



**Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TITULACIÓ:

**GRAU D'ENGINYERIA EN TECNOLOGÍES INDUSTRIALS**

ALUMNE:

**IVÁN PÉREZ GARCÍA**

TÍTOL TFG:

**ESTUDIO AERODINÁMICO DEL FLUJO  
ALREDEDOR DE UN AHMED BODY MEDIANTE  
OPENFOAM**

DIRECTOR DEL TFG:

**JOSEP MARIA BERGADÀ GRANYÓ**

CONVOCATÒRIA DE LLIURAMENT DEL TFG

**MAIG 2016**

CONTINGUT D'AQUEST VOLUM:

---

**DOCUMENT 2.- BUDGET**

## Presupuesto

En el ámbito del CFD a nivel industrial, el coste mínimo aproximado de un hardware adecuado puede variar entre 5000 y 10.000€ (más costes de mantenimiento). Las licencias vitalicias de software comerciales están en rangos entre 10.000 y 50.000€ dependiendo del número de extras que incorpore el paquete. También existen licencias anuales o de medio año, como FLUENT (1.800€, 6 meses). Así pues la inversión en los costes del CFD no es pequeña, pero al final, los costes totales no son tan elevados como los de unas instalaciones para experimentar con un mínimo de calidad. No obstante, hay otras importantes ventajas del CFD respecto a las aproximaciones experimentales para el diseño de sistemas fluidos:

- Substantial reducción de horas y costes en nuevos diseños
- Habilidad para estudiar sistemas que son difíciles o imposibles de controlar experimentalmente.
- Habilidad para estudiar sistemas bajo condiciones peligrosas que serían de mucho riesgo ejecutarlas experimentalmente
- Ilimitado límite del nivel de detalle en los resultados

Los costes variables de un experimento, en lo que se refiere al alquiler de las instalaciones y/o costes de personal, es proporcional a la cantidad de datos que se quieren extraer o de las configuraciones que se quieren probar. En contraposición, los códigos CFD pueden extraer cantidades muy grandes de datos para ser analizadas y sin coste adicional.

No hay que olvidar que una empresa dedicada profesionalmente requiere y debe fijarse en disponer de personal altamente cualificado para poder ejecutar los códigos de software e interpretar adecuadamente los resultados, y no tanto del grado manejo en el modelado requerido en el CFD.

En base a todo lo mencionado se ha iniciado un estudio económico para la realización de este proyecto.

Fase	Actividad	Ratio [€/unidad]	Unidades	Total [€]
Estudio previo	Definición y alcance	10 €/hora	7	70
	Instalación y acondicionamiento de los computadores para OF	10 €/hora	13	130
	Aprendizaje de OF	10 €/hora	150	1500
Licencia de software	Licencia de OF	0 €/licencia	-	
Estudio	Preprocessing y mallado	10 €/hora	150	1500
	Setup de los casos	10 €/hora	30	300
	Solving	10 €/hora	30	300
	Postprocesing	10 €/hora	60	600
Reporte	Desarrollo de memoria	10 €/hora	80	800
	Impresión y layout	30€/reporte	1	30
Transporte	Casa – universidad	5,6€/día	88	492,8
Energía	Computación	0,08€/hora	900	72
Material	Amortización del pc y mantenimiento (5 años)	30€/mes	5	150
<b>Precio total [€]</b>				<b>5.944,8</b>

Tabla 0.1: Presupuesto general del proyecto

El software empleado para el estudio es open source (libre distribución) y por tanto no ha hecho falta pagar para su licencia. En contraposición, OpenFOAM no dispone de interfaces gráficas de fácil manejo como p.e. ANSYS-FLUENT y ha requerido muchas horas de aprendizaje para familiarizarse con el paquete. Se estima que se ha ahorrado en torno a un 13% al usar software libre en comparación de si se hubiera hecho en FLUENT. Esta variación no es muy alta debido al alto coste de tiempo en el aprendizaje de OpenFOAM. No obstante, para un segundo proyecto características similares donde el aprendizaje pudiera prácticamente reducirse a unas pocas horas, la ventaja económica estimada sería superior a un 40%, que es mucho más notable.

Las horas de computación se han estimado para un consumo medio de los equipos de computación utilizados de 400W y un precio de 0,2 €/kWh.