

Tesis de Master

**Estudio de paralelización del modelo
hidrodinámico COHERENS para sistemas
multicore mediante OpenMP**

Autor: Francisco López Castejón

Director: Domingo Gimenez Cánovas

Murcia, 2009

¿Qué es un modelo hidrodinámico?

El modelo COHERENS

Necesidad de reducir los tiempos de cálculo

Estructura del código de COHERENS

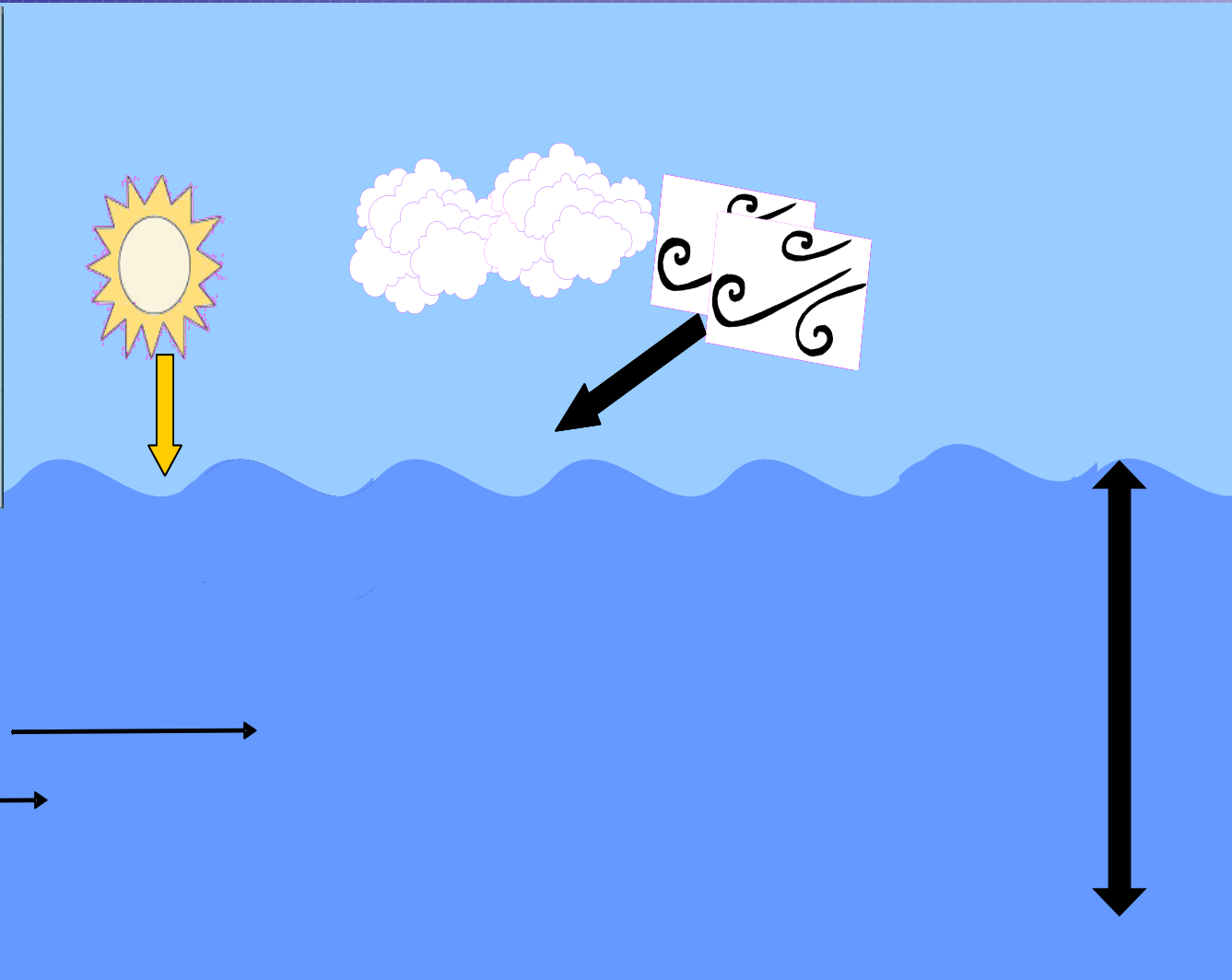
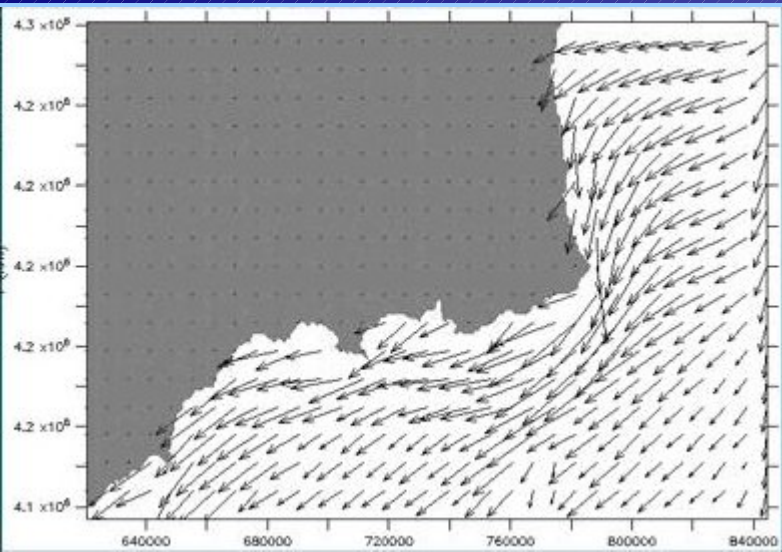
Bucles utilizados para el estudio

Estudio del código paralelizado

Estudio de autooptimización

Conclusiones

Trabajos futuros



El modelo COHERENS fué desarrollado entre los años 1990 y 1999:

- Management Unit **Muy extendido su uso** atical model.
- Napier University
- Proudman Oceanographic laboratory
- British Oceanographic **Código libre**

Código muy estructurado

Programado en fortran

Muy documentado

Experiencia en su uso

Incremento de la capacidad del hardware de procesamiento de sistemas multicore

Precio de los sistemas multicore

OpenMP estándar de facto de la programación en memoria compartida

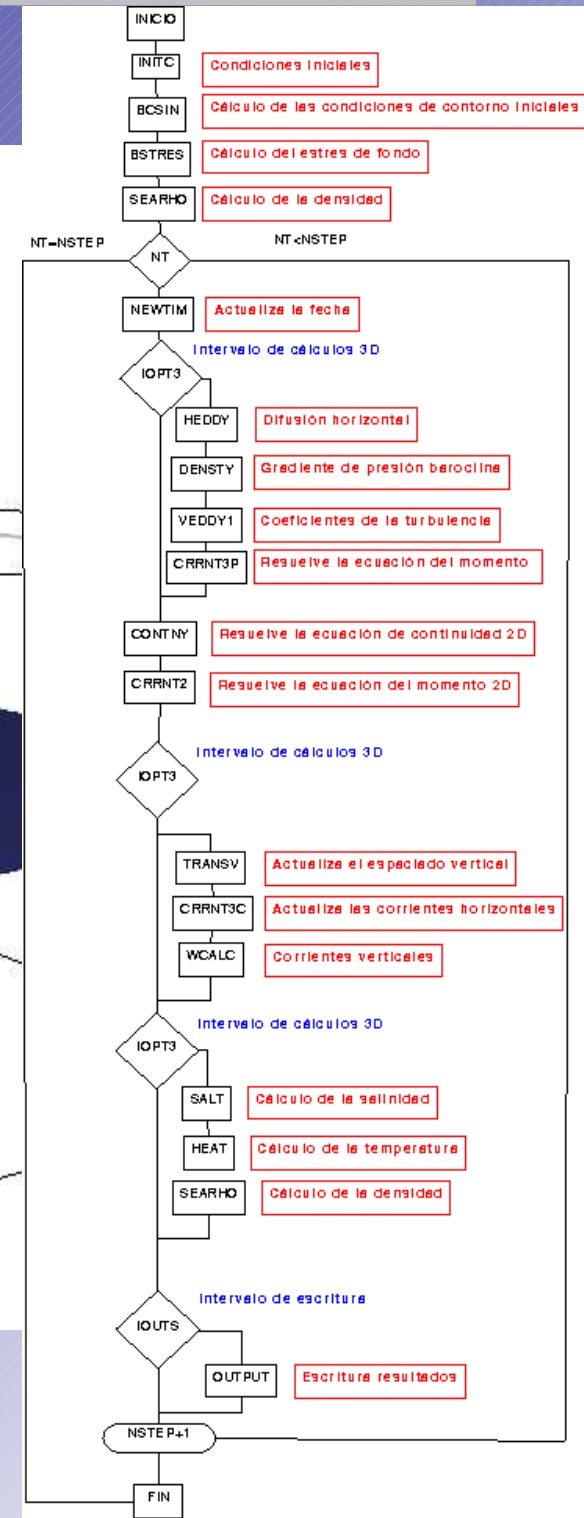
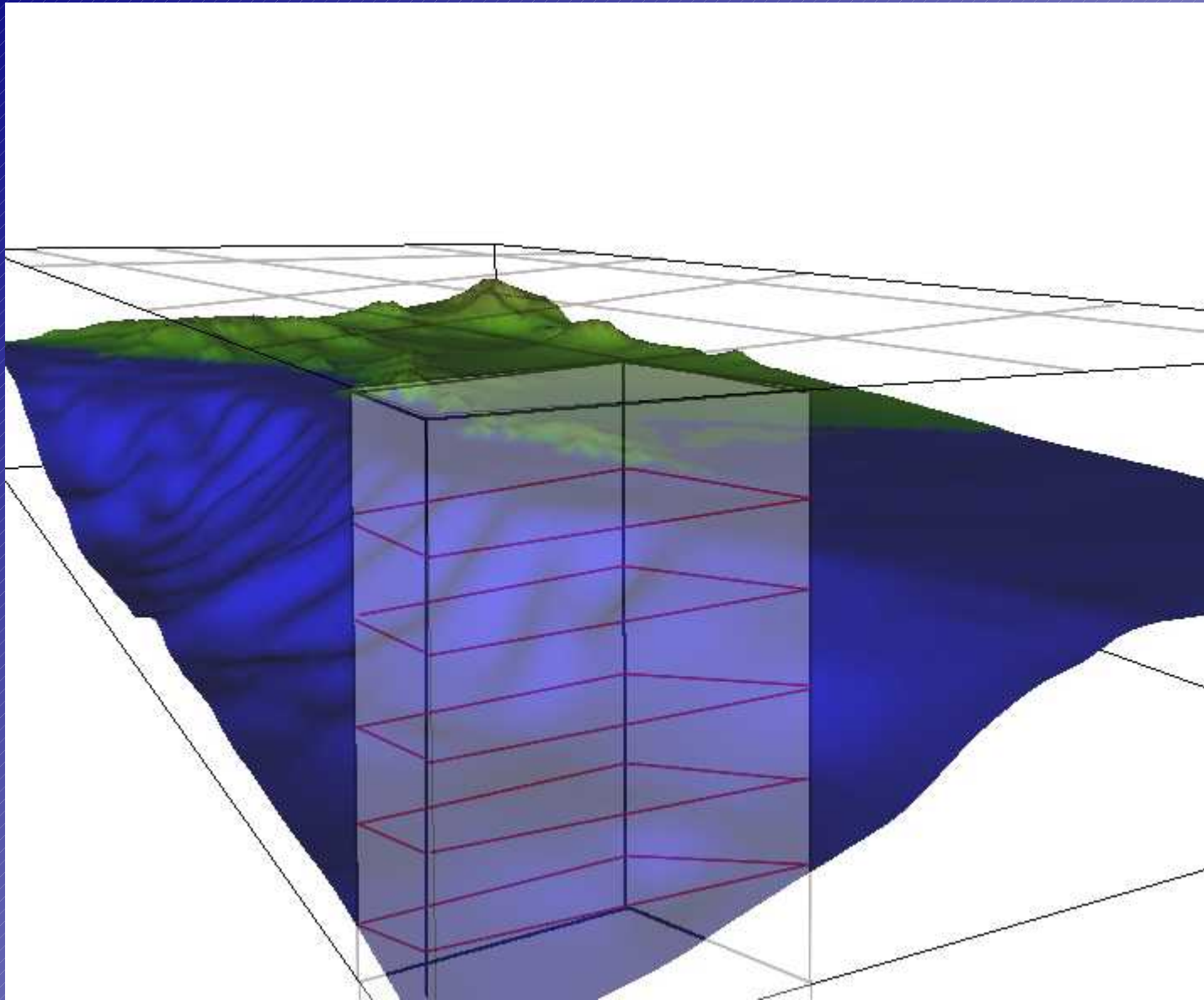
DE CÁLCULO
MUY GRANDES

SMO

The screenshot shows the website of the XUNTA DE GALICIA, specifically the CINAM METEOGALICIA section. The page features a navigation menu with options like 'Inicio', 'Temperatura', 'Viento', 'Humidade', 'Precipitación', 'Chuvia acum. (5h)', 'Nubes Altas', 'Nubes Medias', and 'Nubes Baixas'. Below the menu is a table with columns for '00Z', '06Z', '12Z', and '18Z' for each parameter. A map of Galicia is visible in the background, and a color scale legend is shown on the right side of the map. The footer includes 'GTNL - USC' and 'Consellería do Medio Ambiente - Xunta de Galicia'.

Estudio de Paralelización del modelo hidrodinámico COHERENS para sistemas multicore mediante OpenMP

Estructura del modelo



NCIO

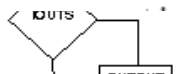
```

c$omp parallel
c$omp& private (i,j,ydifv ,xdifv ,ydifu)
c$omp do
  do i=1,nc
  do j=2,nr
    if (npiy(j,i).eq.1) then
      ydifv = (ydiflv(j,i)-ydiflv(j-1,i))/(gy2v(j)*cosphiv(j))

      xdifv = 0.5*(xdiflv(j,i+1) + xdiflv(j-1,i+1) -
1          xdiflv(j,i) - xdiflv(j-1,i))/gx2v(j,i)
      if (i.eq.1) then
1          ydifu = (ydiflu(j,i+1) - ydiflu(j,i))
1          /((0.5*gx2v(j,i+1)+1.5*gx2v(j,i)))
      elseif (i.eq.nc) then
1          ydifu = (ydiflu(j,i) - ydiflu(j,i-1))
1          /((0.5*gx2v(j,i-1)+1.5*gx2v(j,i)))
      else
1          ydifu = (ydiflu(j,i+1) - ydiflu(j,i-1))
1          /((0.5*(gx2v(j,i-1)+gx2v(j,i+1))+gx2v(j,i)))
      endif
      vdh2d(j,i) = ydifv + xdifv + ydifu
      vdh2d(j,i) = vdh2d(j,i) + sphcurv(j)*
1          (0.5*(xdiflu(j-1,i)+xdiflu(j,i))
2          -2.0*sphcurv(j)*dheddyvv(j,i)*vd2(j,i)/h2atv(j,i))
    endif
  end do
end do
c$omp end do
c$omp end parallel

```

NT-NSTEP

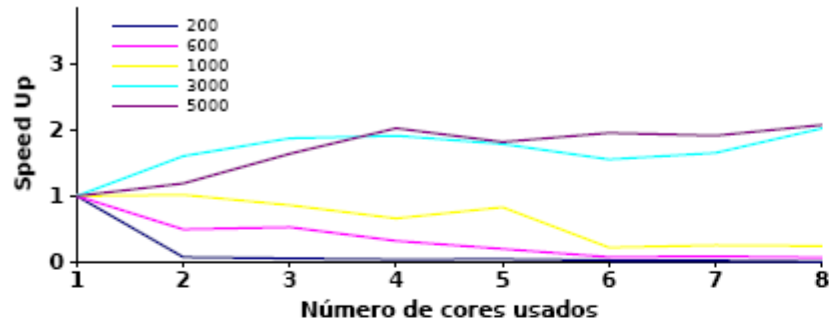


Rosebud: Pertenciente a la U. de Valencia, con un total de 48 cores distribuidos en 6 nodos.

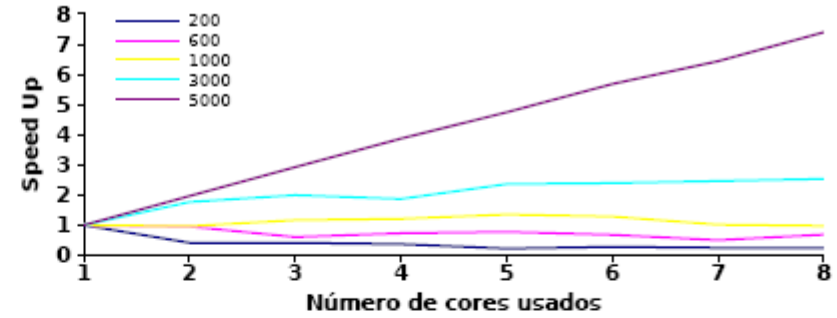
Hipatia : Pertenece a la U. P. C. T, con un total de 152 cores distribuidos en 18 nodos

3flops

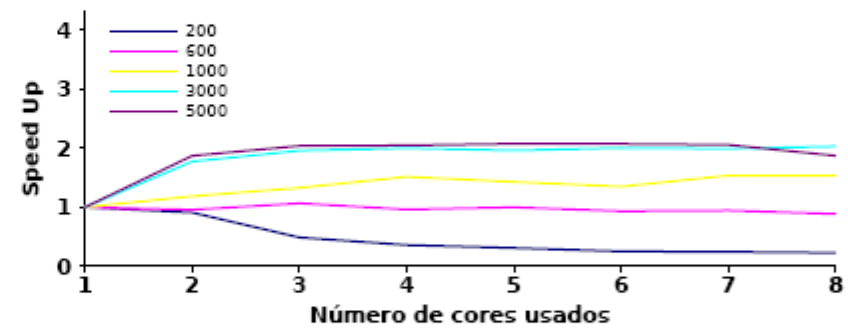
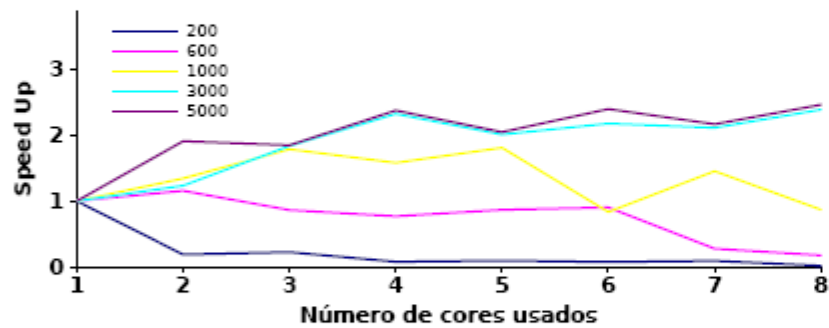
Hipatia



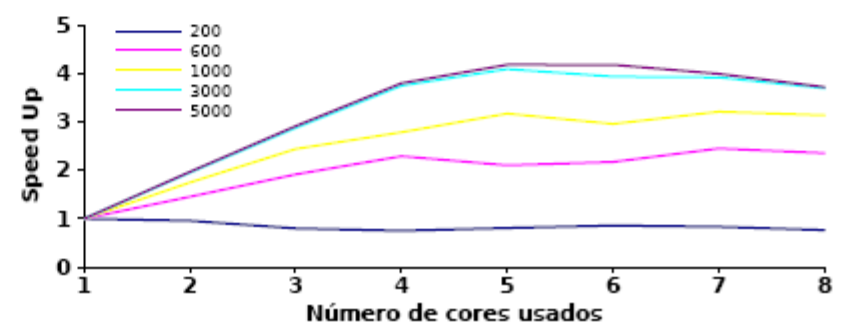
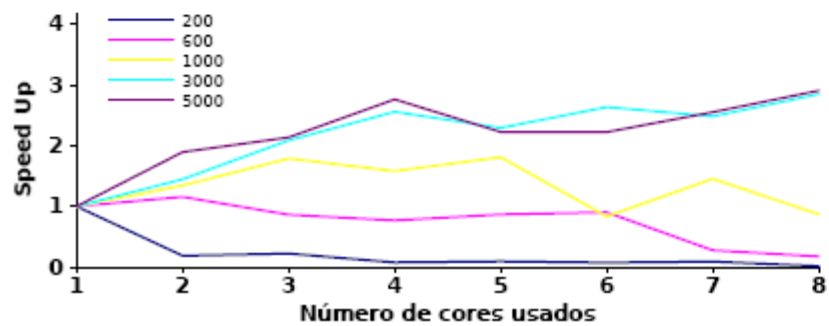
Rosebud



8flops



24flops

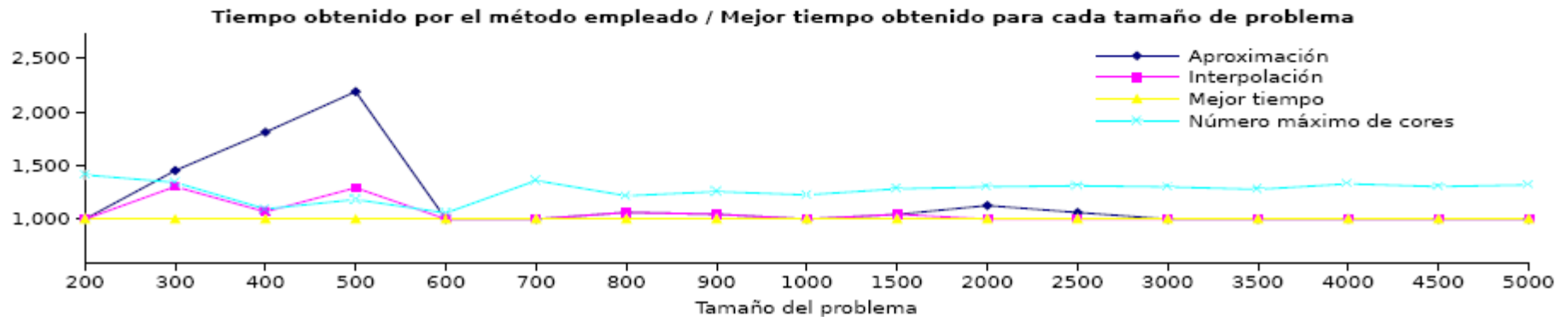
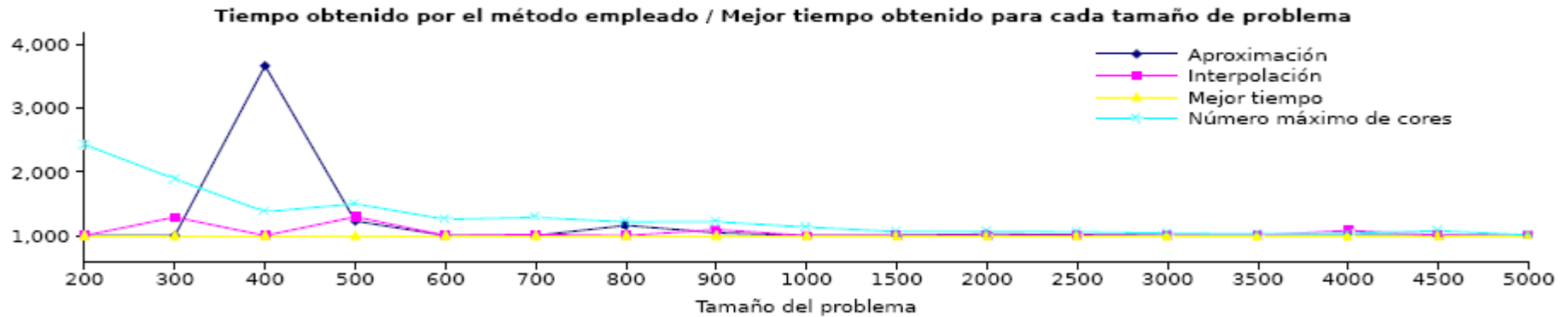
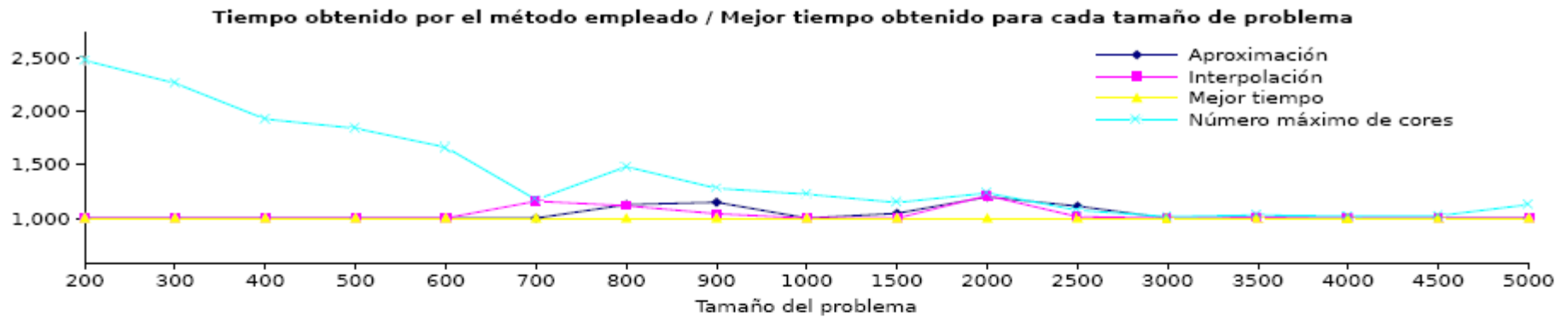


| <i>Rosebud</i> | | | |
|----------------|--------|-------------|--------|
| Tamaño | Thread | Tamaño | Thread |
| 200 | 1 | 2000 | 8 |
| 300 | 1 | 2500 | 8 |
| 400 | 2 | 3000 | 8 |
| 600 | 3 | 3500 | 8 |
| 800 | 5 | 4000 | 8 |
| 1000 | 7 | 4500 | 8 |
| 1500 | 8 | 5000 | 5 |

Usar máximo número de procesadores

Asignar el número de procesadores a partir de los valores de referencia más próximos

Obtener el número de procesadores mediante el cálculo por interpolación a partir de los valores de referencia.



Para el código paralelizado de COHERENS, el uso del máximo número de cores disponible no implica una mejora en los tiempos de cálculo.

Solamente a partir de un tamaño de problema de 600, el uso del código paralelizado supone una reducción en los tiempos de cálculo.

Existencia de un número de procesadores límite.

Dependencia del comportamiento respecto a la máquina.

Cada porción del código, según el número de flops, tiene una respuesta distinta a la paralelización.

Mejores resultados con el cálculo por interpolación.

Importancia económica. Euros/speed up

Estudio bucles 3D

Otras estrategias, polícompilación

Uso de otros tipos de mallas

**Pruebas en otras máquinas y con mayor
número de cores**

Desarrollo versión de COHERENS autooptimización

***“XVIII International Conference on Computational
Methods in Water Resources, Junio 2010”***