

Tutorial 01b CROCO: Cambio de Dominio

1. Propósito

En este tutorial revisaremos los pasos básicos para definir un nuevo dominio de simulación, diferente al dominio clásico de Benguela. Definiremos un dominio para la zona central de Chile

2. Creando el directorio de trabajo ChileCentral

El primer paso es editar el archivo `create_run.bash` con las instrucciones

```
1 cd croco
2 nano create_run.bash
```

Ahora tiene que modificar esta sección para colocar los directorios correctos

```
1 #=====
2 # BEGIN USER MODIFICATIONS
3 #
4 # Get CROCO directory
5 CROCO_DIR="/home/courses/student11/croco"
6 #
7 SOURCES_DIR="/home/courses/student11/croco"
8 #
9 TOOLS_DIR="/home/courses/student11/croco/croco_tools"
10 #
11 MY_CONFIG_PATH=${SOURCES_DIR}
12 #
13 # Name of the configuration directory defined by the user
14 #
15 MY_CONFIG_NAME='ChileCentral'
16 #
17 #
18 # END USER MODIFICATIONS
19 #=====
```

y después ejecute la instrucción

```
1 ./create_run.bash
```

lo que le dará

```
1 student11@leftraru3:~/croco$ ./create_run.bash
2
3 Your choices :
4 - SOURCES_DIR   : /home/courses/student11/croco
5 - TOOLS_DIR     : /home/courses/student11/croco/croco_tools
6 - CONFIG_DIR   : /home/courses/student11/croco
7 - CONFIG_NAME  : ChileCentral
8 Do you want to proceed ? [Y/n]
```

y al apretar la tecla **Y** aparece

```

1 Creating configuration ...
2
3 => Copy the source files from /home/courses/student11/croco
4     needed to setup your own simulations
5
6 => Copy from /home/courses/student11/croco done
7
8 => Copy the tools from and /home/courses/student11/croco/croco_tools
9     needed to setup your own simulations
10
11 => Copy from /home/courses/student11/croco/croco_tools done
12 /home/courses/student11/croco
13 student11@leftraru3:~/croco$

```

3. Definiendo el dominio - `crocotools_param.m`

Para definir los archivos de entrada del nuevo dominio, necesitamos editar el archivo `crocotools_param.m`

```
1 nano crocotools_param.m
```

Si lo desea, puede editar el campo `CROCO_title`. Es un cambio cosmético.

```
1 CROCO_title = 'Chile Central';
```

Primero definimos los límites de la región a través de las variables

```

1 %
2 % Grido dimensions
3 %
4 lonmin = -80; Minimum longitude [degree east]
5 lonmax = -69; Maximum longitude [degree east]
6 latmin = -33; Minimum latitude [degree north]
7 latmax = -23; Maximum latitude [degree north]

```

y cambiemos el tamaño de las celdas del dominio

```

1 %
2 % Grid resolution [degree]
3 %
4 dl = 1/6;

```

Como las celdas del dominio son mas chicas, podemos cambiar el parámetro de profundidad mínima

```
1 hmin = 55
```

Para ver los gráficos de nuestro nuevo dominio activemos la opción `makeplot`

```
1 makeplot = 1;
```

Ahora grabe el archivo y salga del editor `nano`.

3.1. `start.m`

Verifique si el archivo `start.m` tenga la dirección correcta

```
1 tools_path='/home/courses/student11/croco/croco_tools/';
```

4. Usando Matlab

Para crear los archivos de entrada usando Matlab, primero tenemos que cargar el programa usando

```
1 ml purge
2 ml Matlab/2017
3
4 LD_PRELOAD=/home/lmod/software/Core/ifort/2019.2.187-GCC-8.2.0-2.31.1/
5 compilers_and_libraries_2019.6.324/linux/compiler/lib/intel64/libirc.so
6
7 matlab -nodesktop -nosplash
```

Primero definir los caminos de búsqueda (*path*) de las herramientas que usa CROCO_TOOLS

```
1 start
```

Luego escribimos la instrucción para generar la grilla del modelo, la que queda descrita en el archivo **croco_grd.nc** que se generará en el directorio **CROCO_FILES**

```
1 >> make_grid
2 mkdir: cannot create directory '/home/courses/student11/croco/ChileCentral/CROCO_FILES/':
3 File exists
4
5 Making the grid: /home/courses/student11/croco/ChileCentral/CROCO_FILES/croco_grd.nc
6
7 Title: Chile Central
8
9 Resolution: 1/6 deg
10
11 Do you want to use interactive grid maker ?
12 (e.g., for grid rotation or parameter adjustments) : y,[n]
```

apretamos **n** y luego aparece

```
1 Create the grid file...
2 LLm = 65
3 MMm = 68
4
```

Anote estos dos números, pues deberá incorporarlos al archivo **param.h**

```
1  Fill the grid file...
2
3  Compute the metrics...
4
5  Min dx=15.534 km - Max dx=17.0664 km
6  Min dy=15.5463 km - Max dy=17.0374 km
7
8  Fill the grid file...
9
10 Add topography...
11   CROCO resolution : 16.3 km
12   Topography data resolution : 3.49 km
13   Topography resolution halved 3 times
14   New topography resolution : 27.9 km
15 Processing coastline_l.mat ...
16
17 Do you want to use editmask ? y,[n]
18
```

acá veremos la Fig. 1, y nuevamente escogemos la opción **n**

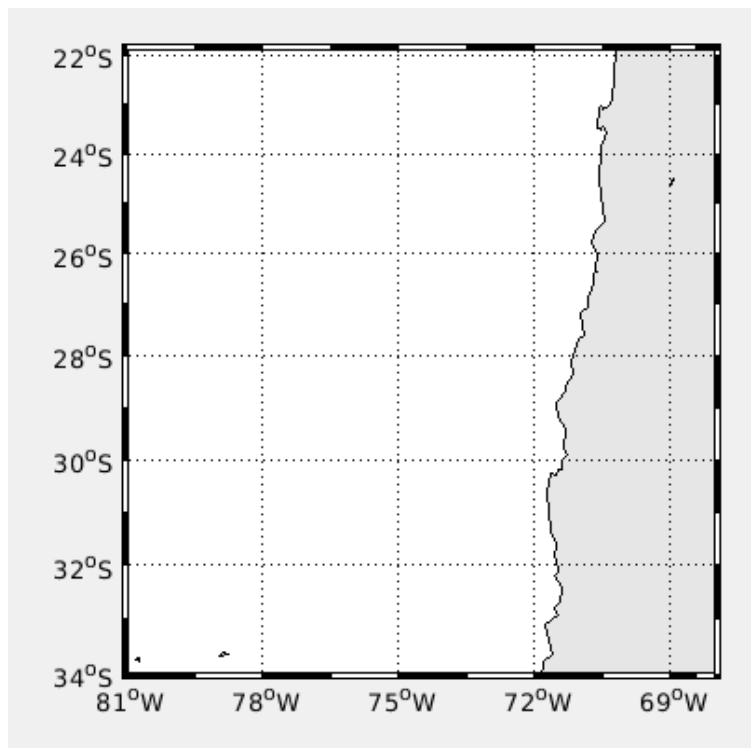


Figura 1: Mapa aproximado del dominio Chile Central

finalmente vemos los siguientes mensajes

```

1 Filter topography ...
2 Apply a filter on the Deep Ocean to reduce isolated seamounts :
3   4 pass of a selective filter.
4 Apply a selective filter on log(h) to reduce grad(h)/h :
5   20 iterations - r_max = 0.36861
6   40 iterations - r_max = 0.29979
7   60 iterations - r_max = 0.26986
8   80 iterations - r_max = 0.25169
9   83 iterations - r_max = 0.24962
10 Smooth the topography a last time to prevent 2DX noise:
11   2 pass of a hanning smoother.
12
13 Write it down...
14
15 Do a plot...

```

El gráfico final del dominio será, Fig. 2

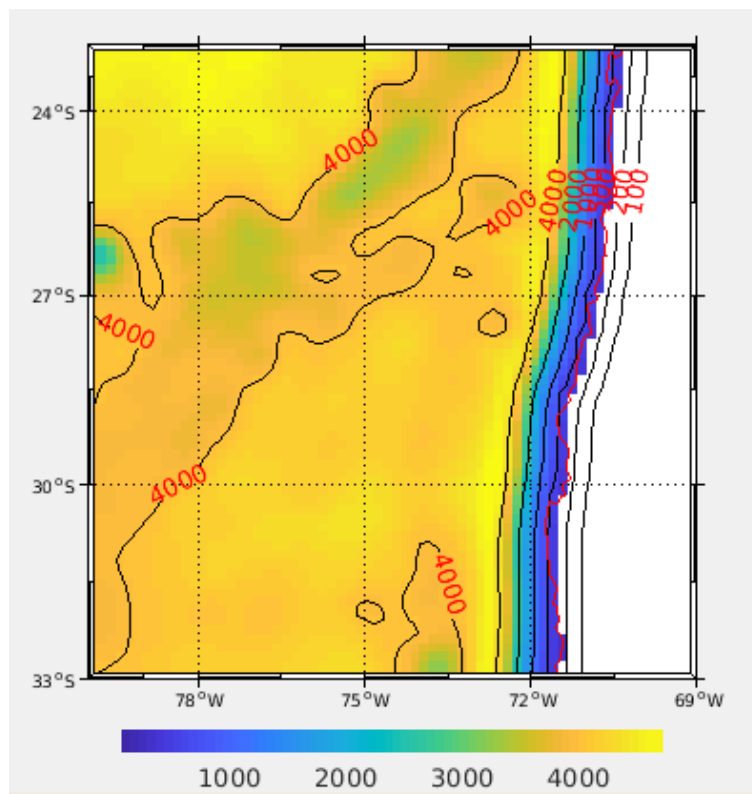


Figura 2: Mapa final del dominio Chile Central

Notemos que el dominio tiene la frontera Este cerrada, es decir es todo tierra. Esa información la incorporaremos en el archivo **cppdefs.n**

Seguimos con instrucción **make_forcing** para obtener el forzante atmosférico.

```

1 >> make_forcing

```

Una de las figuras entregadas es, Fig. 3

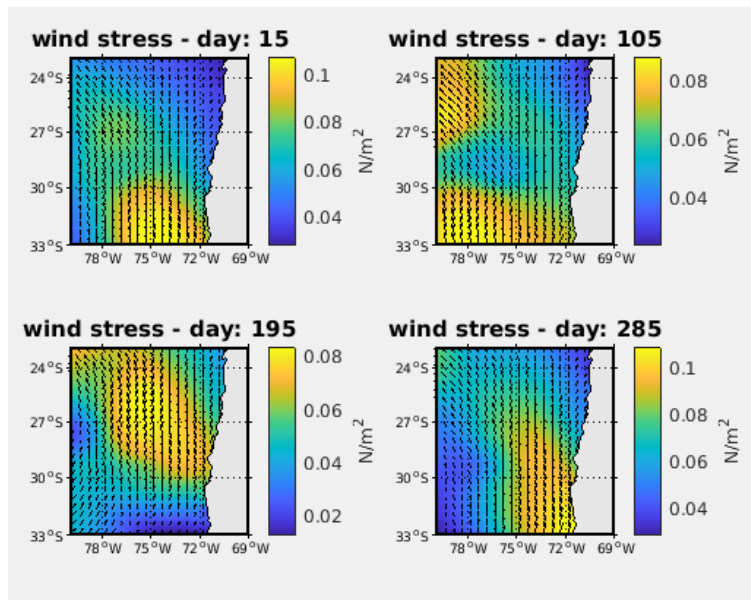


Figura 3: Esfuerzo superficial del viento para el dominio Chile Central

Y finalmente la instrucción **make_clim** que crea el archivo **croco_clm.nc** con la condición de borde oceánica

```
1 >>make_clim
```

Una de las figuras entregadas es, Fig. 4

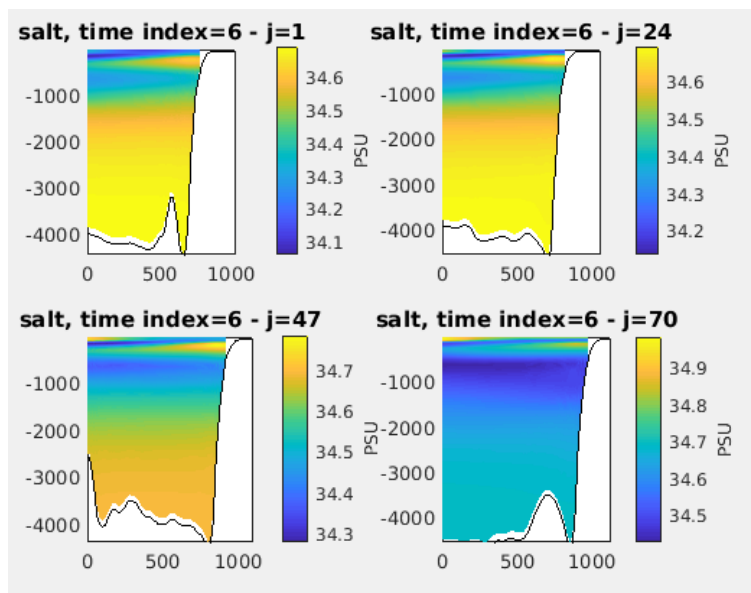


Figura 4: Secciones verticales de salinidad para el dominio Chile Central

Para finalizar esta sección, salga de Matlab.

5. Cambios a las dimensiones del dominio - param.h

Vamos a incorporar los cambios en las dimensiones del dominio

```

1  LLm = 65
2  MMm = 68
3

```

en el archivo **param.h**. Primero ubiquemos la sección que se llama **BENGUELA_LR**

```

# elif defined BENGUELA_LR
    parameter (LLm0=41,  MMm0=42,  N=32)  ! BENGUELA_LR

```

y reemplacelo por

```

# elif defined CHILECENTRAL
    parameter (LLm0=65,  MMm0=68,  N=32)  ! CHILE CENTRAL

```

Además de cambiar las dimensiones del dominio, agregamos la palabra clave **CHILECENTRAL** que conectará los archivos **param.h** y **cppdefs.h**. Grabe y salga del editor nano.

6. Cambios a la física - cppdefs.h

Un cambio importante en la física de nuestro dominio es que la frontera este sólo tiene celdas de tierra. En esos casos decimos que es una frontera cerrada. Ese cambio debe ser incorporado en el archivo **cppdefs.h**

```

1 nano cppdefs.h

```

Primero incorporamos la palabra clave **CHILECENTRAL** al archivo reemplazando

```

1 # define BENGUELA_LR

```

por

```

1 # define CHILECENTRAL

```

Después le indicamos al código que la frontera este está cerrada cambiando

```

1 # define OBC_EAST
2 # define OBC_WEST
3 # define OBC_NORTH
4 # define OBC_SOUTH

```

por

```

1 # undef OBC_EAST
2 # define OBC_WEST
3 # define OBC_NORTH
4 # define OBC_SOUTH

```

Grabe y salga del editor nano.

7. Compilando CROCO

Ahora vamos a compilar el ejecutable de CROCO usamos las instrucciones

```

1 ml purge
2 ml intel/2019b
3 ml netCDF-Fortran/4.4.4
4 ./jobcomp

```

8. Pasos previos - croco.in

Antes de lanzar la simulación, debemos tomar en cuenta que el tamaño de las celdas del dominio disminuyó a la mitad, según lo que especificamos en el archivo `crocotools_param.m`. Esto es parte del llamado criterio **CFL** (Courant et al. 1928).

```

1 %
2 % Grid resolution [degree]
3 %
4 dl = 1/6;

```

Este cambio afecta al archivo `croco.in`, archivo que es leído por el ejecutable `croco`.

Como la resolución cambió a la mitad, disminuimos el paso de tiempo de integración (variable `dt[sec]`) a la mitad, modificando

```

1 time_stepping: NTIMES   dt[sec]  NDTFAST  NINFO
2                720      3600      60       1

```

a

```

1 time_stepping: NTIMES   dt[sec]  NDTFAST  NINFO
2                1440     1800      60       1

```

Note que además duplicamos el número de pasos de tiempo **NTIMES**, para que el total del tiempo calculado siga siendo 30 días (un mes climatológico).

Modifique de a cuerdo al nuevo paso de tiempo la frecuencia de grabación de los archivos **RST**, **HIS**, y **AVG**

```

1 restart:          NRST, NRPFRST / filename
2                  1440  -1
3  CROCO_FILES/croco_rst.nc
4 history: LDEFHIS, NWRT, NRPFHIS / filename
5           T      144   0
6  CROCO_FILES/croco_his.nc
7 averages: NTSAVG, NAVG, NRPF AVG / filename
8           1      144   0
9  CROCO_FILES/croco_avg.nc

```

9. Lanzando la simulación

Copie el archivo `run_nlhpc.bash` de una simulación anterior. También puede encontrar un ejemplo de este archivo en el siguiente enlace

```

1 http://mosa.dgeo.udec.cl/CROCO2021/Tutorial01/run_nlhpc.bash

```

10. Archivos de salida

Una vez que la simulación termine exitosamente, encontraremos en el directorio **CROCO_FILES** los siguientes archivos de salida

```

1 croco_avg.nc
2 croco_his.nc
3 croco_rst.nc

```


11. Visualización de resultados

Como en el primer tutorial, visualice los resultados usando **ncdump**

La instrucción

```
1 ml purge
2 ml netCDF-Fortran/4.4.4
3 ncdump -h CROCO_FILES/croco_avg.nc | less
```

y **ncview**

```
1 ml purge
2 ml icc/2019.2.187-GCC-8.2.0-2.31.1 impi/2019.2.185 ncview/2.1.7
3 ncview CROCO_FILES/croco_avg.nc
```

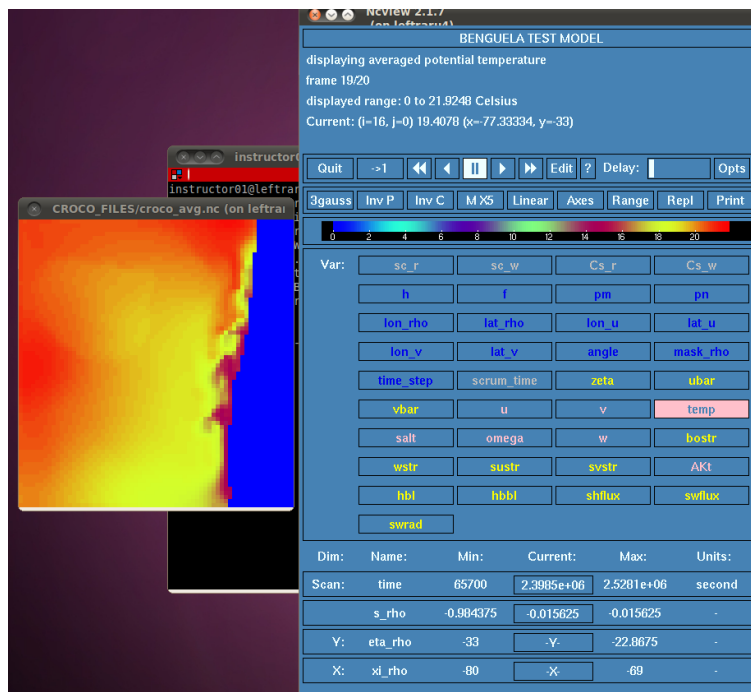


Figura 5: Temperatura superficial, dominio de Chile Central

12. Conclusión

En este tutorial aprendió a modificar los archivos **crocotools_param.m**, **param.h**, **cppdefs.h** y **croco.in** para simular un nuevo dominio.

Para más información:

Andrés Sepúlveda (asepulveda@dgeo.udec.cl)

Contribuciones de:

Marcela Contreras

Mario Cáceres

Mauro Santiago

13. Referencias

Courant, R.; Friedrichs, K.; Lewy, H. (1928), "Über die partiellen Differenzgleichungen der mathematischen Physik", *Mathematische Annalen* (in German), 100 (1): 32{74,