

DINÁMICA FLUIDOS GEOFÍSICOS

TAREA 3

Octubre, 2023

Objetivos:

1.- Conocer y familiarizarse con la nueva ecuación de estado del agua de mar y con las herramientas (subrutinas y/o funciones) desarrolladas para su uso en oceanografía.

2.- Introducción al cálculo de velocidad geostrofica en el océano.

En los archivos adjuntos (.txt) se encuentra información de obtenida de una sonda llamada CTD e incluye Presión en decibar (DBAR), temperatura (en la escala ITS-90*) y salinidad (en unidades de salinidad práctica: PSU** PSS-78) obtenida en dos estaciones oceanográficas realizadas frente a Chile (aproximadamente 32°30'S).

Parte A: Introducción a la nueva ecuación termodinámica para el agua de mar

Descargue e instale el paquete Gibbs Sea Water (GSW) Oceanographic Toolbox para Matlab usando el siguiente link: <http://www.teos-10.org/software.htm>

El siguiente es un link importante con la descripción de las funciones de GSW:

http://www.teos-10.org/pubs/gsw/html/gsw_contents.html

A1) Calcule la salinidad absoluta a partir de la salinidad practica dada en los archivos indicados anteriormente. Use la función: `gsw_SA_from_SP`

Explique y comente el significado (definición) de salinidad práctica y la nueva medida de salinidad absoluta (use la documentación dada en http://www.teos-10.org/pubs/Getting_Started.pdf, para informarse y fundamentar sus comentarios).

A2) Calcule la temperatura conservativa (Θ) a partir de θ (temperatura potencial). Use la función: `gsw_CT_from_pt`. Explique qué representa la temperatura conservativa (Θ). Use el documento del siguiente link: http://www.teos-10.org/pubs/gsw/pdf/CT_from_pt.pdf, más otros que considere útiles (incluya las referencias correspondientes).

Grafique los perfiles de temperatura conservativa (versus presión) y salinidad absoluta (versus presión) de las dos estaciones. Grafique la temperatura de las dos estaciones en un mismo gráfico para compararlas, e igualmente para la salinidad.

Analice los perfiles: Indique si se observa una capa de mezcla, entre que profundidades se encuentra la termoclina y la halocina, comente las diferencias entre sus profundidades, Cual es la variación típica de la temperatura y de la salinidad en la termoclina y en la halocina respectivamente, etc.

A3) Use la función `gsw_SA_CT_plot` para graficar la salinidad absoluta versus la temperatura conservativa. Incluya en el gráfico las isopícnas correspondientes para una adecuada visualización.

Ejemplo: `gsw_SA_CT_plot(SA010, CT010, 0, (25.5:0.5:27))`

Donde SA010 y CT010 son la salinidad absoluta y la temperatura conservativa de la estación 010, respectivamente, 0 es la presión de referencia y el último vector contiene las isopícnas a incluir en el gráfico (elijan ustedes un rango de isopícnas adecuadas para que el diagrama se visualice adecuadamente).

¿Cuál de las estaciones contiene una mayor proporción de Agua Ecuatorial Subsuperficial? ¿Cuál es la densidad potencial que caracteriza esta masa de agua en la región? (consulte con el ayudante por referencias para orientar su respuesta).

6A) Usando la nueva ecuación de estado, calcule la densidad potencial en cada estación usando como presión de referencia la superficie (presión cero). Grafique los perfiles (figuras densidad potencial versus presión para ambas estaciones).

Integre numéricamente (usando trapz.m) la densidad de cada estación entre la superficie y los 1000 db (note que el intervalo de la presión en los datos es de 2 db)

¿Dada la diferencia de densidades que existe entre las estaciones en qué estación esperaríamos que la columna de agua fuese más alta para generar los 1000 db?

Considere que la isobara de 1000 db está perfectamente horizontal (es decir que el gradiente de presión horizontal es cero en 1000 db) ¿en qué estación el nivel del mar debería estar más elevado para que la isobara de 1000 db sea completamente horizontal?

* ITS-90 indica: International Temperature Scale de año 1990

** PSU (o psu). Practical Salinity Units. Es la escala de salinidad que se usa para medir la salinidad del agua de mar en la práctica y se basa en mediciones de conductividad. No tiene unidades porque corresponde a la razón entre la conductividad medida y la conductividad de una solución patrón llamada **agua de mar estándar**.

DINÁMICA FLUIDOS GEOFÍSICOS

TAREA 3

Octubre, 2023

PRTE B: Cálculo de velocidad geostrófica

1B.- Obtenga la *anomalía del volumen específico* (δ) en cada estación

Usando la función: `gsw_specvol_anom_standard(SA,CT, p)` donde SA, CT y p son salinidad absoluta, temperatura conservativa y presión (en decibares “db”) respectivamente.

Note que las anomalías del volumen específico (δ) se obtienen substrayendo del volumen específico ($\alpha = 1/\rho$, donde ρ es densidad), el volumen específico correspondiente a un agua de mar que tiene una salinidad de 35 psu, 0°C, a una presión p dada (volumen específico $\alpha_{35,0,p}$).

La función `gsw_specvol_anom_standard` usa una salinidad absoluta llamada SS0 y que corresponde a la Salinidad Absoluta de 35 psu.

$$\delta = \alpha - \alpha_{35,0,p} \quad \text{anomalía del volumen específico}$$

2B.- Construya una tabla similar a la tabla dada en el libro de Pond & Pickard (1982; ver tabla más abajo), usando los valores de las estaciones oceanográficas dadas. Incluya una columna para la presión y otra para profundidad. Use las profundidades estándares en oceanografía para construir la tabla (ver por ejemplo <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA01/cdwoa01.html>). Use la subrutina (o función) adecuada para calcular la profundidad (en m) a partir de la presión (en db). El valor de σ_t corresponde a la densidad in situ - 1000 (use `gsw_rho` con los argumentos correspondientes para obtener esta densidad).

Obtenga δ directamente, como se indicó en el punto anterior (no incluya en su tabla los valores de la anomalía termoestérica ($\Delta_{S,T}$) ni los deltas: $\delta_{T,P}$ $\delta_{S,P}$ que aparecen en la Table del Libro Pond & Pickard). Note que δ_{barra} es un valor promedio entre las dos profundidades (o presiones) y Δp es la diferencia de presiones.

3B.- Integre **numéricamente** las anomalías del volumen específico entre los distintos pares de isóbaras (entre 1500 db y cada nivel de presión hasta la superficie) para obtener la anomalía geopotencial (puede usar los valores de la tabla directamente sumando la penúltima columna, como en la tabla del ejemplo. Se debe tener cuidado en la integración si las presiones no están equi-espaciadas). Si es necesario *extrapole* linealmente los valores hasta $p = 0$.

$$\Delta\phi = \int_{p_1}^{p_2} \delta dp$$

(Observación: Los valores de $\Delta\Phi$ para la superficie del mar –obtenidas integrando desde alguna presión, usualmente mayor que 1000 db hasta la superficie– se conoce como topografía dinámica).

Indique en cuál de las dos estaciones la altura dinámica (respecto de 1500 db) es mayor. Dada esta diferencia de alturas (y suponiendo que la isobara a 1500 db es horizontal), ¿en qué dirección debería ser la velocidad geostrófica superficial (hacia el norte o hacia el sur)?

4B.- Dadas las posiciones geográficas calcule la distancia entre las estaciones. Indique y explique el método que utilizó para calcular distancia entre dos puntos sobre la Tierra. Note que el paquete The Gibbs SeaWater (GSW) Oceanographic Toolbox tiene una opción.

5B.- Obtenga la variación de la velocidad geostrófica entre dos niveles de presión p_1 y p_2 mediante la relación

$$V_1 - V_2 = \frac{1}{Lf} [\Delta\phi_B - \Delta\phi_A]$$

Donde los subíndices A y B denotan las dos estaciones separadas una distancia L y f es el parámetro de Coriolis evaluado a una latitud promedio entre ambas estaciones. Suponiendo que la velocidad en 1500 db es cero, obtenga la velocidad V en los distintos niveles e incluya estos valores en una Tabla.

6B.- Grafique la velocidad geostrófica entre las estaciones A y B versus presión. INTERPRETE Y COMENTE EL GRÁFICO.

TABLE 8.1.(a) Oceanographic data, etc., and calculation of geopotential anomalies ($\Delta\Phi$) for station A
(using tables in *Processing Oceanographic Data*, Lafond, 1951)

Station A 41°55'N, 50°09'W				Units of $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$				Units of $\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ Pa} = \text{m}^2 \text{ s}^{-2}$		
Depth (m)	T°C	S	σ_t	$\Delta_{s,t}$	$\delta_{s,p}$	$\delta_{t,p}$	δ	$\bar{\delta}$	$\bar{\delta} \times \Delta p$	$\Sigma(\bar{\delta} \times \Delta p) = \Delta\Phi_A$
0	5.99	33.71	26.56	148	0	0	148			6.638
								146	0.365	
25	6.00	33.78	26.61	144	0	0	144			6.273
								135	0.338	
50	10.30	34.86	26.81	125	0	1	126			5.935
								126	0.315	
75	10.30	34.88	26.83	123	0	2	125			5.620
								122	0.305	
100	10.10	34.92	26.89	117	0	2	119			5.315
								112	0.560	
150	10.25	35.17	27.06	101	0	3	104			4.755
								99	0.455	
200	8.85	35.03	27.19	89	0	4	93			4.300
								83	0.830	
*300	6.85	34.93	27.41	68	0	5	73			3.470
								65	0.650	
400	5.55	34.93	27.58	52	0	5	57			2.820
								52	1.040	
600	4.55	34.95	27.71	39	0	7	46			1.780
								45	0.900	
800	4.25	34.95	27.74	37	0	8	45			0.880
								44	0.880	
1000	3.90	34.95	27.78	33	0	10	43			0