

# Modelación Aplicada del Océano

## Curso Básico - CROCO

Andrés Sepúlveda

Departamento de Geofísica  
Universidad de Concepción

18 Enero 2021

- Hoy: **Características del modelo CROCO**

# ¿Qué es el modelo CROCO?

## Definición

- Shchepetkin & McWilliams (2005)

"Realistic oceanic circulation models are usually based on Boussinesq, hydrostatic momentum and mass balances, material tracer conservation, seawater's equation of state, and parameterized subgrid-scale transports. Their time integration is made with a decomposition of the 3D fields into barotropic (depth-averaged) and baroclinic (the residual) parts to facilitate the calculation of the pressure-gradient force..."

# ¿Qué es el modelo CROCO?

## Ecuaciones Primitivas

- Conservación de Momentum (U y V)
- Aproximación Hidrostática.
- Ecuación de Continuidad.
- Ecuaciones de Conservación de Trazadores (T y S)
- Ecuación de Estado.

# ¿Qué es el modelo CROCO?

## Condiciones Iniciales y de Borde

- Condiciones Iniciales (  $t = 0$  )
- Condiciones de Borde de Superficie (  $z = \eta$  )
  - ▶ Cinemáticas
  - ▶ Esfuerzo del Viento
  - ▶ Flujos de Calor
  - ▶ Flujos de Sal (E-P)
- Condiciones de Borde de Fondo (  $z = -H$  )
  - ▶ Cinemáticas
  - ▶ Fricción de Fondo
  - ▶ Flujos en el Fondo (T,S = 0)
- Condiciones de Borde - Laterales
  - ▶ Cinemáticas, *slip* - *no slip*
    - ★ *slip* - sin fricción
    - ★ *no slip* - con fricción
  - ▶ Flujos (T,S = 0)

# CROCO

## VARIABLES Y PARÁMETROS

- Incógnitas
  - ▶ Variables de Prognóstico:  $U, V, T, S, \eta$ , + términos de turbulencia
  - ▶ Variables Diagnosticadas:  $w, P, \rho$ , etc.
- Parámetros:  $K_{mv}, K_{mh}, K_{Tv}, K_{Th}, K_{Sv}, K_{Sh}$

# CROCO

## Coordenada Horizontal

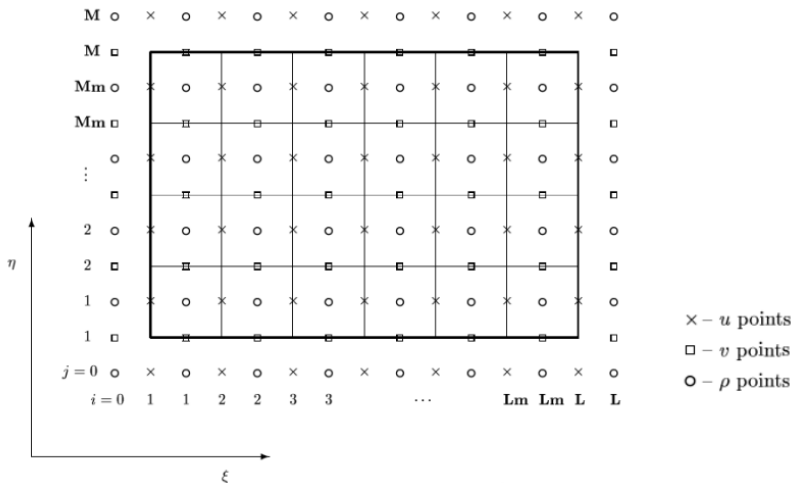
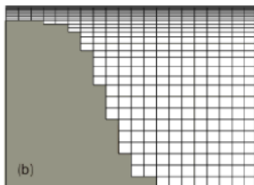


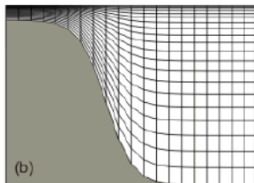
Figure: Tipo C, Arakawa & Lamb (1977)

# CROCO

## Coordenada Vertical



Z coordinate : **NEMO**



sigma ( & stretched )  
coordinate : **ROMS**

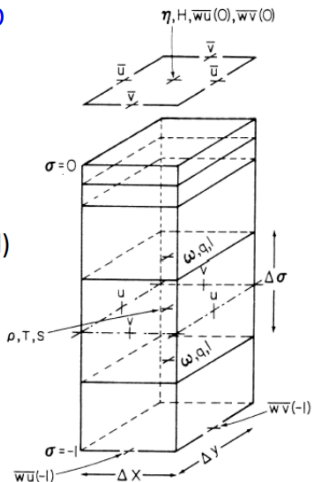


Fig. 1. The locations of the variables on the finite difference grid.

Figure: Coordenada Sigma ( $\sigma$ )



### Coordenada $\sigma$ Generalizada

- Cambiamos el ancho de las capas según una fórmula (hay 2 opciones).
- $\theta$  y  $b$  son parámetros de superficie y fondo.

(a)  $\theta = 0, b = 0$

(b)  $\theta = 8, b = 0$

(c)  $\theta = 8, b = 1$

(d)  $\theta = 5, b = 0.4$

default  $\theta = 7, b = 2$

- Default: 32 niveles sigma.  
¿40, 60, 100?
- Impacto lineal en el tiempo de cálculo.

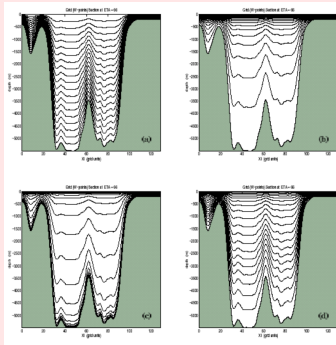


Figure: Opciones de Capas Sigma

[https://croco-ocean.gitlabpages.inria.fr/croco\\_doc/model/model.grid.html](https://croco-ocean.gitlabpages.inria.fr/croco_doc/model/model.grid.html)

# CROCO

## Suavizamiento de la Topografía

- Se calcula  $r = \Delta h/h$
- CROCO suaviza  $\ln(h)$ , hasta que  $r \leq r_{max}$
- Se busca minimizar el error del Gradiente de Presión (Haney, 1991).

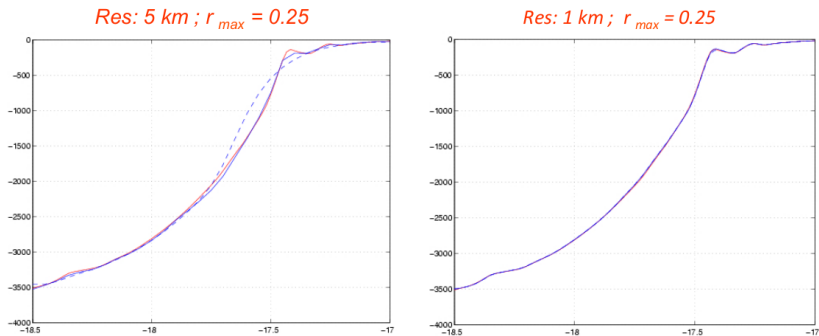


Figure: Perfil de Batimetría de Senegal

- Se produce un error de truncación al calcular el gradiente de presión baroclínico cuando hay cambios fuertes en la topografía, por ejemplo en el talud continental.
- Calculamos la diferencia entre dos términos grandes.
- Este error puede aparecer en el experimento con un monte submarino, sin forzamiento, y estratificación plana.
- Se puede adaptar este escenario a la batimetría de un dominio propio.

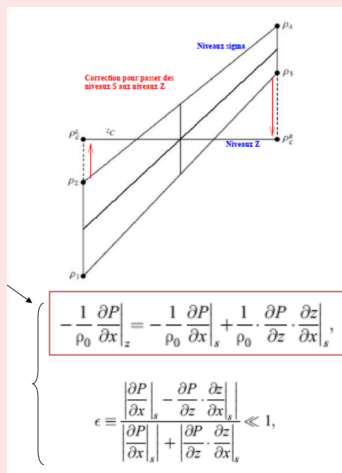


Figure: Error del Gradiente de Presión

- Grilla Horizontal y Vertical
  - Tiempo separado y superficie libre
  - Esquemas de Advección
  - Fuerza de Gradiente de Presión
  - Acoplamiento Océano–Atmósfera
  - Interacción Corriente-Oleaje
  - Condiciones de Borde Abiertas
  - Mareas
- Celdas Secas/Mojadas
  - Diagnósticos en línea
  - Paralelización
  - Anidamiento AGRIF
  - Módulos
    - ▶ Biogeoquímicos (5,7,13,24 Cajas)
    - ▶ Sedimentos (Sencillo, Complejo)
    - ▶ Capa de Mezcla de Fondo
    - ▶ Seguimiento de Partículas en línea.

- `crocotools_param.m`  
Para la creación de los archivos de entrada.
- `cppdefs.h`  
Para la creación del ejecutable. Física.
- `param.h`  
Para la creación del ejecutable. Dimensiones.
- `croco.in`  
Para el momento de la ejecución del modelo.
- `.out`  
Captura los mensajes enviados a la pantalla, y resume los parámetros y opciones definidos anteriormente.