

# Automatización de simulaciones para procesos de optimización

Alicia Lapique Rodríguez  
Grupo de Investigación CEHINAV

# ÍNDICE

- **OBJETIVOS**

- Del proyecto
- De la presentación

- **CONDICIONES INICIALES**

- Punto de partida
- Problema

- **SOFTWARE EMPLEADO**

- OpenFOAM
- Python
- AQUAgnusph
- Wrytex

- **FASES CFD**

- **TIEMPO EMPLEADO**

- Proceso manual
- Proceso automático
- Comparación

- **COSTE DEL PROCESO**

- Proceso manual
- Proceso automático
- Comparación

- **CONCLUSIONES**

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Crear un programa para ayudar en el proceso de diseño y optimización de un artefacto naval
- Optimizar en la medida de lo posible el coste computacional y humano
- Vídeo

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

- Valorar cuantitativamente si compensa automatizar el proceso en función del número de simulaciones.
- Estudiar el tiempo y dinero empleado en llevar a cabo las simulaciones de forma manual y automática.

# ÍNDICE

- OBJETIVOS
  - Del proyecto
  - De la presentación
- **CONDICIONES INICIALES**
  - Punto de partida
  - Problema
- SOFTWARE EMPLEADO
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAghusph
  - Wrytex
- FASES CFD
- TIEMPO EMPLEADO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- COSTE DEL PROCESO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- CONCLUSIONES

# CONDICIONES INICIALES

## PUNTO DE PARTIDA

- Una simulación
- StarCCM+
- Tiempo de realización 3 meses aproximadamente

## PROBLEMA

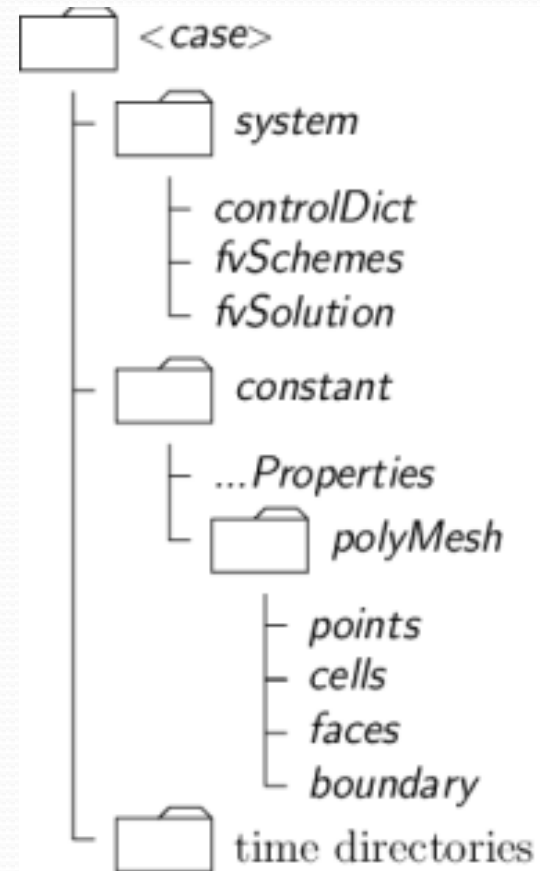
- Del orden de 100 simulaciones por diseño
- Casos similares
  - Geometría
  - Solver
  - Presentación de resultados

# ÍNDICE

- OBJETIVOS
  - Del proyecto
  - De la presentación
- CONDICIONES INICIALES
  - Punto de partida
  - Problema
- **SOFTWARE EMPLEADO**
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAgnusph
  - Wrytex
- FASES CFD
- TIEMPO EMPLEADO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- COSTE DEL PROCESO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- CONCLUSIONES

# SOFTWARE EMPLEADO

- OpenFOAM
  - CFD: Mecánica de Fluidos Computacional
  - OpenFOAM is a free, open source CFD software  
<http://www.openfoam.com>
  - FVM: Finite Volume Method  
<http://www.openfoam.com/features/numerical-method.php>
  - Los casos se estructuran en archivos. (No tiene interfaz gráfica)
  - Algo similar a PyFOAM





# SOFTWARE EMPLEADO

- Python
  - Lenguaje de programación
  - <http://www.python.org/>
  - ¿Por qué Python?
    - Sencillo
    - Fácil modificación de archivos de texto y variables de entrada
    - Función `os.system(comando)`, que ejecuta el comando (de bash) en un terminal

# SOFTWARE EMPLEADO

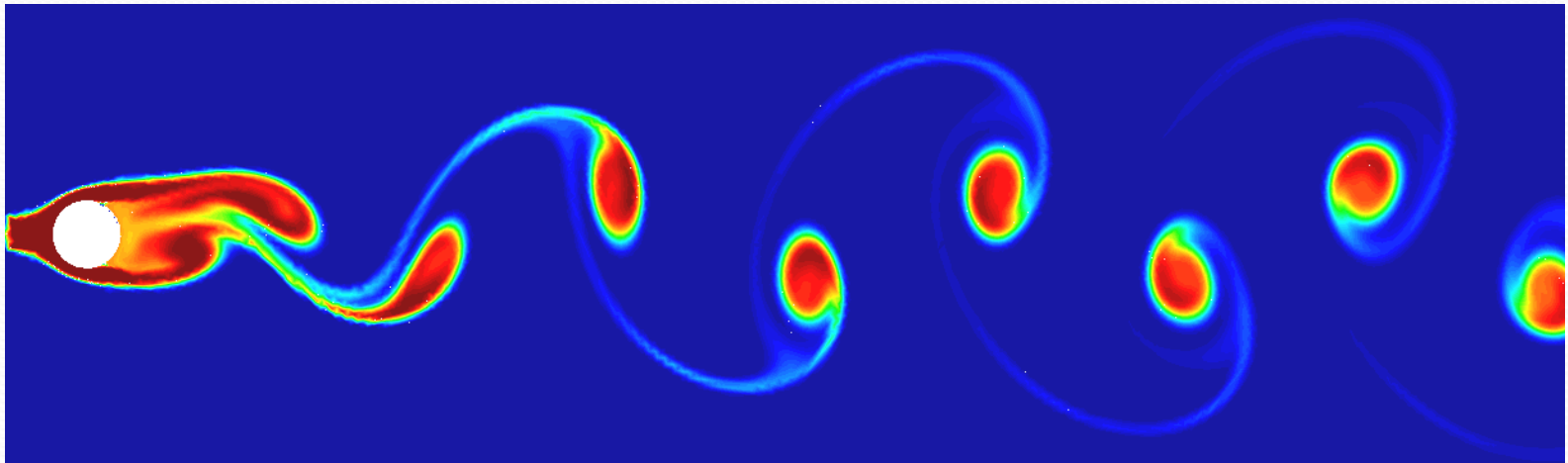
- AQUAghusph
  - CFD: Mecánica de Fluidos Computacional
  - AQUAghusph is a homemade software
  - SPH: Smoothed-particle hydrodynamics
  - Vídeo
- Wrytex
  - Librería Python
  - Homemade
  - Genarar documentos Latex
  - <https://gitorious.org/wrytex>

# ÍNDICE

- **OBJETIVOS**
  - Del proyecto
  - De la presentación
- **CONDICIONES INICIALES**
  - Punto de partida
  - Problema
- **SOFTWARE EMPLEADO**
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAgnusph
  - Wrytex
- **FASES CFD**
- **TIEMPO EMPLEADO**
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- **COSTE DEL PROCESO**
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- **CONCLUSIONES**

# FASES DE UNA SIMULACIÓN CFD

- Preprocesado
  - Definir el problema y las ecuaciones que lo gobiernan
  - Condiciones de contorno e iniciales
  - Mallado de la geometría
- Procesado
  - Solución numérica del problema
- Postprocesado
  - Crear gráficas, videos...



# ÍNDICE

- OBJETIVOS
  - Del proyecto
  - De la presentación
- CONDICIONES INICIALES
  - Punto de partida
  - Problema
- SOFTWARE EMPLEADO
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAgnusph
  - Wrytex
- FASES CFD
- **TIEMPO EMPLEADO**
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- COSTE DEL PROCESO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- CONCLUSIONES

# TIEMPO EMPLEADO

- HIPÓTESIS

¡SOMOS RICOS!

Tenemos todo el dinero necesario para personal, pero todo el trabajo lo hace una persona.

El objetivo es terminar cuanto antes.

# TIEMPO PROCESO MANUAL

- Tiempo de preparar, postprocesar y documentar una simulación

$$T_{\text{simulación}} \approx 1 \text{ semana}$$

- Tiempo de cálculo por simulación

$$T_{\text{cálculo}} \approx 2 \text{ días}$$

- Tiempo muerto: tiempo entre simulación y simulación

$$T_{\text{tiempo muerto}} \approx 12 \text{ h}$$

- Tiempo empleado en validar el caso

$$T_{\text{validación}} \approx 1.5 \text{ meses}$$

- Tiempo total manual:

$$T_{\text{manual}} = N_{\text{casos}} \cdot (T_{\text{simulación}} + T_{\text{tiempo muerto}} + T_{\text{cálculo}}) + T_{\text{validación}}$$

# TIEMPO PROCESO AUTOMÁTICO

- Tiempo total de desarrollo

$$T_{desarrollo} \approx 2 \text{ meses}$$
$$T_{desarrollo} = T_{SPH} + T_{controlador\ general} + T_{OF} + T_{Wrytex}$$

- Tiempo desarrollo SPH

$$T_{SPH} \approx 10 \text{ días}$$

- Tiempo muerto: tiempo entre simulación y simulación

$$T_{tiempo\ muerto} = 0$$

- Tiempo de cálculo por simulación

$$T_{cálculo} \approx 2 \text{ días}$$

- Tiempo validación: tiempo empleado en validar el caso (el mismo empleado en validar con el proceso manual) y en validar el programa

$$T_{validación} \approx T_{validar\ caso} + T_{validar\ programa} \approx 2 \text{ meses}$$

- Tiempo total automático:

$$T_{automático} = N_{casos} \cdot (T_{cálculo}) + T_{validación} + T_{desarrollo} - T_{SPH}$$

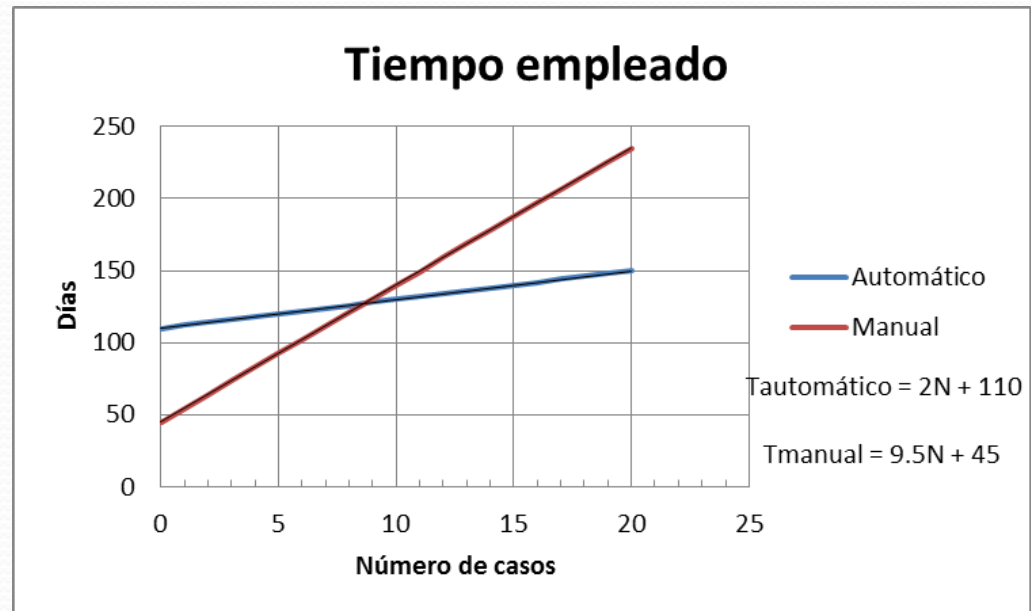


# COMPARACIÓN

- $$T_{manual} = N_{casos} \cdot (T_{simulación} + T_{tiempo\ muerto} + T_{cálculo}) + T_{validación}$$

$$T_{automático} = N_{casos} \cdot (T_{cálculo}) + T_{validación\ (caso+prog)} + T_{desarrollo} - T_{SPH}$$

A partir de **8 casos** es rentable automatizar el proceso



# ÍNDICE

- OBJETIVOS
  - Del proyecto
  - De la presentación
- CONDICIONES INICIALES
  - Punto de partida
  - Problema
- SOFTWARE EMPLEADO
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAgnusph
  - Wrytex
- FASES CFD
- TIEMPO EMPLEADO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- **COSTE DEL PROCESO**
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- CONCLUSIONES

# COSTE PROCESO

- HIPÓTESIS

¡SOMOS JÓVENES!

Tenemos todo el tiempo del mundo

Queremos gastar poco dinero

Sólo se tendrá en cuenta el coste del ingeniero:

$$\textit{Coste} = \textit{Tiempo} \times \textit{Precio ingeniero}$$

# COSTE PROCESO MANUAL

- Tiempo para preparar, postprocesar y documentar una simulación

$$T_{\text{simulación}} \approx 1 \text{ semana}$$

- Tiempo para validar el caso

$$T_{\text{validación}} \approx 1.5 \text{ meses}$$

- Coste total manual:

$$C_{\text{manual}} = (N_{\text{casos}} \cdot T_{\text{simulación}} + T_{\text{validación}}) \times P_{\text{ingeniero/h}}$$

# COSTE PROCESO AUTOMÁTICO

- Tiempo total de desarrollo (el ingeniero que desarrolla el programa emplea Python)

$$T_{desarrollo} \approx 2 \text{ meses}$$
$$T_{desarrollo} = T_{SPH} + T_{controlador\ general} + T_{OF} + T_{Wrytex}$$

- Tiempo de desarrollo SPH

$$T_{SPH} \approx 10 \text{ días}$$

- Tiempo de validación: coste de validar el caso (el mismo de validar con el proceso manual) y de validar el programa

$$T_{validación} = T_{validar\ caso} + T_{validar\ programa} \approx 2 \text{ meses}$$

- Coste total automático:

$$C_{automático} = (T_{validación} + T_{desarrollo} - T_{SPH}) \times P_{ingeniero(Python)/h}$$

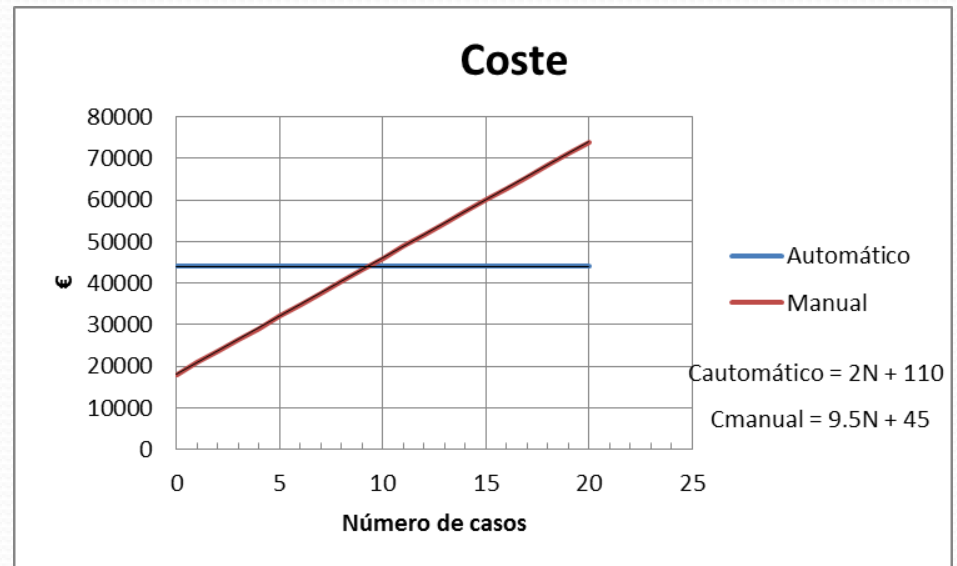
# COMPARACIÓN

$$C_{manual} = (N_{casos} \cdot T_{simulación} + T_{validación}) \times P_{ingeniero/h}$$

$$C_{automático} = (T_{validación} + T_{desarrollo} - T_{SPH}) \times P_{ingeniero(Python)/h}$$

$$P_{ingeniero/día} = 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 50 \frac{\text{€}}{\text{hora}} = 400 \text{ €/día}$$

Suponiendo que todos los ingenieros cobran lo mismo, se estima que a partir de 9 casos es rentable automatizar el proceso.



# ÍNDICE

- OBJETIVOS
  - Del proyecto
  - De la presentación
- CONDICIONES INICIALES
  - Punto de partida
  - Problema
- SOFTWARE EMPLEADO
  - OpenFOAM
  - Python
  - AQUAgnusph
  - Wrytex
- FASES CFD
- TIEMPO EMPLEADO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- COSTE DEL PROCESO
  - Proceso manual
  - Proceso automático
  - Comparación
- **CONCLUSIONES**

# CONCLUSIONES

El cálculo del tiempo y dinero empleado en llevar a cabo las simulaciones se ha particularizado para un proyecto en concreto.

Por tanto, los resultados obtenidos cuantitativamente son sólo válidos para este caso.

A pesar de ello, se puede decir que la automatización con Python ayuda a reducir tanto el tiempo empleado como el coste.



# CONCLUSIONES

En nuestro proyecto, si se quiere llevar a cabo más de 8-9 simulaciones compensa en tiempo y dinero automatizar el proceso.

Es significativo que tomando dos hipótesis diferentes se obtenga aproximadamente el mismo número de simulaciones para las que el programa comienza a compensar.

En el caso de que el precio/h del ingeniero con conocimiento de Python sea mayor, será necesario realizar un mayor número de simulaciones para que fuese rentable automatizar el proceso.

# CONCLUSIONES

El desarrollo del programa con Python es relativamente sencillo y disminuye notablemente la probabilidad de cometer fallos humanos.

Además hemos conseguido optimizar el proceso empleando OpenFOAM (*open source*)



¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!

¿¿PREGUNTAS??