

Curso WRF en laboratorio NLHPC

15 de noviembre de 2022

Miguel Lagos Zúñiga

Ingeniero Civil, MSc. Recursos y medio ambiente hídrico
Dr. (c) en Cs. de la Ingeniería, mención fluidodinámica (CR2)
Profesional docente, Departamento de Ingeniería Civil
Investigador Asociado, Advanced Mining Technology Center

mlagosz@uchile.cl



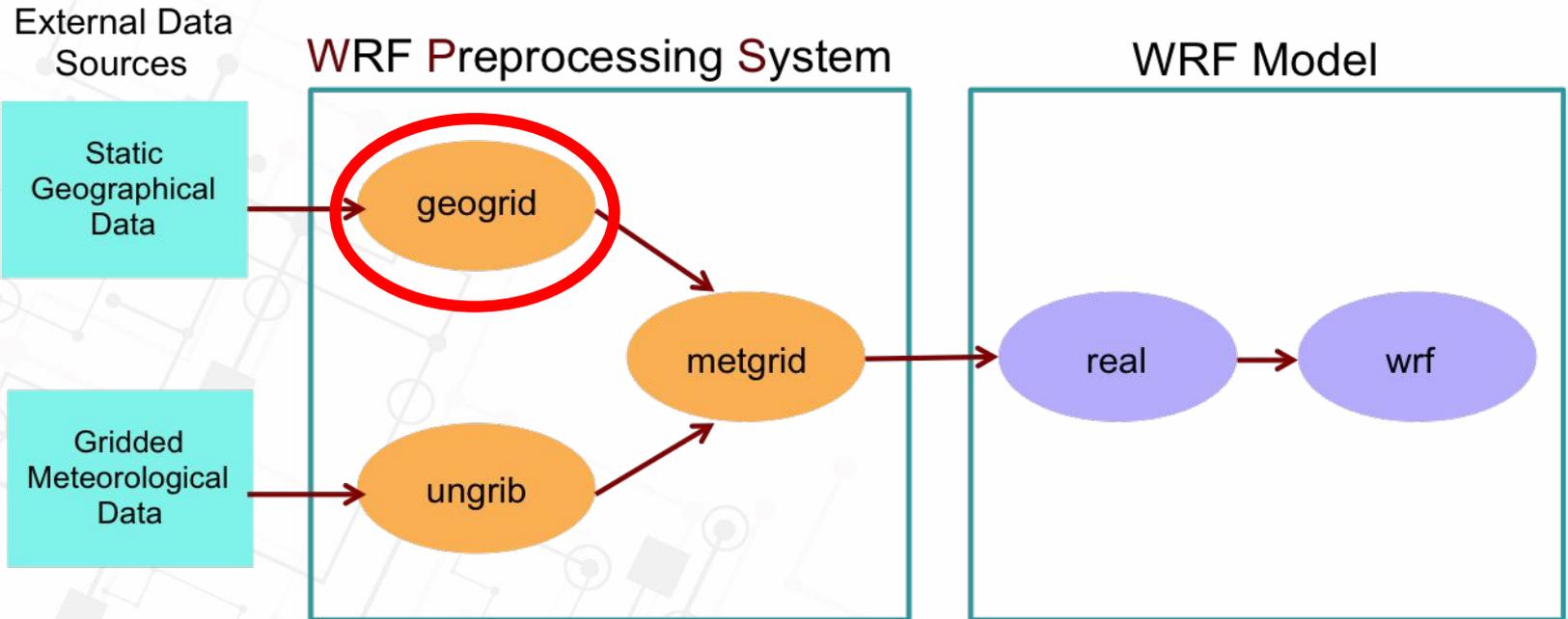
Parte de este material fue adaptado del curso WRF users tutorial (2021), preparado por investigadores de NCAR Michael Duda & Dave Gill



Agenda

- Estructura principal de WRF
- Configurando un dominio desde WPS
 - Elección de proyección, grillas y condiciones iniciales y de borde.
- Configurando una simulación desde WRF
 - Ejecutar programas real y wrf
- Visualización básica de resultados y archivos intermedios
 - ncview

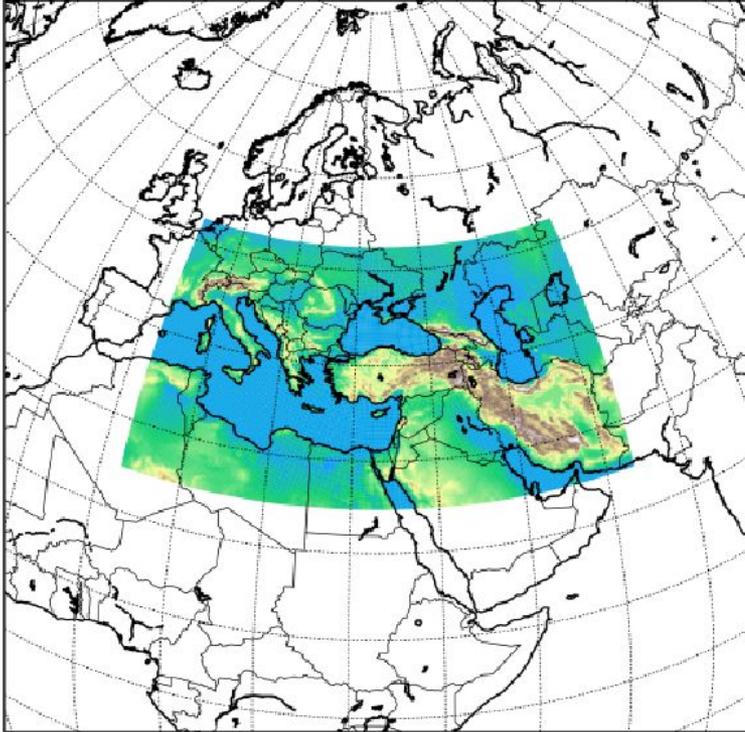
The WRF Pre-Processing System (WPS)



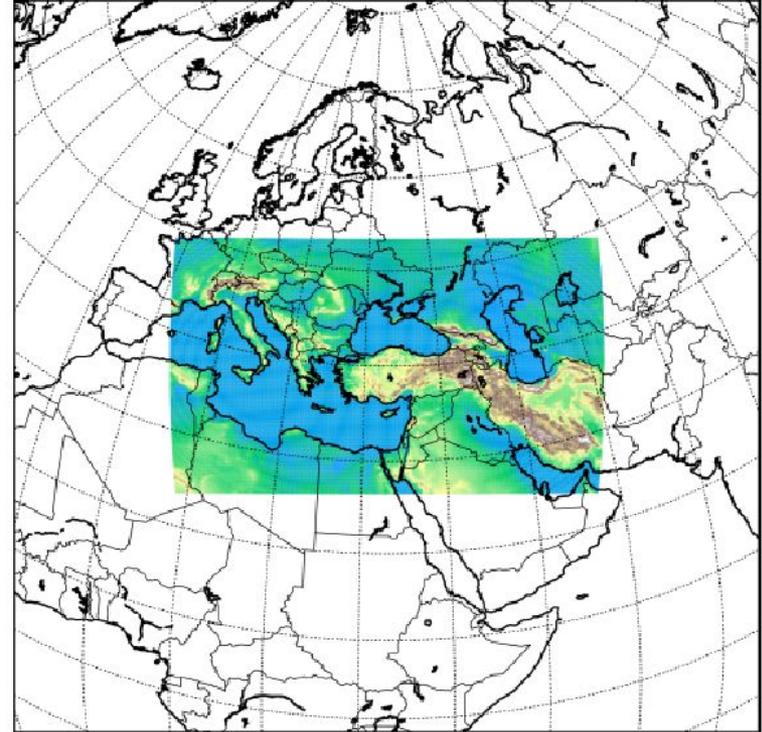
¿Por qué la proyección importa?

Mercator projection, $\phi_1 = 42.0$, $0.819 \leq m \leq 1.218$

Lambert conformal projection, $\phi_1, \phi_2 = 30.0, 47.5$, $0.988 \leq m \leq 1.023$



For a nominal 12-km grid, the above projection yields grid distances from 9.9 km to 14.6 km.



For a nominal 12-km grid, the above projection yields grid distances from 11.7 to 12.1 km.

Duda (2022)

¿Por qué la proyección importa?

La elección de parámetros geográficos nos entrega un grillado que puede distorsionar las distancias en alguna parte del globo.

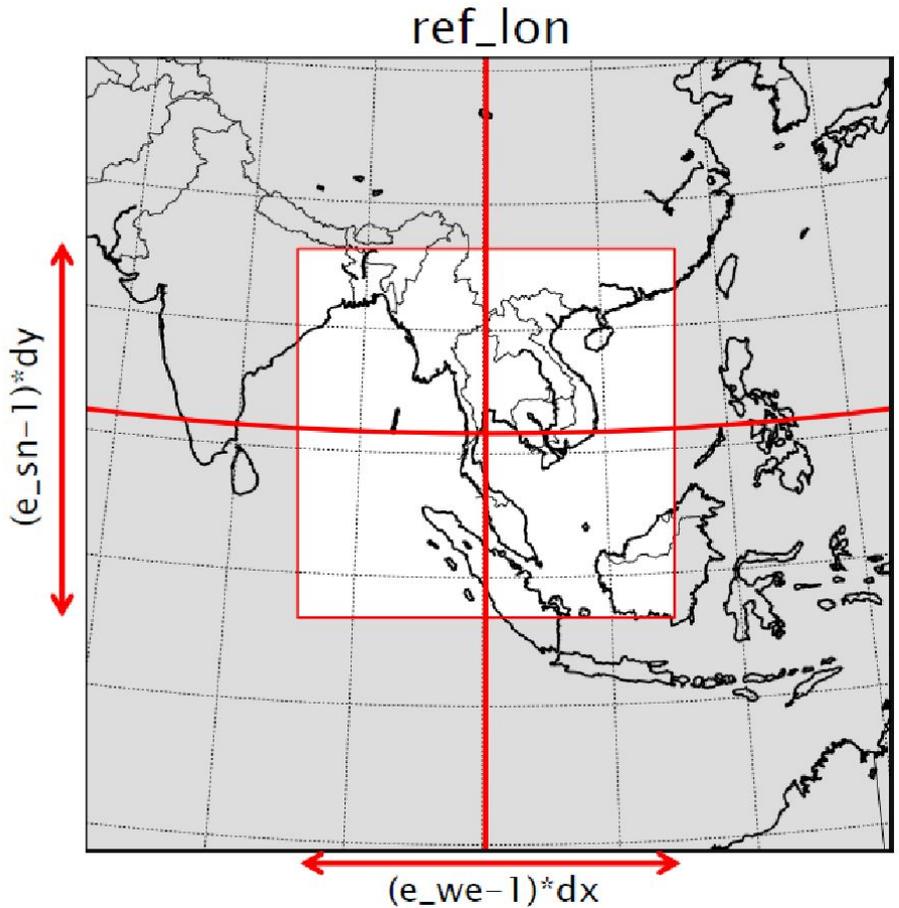
$$\Delta x_{\text{geographical}} = \Delta x_{\text{nominal}} / m$$

where m is a *map scale factor*.

El paso temporal máximo al que WRF es estable numéricamente está dado por “ m ”, no por la resolución horizontal nominal que le damos a nuestras simulaciones.

Duda (2022)

GEOGRID: Definiendo el dominio de WRF

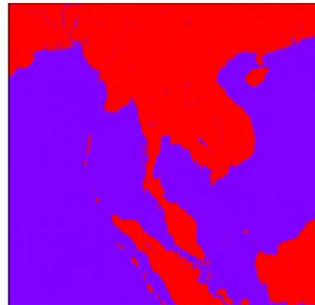


Dependiendo de la proyección debemos dar un par de coordenadas de referencia (ref_lon , ref_lat); y el número de nodos que se resolverán en la distancia NS (e_sn) y WE (e_we); dadas unas distancias dx y dy especificadas en mi dominio.

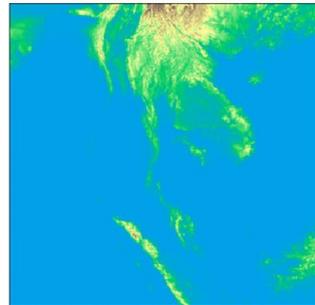
GEOGRID: Interpolación de campos estáticos

- Dada la configuración de mi dominio, geogrid interpola campos a cada punto de mi grilla, estos campos están disponibles y deben ser referenciados en el archivo de configuración de WPS.

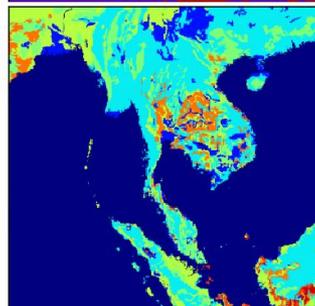
Land-water mask



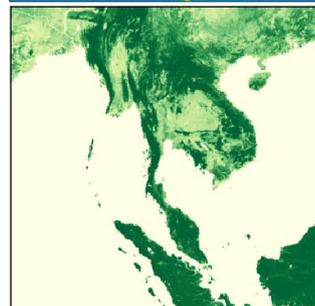
Topography height



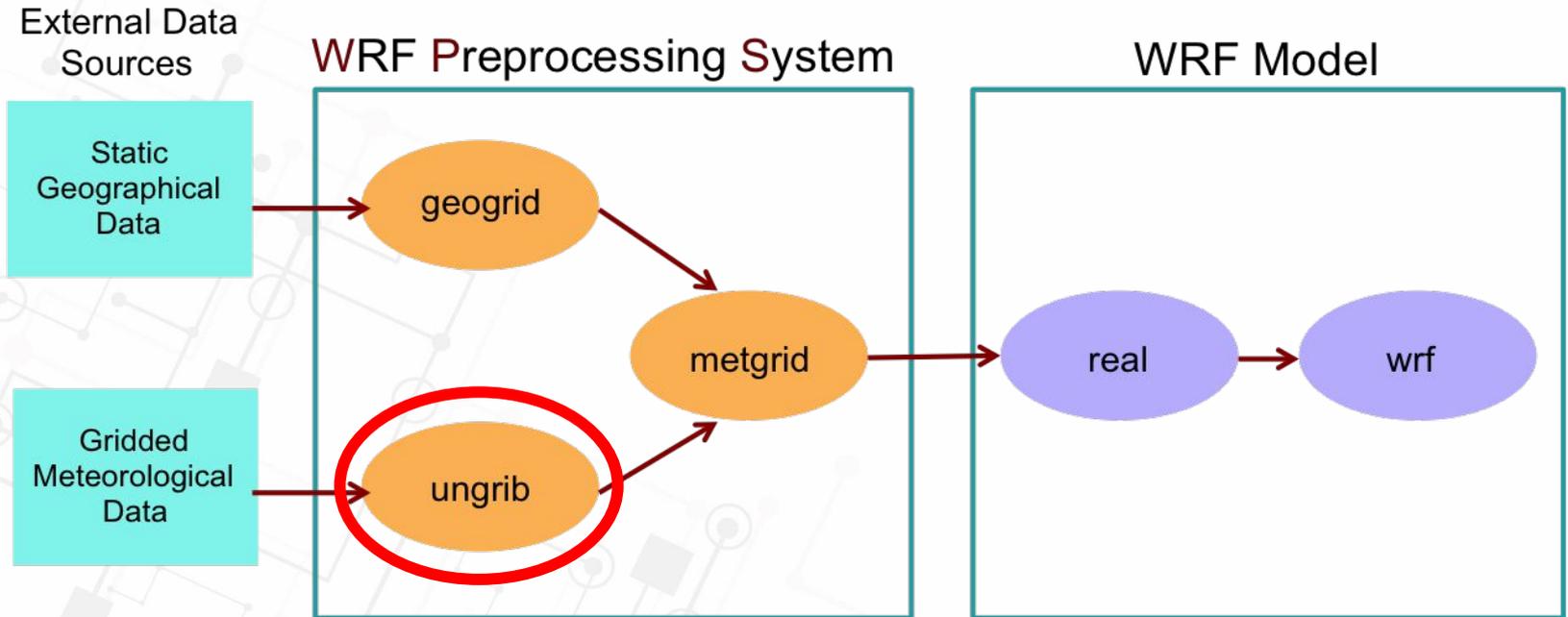
Top-layer dominant soil type



Climatological vegetation fraction (January)



The WRF Pre-Processing System (WPS)



UNGRIB: Traduciendo CI & CB

- GRIB es un formato de datos grillados estándar de la WMO.
 - “General Regularly-distributed Information in Binary”
- Los campos dentro de una fila están identificados exclusivamente por códigos, los que deben ser traducidos a los campos correspondientes a través de sus respectivas V-Tables (e.g., GFS, Era-Interim, NOAA, etc.).

Ejemplo VTable para archivo GRIB2

metgrid	GRIB2	GRIB2	GRIB2	GRIB2
Description	Discp	Catgy	Param	Level
Temperature	0	0	0	100
U	0	2	2	100
V	0	2	3	100
Relative Humidity	0	1	1	100
Height	0	3	5	100
Temperature at 2 m	0	0	0	103
Relative Humidity at 2 m	0	1	1	103
U at 10 m	0	2	2	103
V at 10 m	0	2	3	103
Surface Pressure	0	3	0	1
Sea-level Pressure	0	3	1	101
Soil Moist 0-10 cm below grn layer (Up)	2	0	192	106
Soil Moist 10-40 cm below grn layer	2	0	192	106
Soil Moist 40-100 cm below grn layer	2	0	192	106
Soil Moist 100-200 cm below gr layer	2	0	192	106
Soil Moist 10-200 cm below gr layer	2	0	192	106
T 0-10 cm below ground layer (Upper)	0	0	0	106
T 10-40 cm below ground layer (Upper)	0	0	0	106
T 40-100 cm below ground layer (Upper)	0	0	0	106
T 100-200 cm below ground layer (Bottom)	0	0	0	106
T 10-200 cm below ground layer (Bottom)	0	0	0	106
Ice flag	0	2	0	1
Land/Sea flag (1=land, 0 or 2=sea)	2	0	0	1
Terrain field of source analysis	2	0	7	1
Skin temperature (can use for SST also)	0	0	0	1
Water equivalent snow depth	0	1	13	1
Dominant soil type cat. (not in GFS file)	2	3	0	1
Dominant land use cat. (not in GFS file)	2	0	198	1

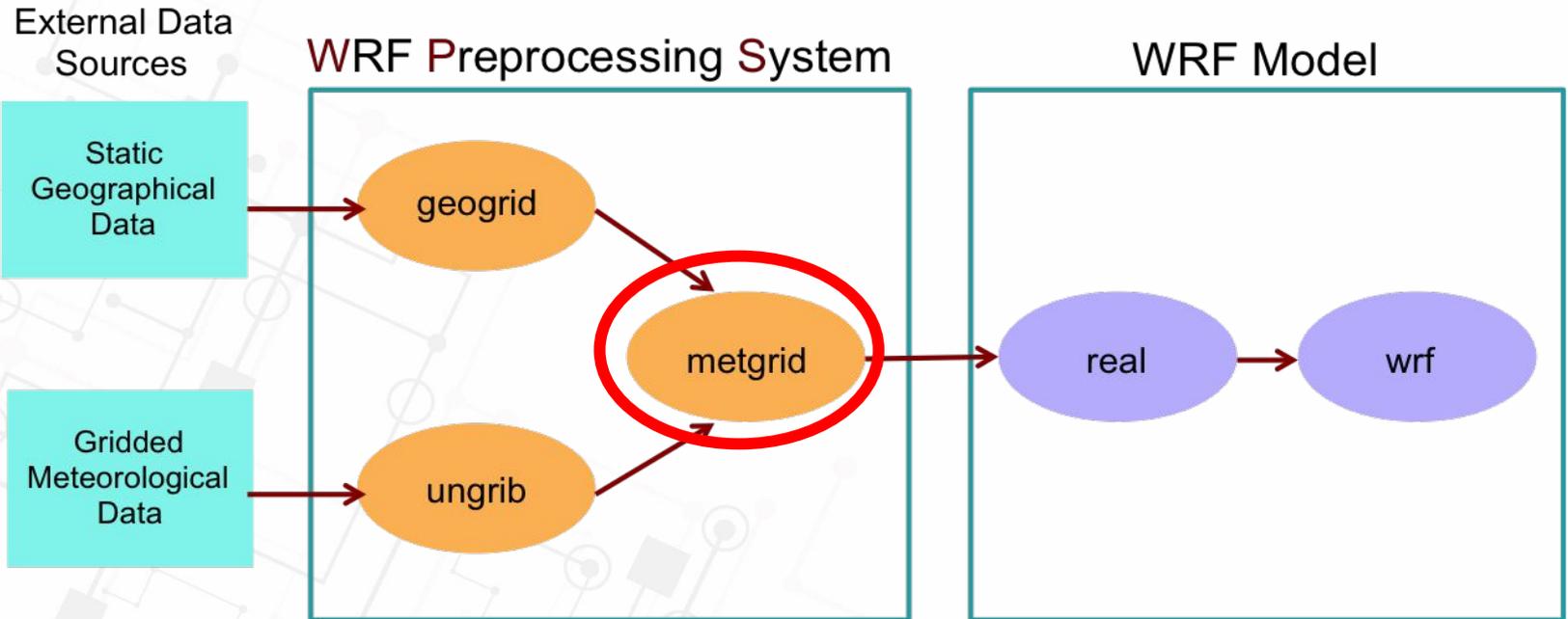
Resumen pasos ungrib

Extrae campos meteorológicos

Si es necesario deriva valores (e.g. HR a partir de T y q)

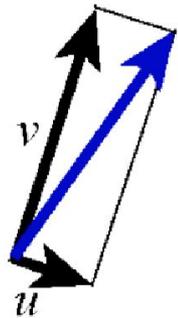
Crea archivos intermedios

The WRF Pre-Processing System (WPS)

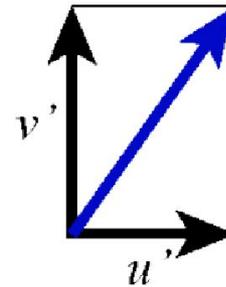


El programa metgrid

- Interpola campos meteorológicos de forma horizontal (extraídos por ungrib) hacia las grillas de geogrid.
- Realiza rotación de vientos, para que u y v , sean paralelos a sus coordenadas x e y correspondientes.



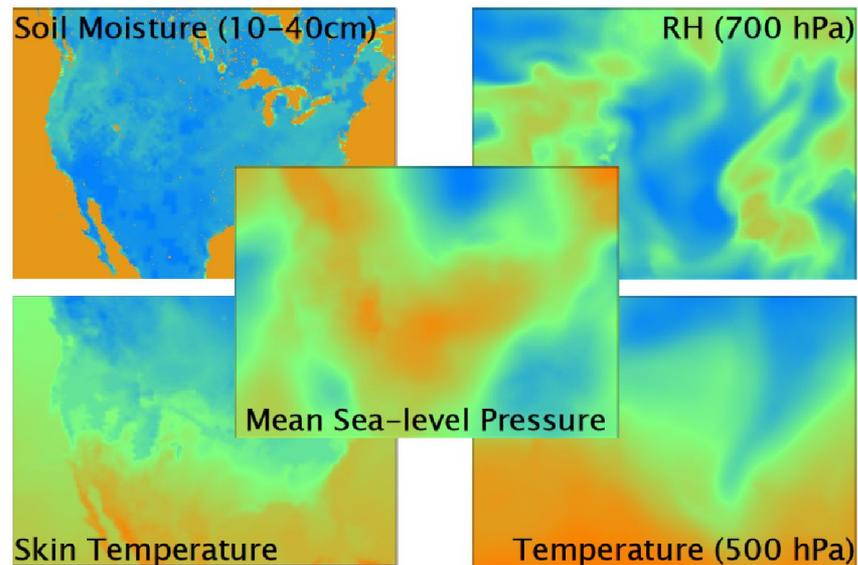
A wind vector, shown in terms of its U and V components with respect to the source grid.



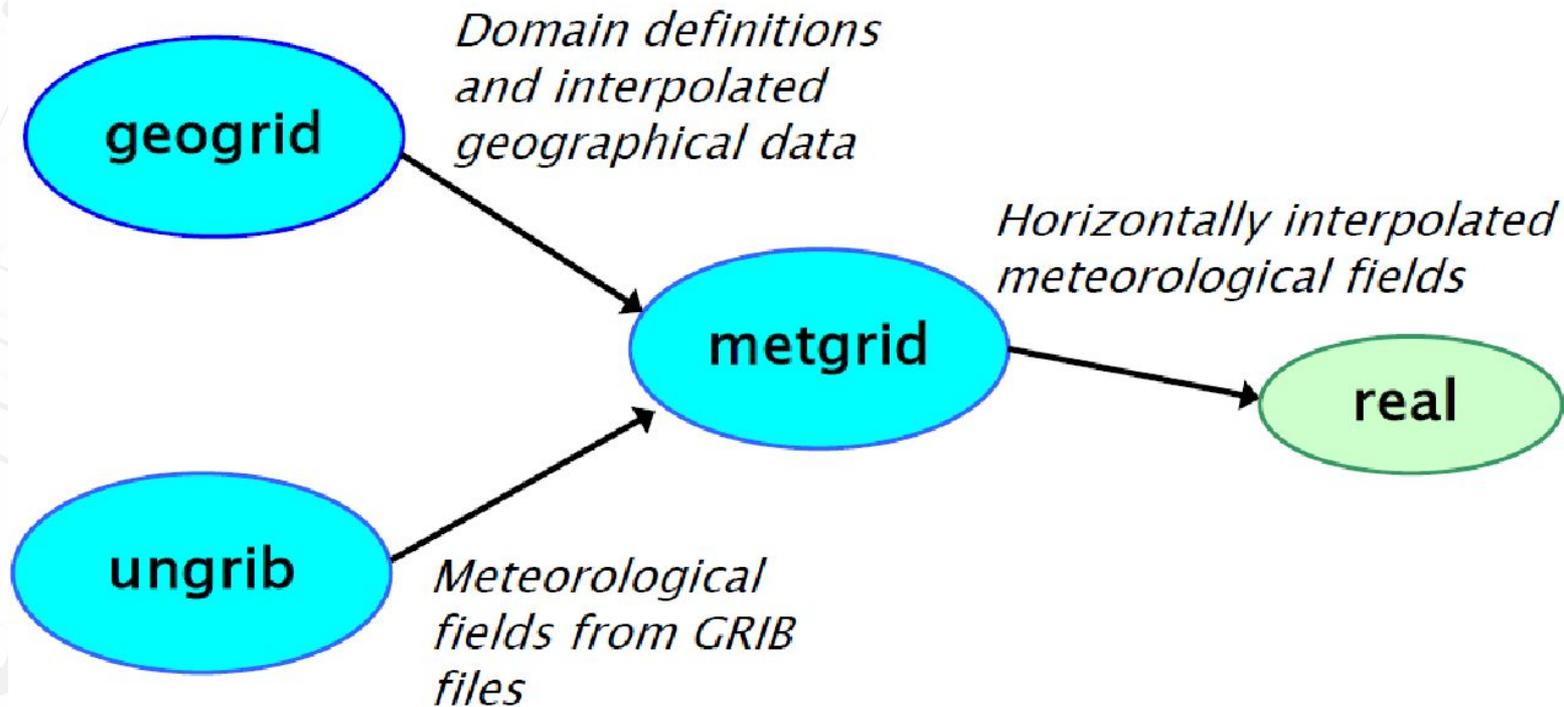
The same vector, in terms of its U and V components with respect to the WRF simulation grid.

El programa metgrid

- Los archivos de salida contienen tanto:
 - Campos estáticos interpolados
 - Campos meteorológicos interpolados
 - Todo a la grilla definida por geogrid.



Resumen de WPS



Configurando nuestro dominio

En el directorio WPS, editemos el archivo namelist.wps para el evento de río Atmosférico Zonal de finales de enero de 2021; para simular 11 hrs a su elección.

```
&share
wrf_core = 'ARW',
max_dom = 1,
start_date = '2021-01-30_12:00:00', '2021-01-30_12:00:00',
end_date = '2021-01-30_23:00:00', '2021-01-30_23:00:00',
interval_seconds = 10800
/
```

Número máximo de dominios

Fechas de la simulación

Intervalo temporal de las
CI&CB (3 horas)

Configurando nuestro dominio

Es muy importante editar la ubicación de los archivos estáticos por ***studentXX*** (su usuario)

```
&geogrid
parent_id      = 1, 1,
parent_grid_ratio = 1, 3,
i_parent_start = 1, 53,
j_parent_start = 1, 25,
e_we          = 150, 220,
e_sn          = 130, 214,
geog_data_res = 'default', 'default',
dx            = 27000,
dy            = 27000,
map_proj      = 'lambert',
ref_lat       = -33.00,
ref_lon       = -80.00,
truelat1      = -32.0,
truelat2      = -34.0,
stand_lon     = -71.0,
geog_data_path = '/home/courses/student16/WPS_GEOG/WPS_GEOG/'
/
```

Posición del inicio de la grilla de cada dominio

Número de nodos a simular en las direcciones WE y NS

Resolución horizontal

Datos asociados a la proyección

Directorio de campos estáticos

Ejecutando WPS: GEOGRID

En el directorio WPS ejecute:
`./geogrid.exe`

Si se ejecuta de forma exitosa verá un mensaje de "Successful completion of geogrid", junto con los archivos asociados a los dominios

`geo_em.d01.nc`

`geo_em.d02.nc`

Ejecutando WPS

Visualicemos nuestro dominio

```
module load NCL/6.6.2
```

```
ncl util/plotgrids_new.ncl
```

Ejecutando WPS: UNGRIB

Linkear al directorio donde se encuentran las CI & CB:

```
./link_grib.csh /home/courses/student80/CI_CB/fnl*
```

Asignar la VTable asociada a archivos GFS:

```
In -sf ungrib/Variable_Tables/Vtable.GFS Vtable
```

Ejecutar ungrib

```
./ungrib.exe
```

Ejecutando WPS: UNGRIB

Si ungrib corrio exitósamente deberíamos ver archivos del estilo:

FILE:2021-01-30 _12

FILE:2021-01-30 _15

...

junto al mensaje

"Successful completion of ungrib"

Ejecutando WPS: METGRID

Ejecutar metgrid

```
./metgrid.exe
```

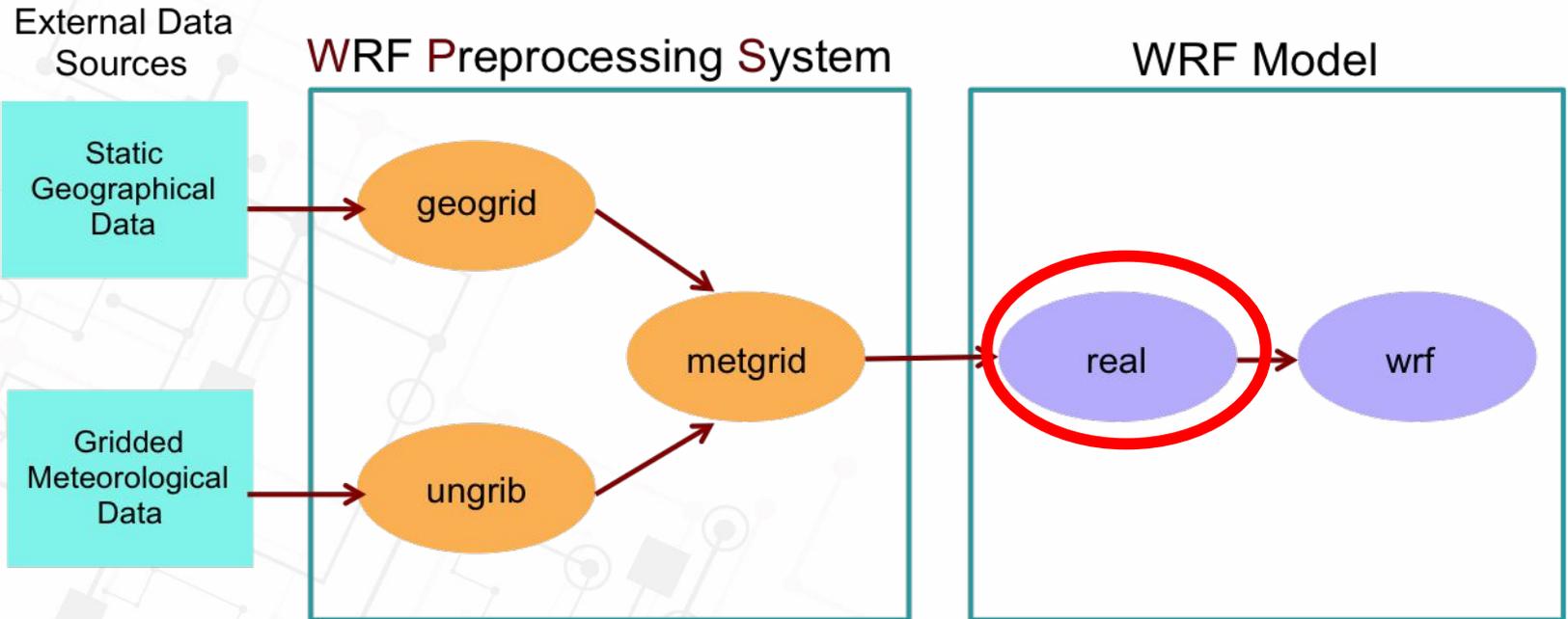
Al finalizar deberíamos ver el mensaje
"Successful completion of metgrid"

En nuestro directorio de trabajo deberíamos
además ver los siguientes archivos:

```
met_em.d01.2021-01-30_12:00:00.nc
```

```
met_em.d01.2021-01-30_15:00:00.nc
```

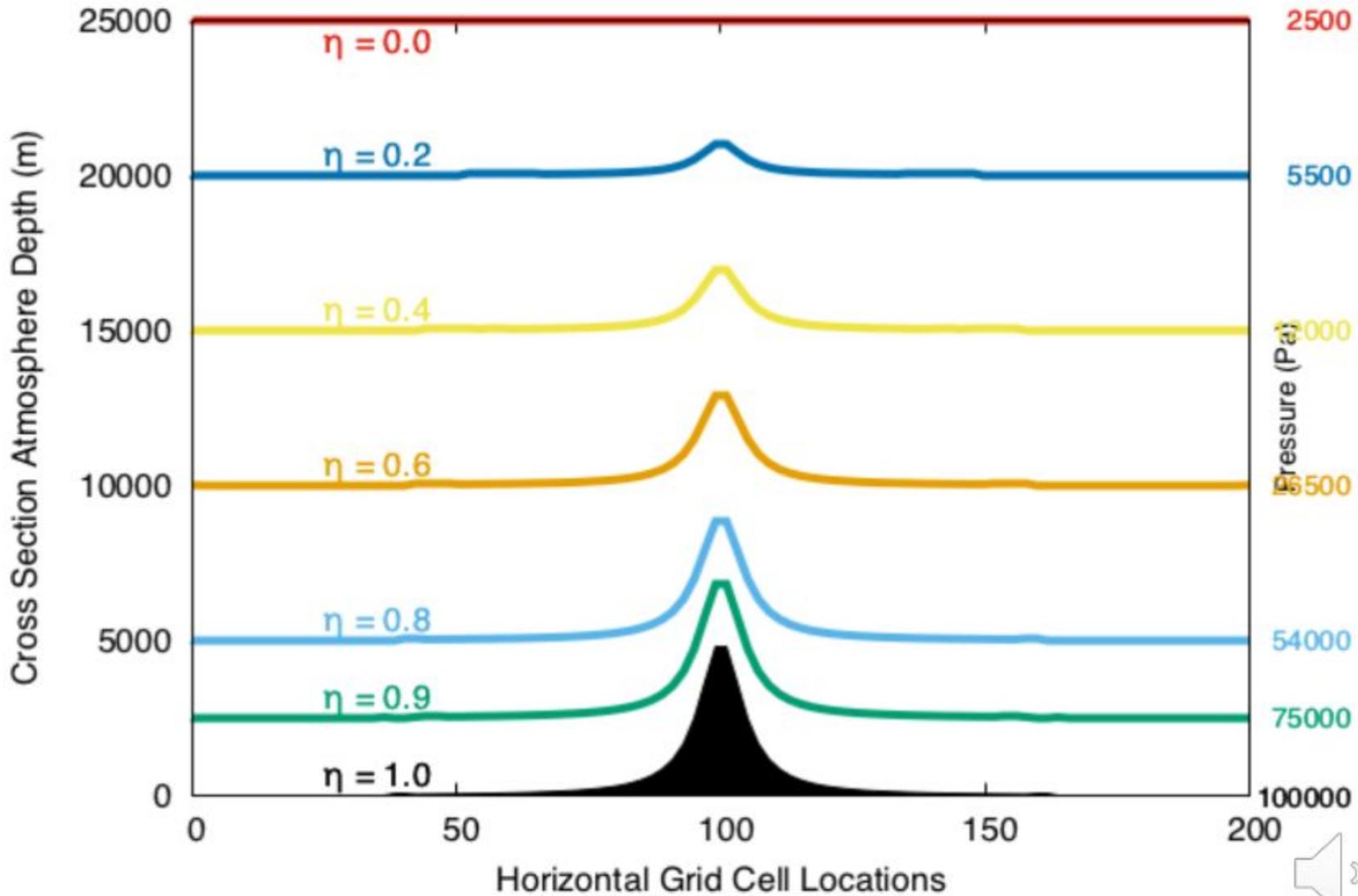
Preparando las CI&CB: REAL



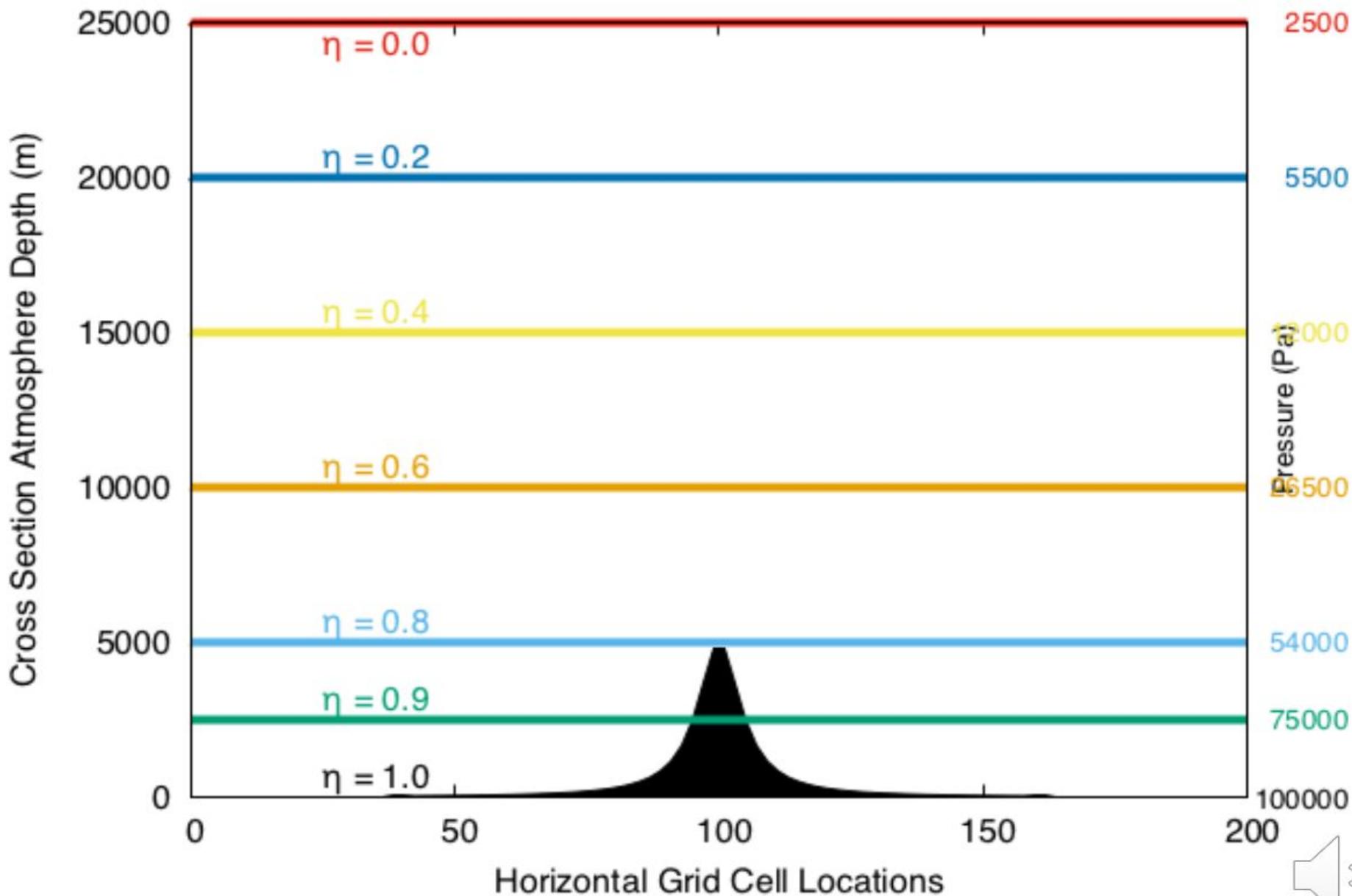
Ejecutando REAL

REAL es un programa que permite verificar que los archivos generados en metgrid, contengan los campos necesarios para ejecutar una simulación real en WRF, entre otras cosas REAL interpola los campos de metgrid verticalmente para la grilla establecida por quien modela.

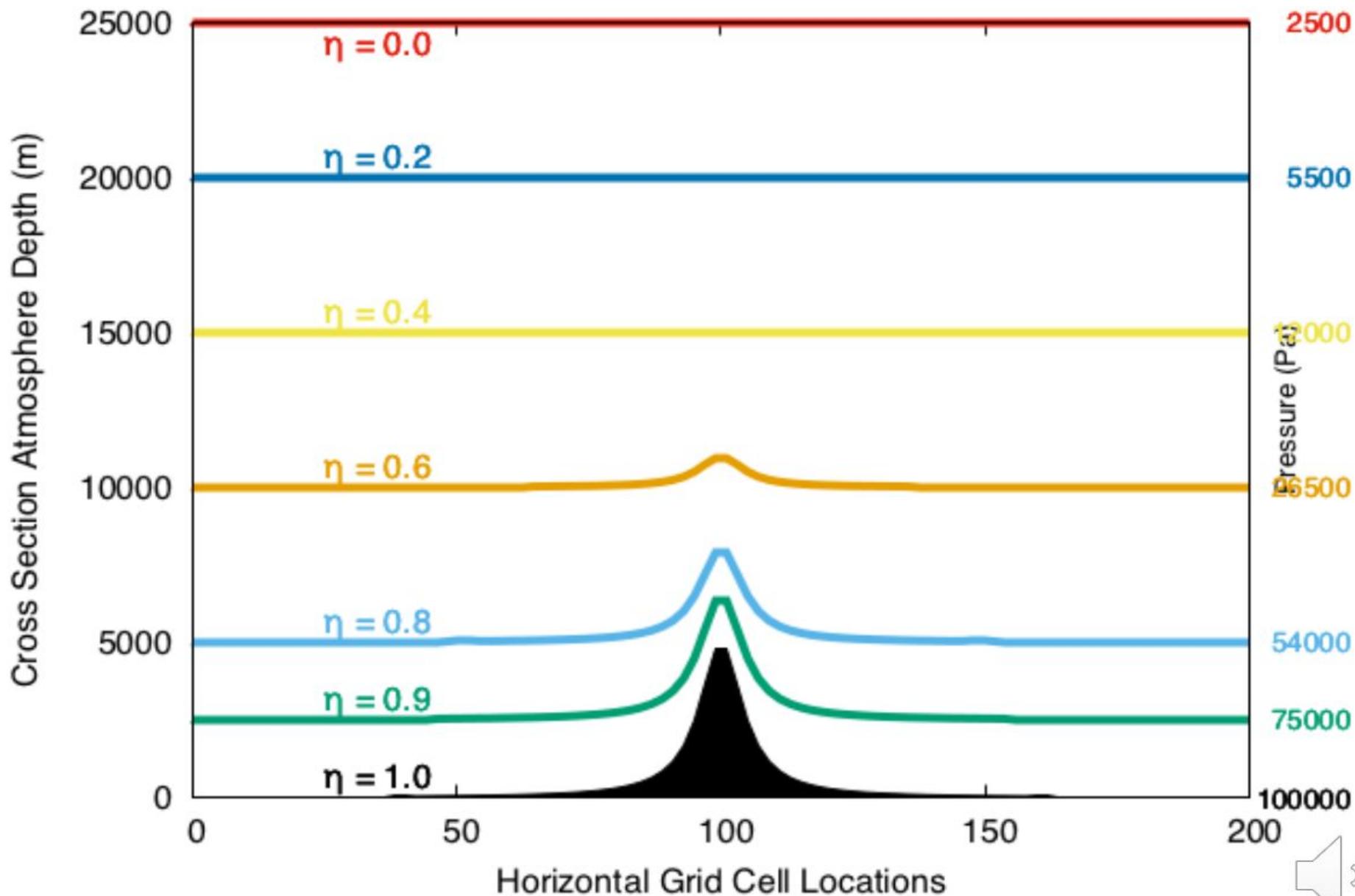
TERRAIN FOLLOWING Vertical Coordinate System



ISOBARIC Vertical Coordinate System



HYBRID Vertical Coordinate System



Configurando WRF

```
&time_control
run_days           = 0,
run_hours          = 11,
run_minutes        = 0,
run_seconds        = 0,
start_year         = 2021, 2021,
start_month        = 01, 01,
start_day          = 30, 30,
start_hour         = 12, 12,
end_year           = 2021, 2021,
end_month          = 01, 01,
end_day            = 30, 30,
end_hour           = 23, 23,
interval_seconds   = 10800
input_from_file    = .true., .true.,
history_interval   = 60, 60,
frames_per_outfile = 1000, 1000,
restart            = .false.,
restart_interval   = 7200,
io_form_history    = 2
io_form_restart    = 2
io_form_input      = 2
io_form_boundary   = 2
```

Configurando WRF

```
&domains
time_step                = 60,
time_step_fract_num      = 0,
time_step_fract_den      = 1,
max_dom                  = 2,
e_we                     = 150,    220,
e_sn                     = 130,    214,
e_vert                   = 45,     45,
dzstretch_s              = 1.1
p_top_requested          = 5000,
num_metgrid_levels       = 34,
num_metgrid_soil_levels  = 4,
dx                       = 27000,
dy                       = 27000,
grid_id                  = 1,     2,
parent_id                = 0,     1,
i_parent_start           = 1,     53,
j_parent_start           = 1,     25,
parent_grid_ratio         = 1,     3,
parent_time_step_ratio   = 1,     3,
feedback                 = 1,
smooth_option            = 0
```

Configurando WRF

```
&physics
physics_suite           = 'CONUS'
mp_physics              = -1,    -1,
cu_physics              = -1,    -1,
ra_lw_physics          = -1,    -1,
ra_sw_physics          = -1,    -1,
bl_pbl_physics         = -1,    -1,
sf_sfclay_physics     = -1,    -1,
sf_surface_physics    = -1,    -1,
radt                   = 15,    15,
bldt                   = 0,     0,
cudt                   = 0,     0,
icloud                 = 1,
num_land_cat           = 21,
sf_urban_physics      = 0,     0,
fractional_seaice     = 1,
/
```

Ejecutando real

Linkear a los archivos creados por metgrid en la carpeta WRF/run/

```
In -sf /home/courses/student80/WPS/met_em* .
```

Ejecutar tarea real: `exec_real`

Visualizando tarea real

```
#!/bin/bash
#-----Script SBATCH - NLHPC -----
#SBATCH -J ex_real
#SBATCH -p slims
#SBATCH -n 40
#SBATCH --ntasks-per-node=20
#SBATCH --mem-per-cpu=2300
#SBATCH --mail-user=mlagosz@uchile.cl
#SBATCH --mail-type=ALL
#SBATCH -t 00-00:20:00
#SBATCH -o zm_real_%j.out
#SBATCH -e zm_real_%j.err

cd /home/courses/student16/WRF/run
srun ./real.exe
```

Ejecutando real:

```
sbatch exec_real
```

```
squeue -i5 #consulta estado de la tarea cada 5 segundos
```

Si finalizó exitosamente, deberían aparecer los archivos:

```
wrfbdy_d01
```

```
wrfinput_d01
```

```
wrfinput_d02
```

Ejecutando WRF

```
#!/bin/bash
#-----Script SBATCH - NLHPC -----
#SBATCH -J ex_wrf
#SBATCH -p slims
#SBATCH -n 80
#SBATCH --ntasks-per-node=20
##SBATCH -c 1
#SBATCH --mem-per-cpu=2300
#SBATCH --mail-user=mlagosz@uchile.cl
#SBATCH --mail-type=ALL
##SBATCH -t 00-00:20:00
#SBATCH -o zm_real_%j.out
#SBATCH -e zm_real_%j.err

cd /home/courses/student16/WRF/run
srun ./wrf.exe
```

Ejecutando WRF

```
sbatch run_wrf
```

```
queue -i5
```

```
tail rsl.error.0000
```

Si terminó exitosamente, deberíamos ver los siguientes archivos en nuestro directorio:

```
wrfout_d01_2021-01-30_12:00:00
```

Visualización básica con nctest

#Cargamos el módulo nctest en NLHPC

```
module load nctest/2.1.7
```

abrimos algún archivo

```
nctest wrfout_d01_2021-01-30_12:00:00
```

Muchas gracias

mlagosz@uchile.cl