 200mb es paralela a la superficie terrestre en todos los puntos excepto entre los 30° y 60° de latitud, use la relación del viento geostrófico dada por $u_g = -\frac{g}{f} \frac{\partial Z}{\partial y}$ para calcular el viento medio en 45° en el hemisferio de invierno. En la ecuación, Z es la altura de geopotencial de la superficie de presión, y $dy = a d\varphi$ es un incremento de la posición meridional, con a el radio de la Tierra y $d\varphi$ un incremento en la latitud.*

Ejercicio 2 *Considere un sistema de presión en superficie ($z = 0$) definido por la siguiente expresión,*

$$p(x, y, z = 0) = 1034hPa - \delta P \left(\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} \right),$$

donde $\delta P = 5hPa$.

- Basado en la ecuación anterior, ¿qué puede decir del sistema de presión?; ¿se trata de un centro de alta o baja presión?.*
- Realice un bosquejo de las curvas de nivel de $p(x, y, z = 0)$.*
- Teniendo en cuenta el sistema de presión anterior, calcule la expresión analítica correspondiente a las componentes meridional (v_g) y zonal (u_g) del viento geostrófico.*

- d) Represente gráficamente el viento geostrófico junto con las curvas de nivel del apartado b). Asuma para ello que el sistema se encuentra en el hemisferio sur. Justifique su respuesta.
- e) ¿Qué pasaría con el viento geostrófico si la velocidad de la Tierra se duplicara? Justifique su respuesta.
- f) ¿Qué pasaría con el módulo del viento geostrófico $|\vec{v}_g| = \sqrt{u_g^2 + v_g^2}$ si el sistema de presión se desplazara hacia el sur? (en lugar de ubicarse – por ejemplo – en $30^\circ S$, se ubicara en $45^\circ S$); ¿aumentaría o disminuiría su intensidad? Justifique su respuesta.

Ejercicio 3 Considere una estación ubicada a una latitud de $43^\circ N$ donde se observa que el viento geostrófico presenta las intensidades y direcciones mostradas en la siguiente tabla. Calcular el valor absoluto de los gradientes horizontales de temperatura en las capas $900 - 700 hPa$ y $700 - 500 hPa$.

Presión (hPa)	Intensidad (m/s)	Dirección
900	10	Norte
700	10	Este
500	10	Norte

Ejercicio 4 (E) Considere una estación ubicada a una latitud de $40^\circ S$.

- a) Calcule el promedio vertical de la temperatura de la atmósfera por debajo de la superficie de $700 hPa$, ubicada a $3000 m$ de altura. Considere que la presión en superficie es de $1000 hPa$.
- b) Calcule la velocidad geostrófica en superficie si a los $3000 m$ de altura ($700 hPa$) el viento geostrófico en la dirección zonal presenta una intensidad de $42 m/s$. Considere que la temperatura promedio de la capa disminuye $1^\circ C$ cada $1000 m$ en dirección Sur.

Datos útiles: $R = 287 J kg^{-1} K^{-1}$

Ejercicio 5 Las temperaturas de la siguiente tabla fueron observadas para las latitudes $50^\circ N$ y $40^\circ N$ y longitud $0^\circ E$. Dado que el viento zonal en $(45^\circ N, 0^\circ E)$ a una presión de $10 hPa$ es de $25 m/s$, estimar el viento zonal en $(45^\circ N, 0^\circ E)$ a una presión de $1 hPa$.

Presión (hPa)	10	1
Temperatura en 50°N (K)	217	252
Temperatura en 40°N (K)	224	261

Ayuda: considere la relación del viento térmico $\frac{\partial u}{\partial \log(p)} = \frac{R}{f} \frac{\partial T}{\partial y}$, e intégrala usando la aproximación,

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{1}{2} (f(b) + f(a)) (b - a).$$

Ejercicio 6 ¿Cuál es el gradiente meridional requerido para mantener la componente zonal del viento geostrófico con una intensidad de 10m/s a una latitud de 45°S?. Considere que la densidad del aire es 1kg/m³.

Ejercicio 7 (E) Considere un sistema de baja presión centrado en 45°S dado por,

$$p = 1000hPa - \delta P \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right),$$

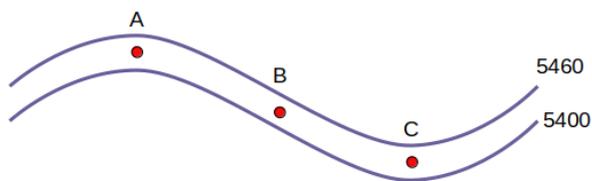
donde r es la distancia radial medida desde el centro del sistema, y R es una escala espacial que caracteriza al sistema.

- Determine la estructura del viento geostrófico alrededor de este sistema.
- Encuentre el radio en el cuál el viento geostrófico es máximo si $\delta P = 20hPa$ y $R = 500km$. Asuma que f es constante a una latitud de 45°S.

Ejercicio 8 (E) Supongamos que en una estación, ubicada aproximadamente a 35°S de latitud, la temperatura media entre los niveles de 750hPa y 500hPa, decrece hacia el este a razón de 3°C cada 100km. Si el viento geostrófico en el nivel de 750hPa se mueve desde el sudeste a 20m/s, ¿cuál será la intensidad del viento geostrófico y su dirección en el nivel de 500hPa?.

Ejercicio 9 Supongamos que en una cierta estación, el viento medido es geostrófico. Se sabe que en la región la presión disminuye hacia el noreste y la temperatura aumenta hacia el oeste. Si localmente la temperatura medida en la estación disminuye con el tiempo, ¿en qué hemisferio está ubicada?.

Ejercicio 10 La siguiente figura muestra dos líneas de altura constante (isohipsas) correspondientes al nivel de 500hPa en el hemisferio sur. Las isohipsas tienen una separación de 150km, y sus valores están dados en metros.



- a) Supongamos que en el punto B el viento es geostrófico. Calcule la intensidad del viento en B, y determine su dirección. Suponga un valor de $f = 10^{-4} s^{-1}$.
- b) En los puntos A y C, las fuerzas gradiente de presión y Coriolis están desbalanceadas. Este desbalance determina la existencia de una fuerza centrípeta que hace que la parcela siga localmente una trayectoria circular. Analice para los puntos A y C, si la intensidad del viento es mayor o menor a la calculada mediante balance geostrófico.