



# Algunos esfuerzos en computación científica y HPC

Ernesto Dufrechou

Instituto de Computación, Universidad de la República, Uruguay.

WHPC - Agosto 2014

Equipo

Modelado numérico de Atmósfera

Modelado numérico del Río de la Plata

Algunos desafíos

# Agenda

## Equipo

Modelado numérico de Atmósfera

Modelado numérico del Río de la Plata

Algunos desafíos

## Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Con cargo:
  - ▶ Ernesto Dufrechou
  - ▶ Pablo Ezzatti
  - ▶ Martín Pedemonte
  - ▶ Juan Pablo Silva
  
- ▶ Estudiantes de postgrado asociados:
  - ▶ Gerardo Ares
  - ▶ Marcelo Bondarencó
  - ▶ Pablo Igounet (Maestría terminada)
  - ▶ Alejandro Zinemanas

# Agenda

Equipo

Modelado numérico de Atmósfera

Modelado numérico del Río de la Plata

Algunos desafíos

# Generalidades

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Colaboración con el grupo de ingeniería del viento y dinámica de la atmósfera del IMFIA FING-UdelaR (Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental).
- ▶ Herramienta para predecir la generación de energía eléctrica en una granja de molinos.
- ▶ Herramienta basada en el modelo WRF.

# Descripción

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Corre 4 veces por día (en intervalos de 6 horas).
- ▶ Genera predicciones para las siguientes 48 hs.
- ▶ Utiliza dominios encajados (4 niveles).
- ▶ Ya explota paralelismo de memoria compartida (poca escalabilidad)
- ▶ Demora aproximadamente 110 min para simular 12 hs.

# Líneas de trabajo

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Lograr alta precisión en todo Uruguay
  - Antes 1 sola granja ahora cerca de 20 !
- ▶ Configurar las herramientas para explotar memoria distribuida (MPI).
- ▶ Uso de procesadores gráficos para acelerar WRF.
- ▶ Asimilación de datos para mejorar las predicciones:
  - Anemómetros.
  - Radares.

# Uso de aceleradores gráficos para acelerar WRF

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Intel Core i3-2100 processor at 3.10 Ghz 8 GB RAM - Nvidia GeForce GTX 480
- ▶ Simulación de 12 hs.
- ▶ 4 dominios anidados
  - ▶  $30\text{km} \times 30\text{km}$ ,  $10\text{km} \times 10\text{km}$ ,  $3.3\text{km} \times 3.3\text{km}$ ,  $1.1\text{km} \times 1.1\text{km}$ .
  - ▶ resolución de  $74 \times 61 \times 54$  (1er nivel),  $40 \times 40 \times 54$  (otros).
- ▶ Aceleración de una rutina (bdy\_interp1) + integración de trabajos previos (Michalakes and Vachharajani 2008-2009)

Tiempo de ejecución de WRF en segundos		Reducción
OpenMP 4 hilos	4 hilos + GPU	
110,90	70,21	37 %

# Agenda

Equipo

Modelado numérico de Atmósfera

Modelado numérico del Río de la Plata

Algunos desafíos

# Generalidades

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Colaboración con el grupo *estudios fluviales y marítimos* del IMFIA.
  
- ▶ Disponer de herramientas que permitan diferentes estudios del Río de la Plata
  - Operacional.
  - Estudio de impacto de obras (puertos, emisarios, etc.).
  - Cambios a largo plazo.

## Diversas herramientas base

- ▶ Familia RMA (RMA-2, RMA-10, RMA-11)
  - Fortran.
  - Elementos Finitos.
- ▶ MOHID -Instituto Superior Técnico Maretec (Portugal).
  - Fortran.
  - Volumnes Finitos.
  - Explota paralelismo memoria compratida.
- ▶ MARS - IFREMER
  - Fortran.
  - Diferencias Finitas.
  - Explota paralelismo memoria compratida.
- ▶ Otros (Telemac,ww3,etc.)



# Demanda computacional

WHPC2014

Equipo

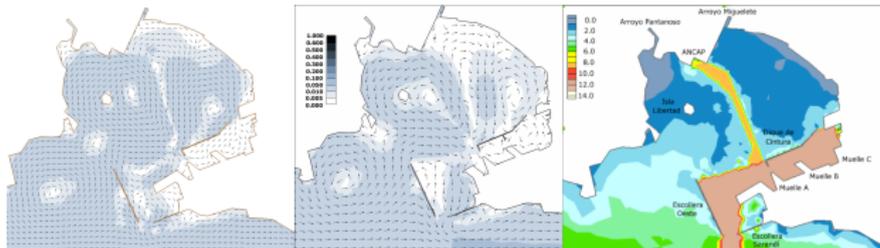
Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

## ▶ Ejemplo: Mohid

- ▶ Bahía de Montevideo - 3 dominios 3D (cada uno con 10 capas) - simulación de 10 días.
- ▶ aprox. 16 horas en Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 0 @ 2.00GHz - 64 GB RAM



# Líneas de trabajo

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

## ▶ RMA

- Modificación de los solver de sistemas lineales.
- Paralelismo de memoria compartida.

## ▶ Mohid

- Incorporar descomposición de dominios.
- GPUs.
- Acoplar el modelo de la atmósfera (WRF) como forzante para modelo operacional.

## ▶ MARS

- Paralelismo memoria distribuida+compartida.

# Agenda

Equipo

Modelado numérico de Atmósfera

Modelado numérico del Río de la Plata

Algunos desafíos

# Algunos desafíos

WHPC2014

Equipo

Modelado  
numérico de  
Atmósfera

Modelado  
numérico del Río  
de la Plata

Algunos desafíos

- ▶ Aumentar la escala de los problemas:
  - ▶ Simulaciones a largo plazo (ej: para evaluar los efectos del cambio climático)
  - ▶ Simulaciones de alta precisión en tiempo real (ej: sistema de alerta en tiempo real para accidentes marítimos)
  
- ▶ Se necesitan:
  - ▶ Plataformas computacionales capaces de resolver estos problemas en tiempos razonables
  - ▶ Formación de recursos humanos especializados en HPC, capaces de utilizar (y explotar) estas herramientas.

GRACIAS !