

10. Estudio sección bidimensional de una góndola con perfil

Conviene mostrar las mallas usadas para la resolución del problemas bidimensional en el cual los obstáculos son la sección longitudinal de un motor y un perfil. Las Figuras 68 y 69 son las mallas aportadas a *Fluent* para resolver el problema. Tal y como es lógico y como muestra la Figura 69, las partes en las que se esperan mayores variaciones fluidas (capas límites, borde de ataques de labios del motor y del perfil, zona de fluida de mezclas entre chorros) son las que tienen discretizaciones de menor tamaño. Aunque como se ha comentado en otras ocasiones el tamaño puesto al final en estas zonas no ha sido tan pequeño como para recoger de manera correcta el pico de succión.

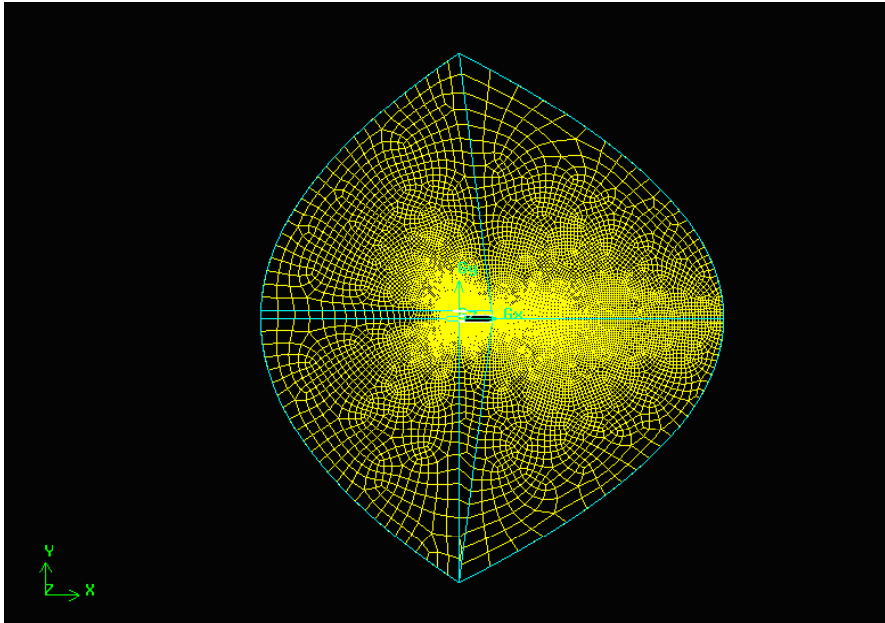


Figura 68: Malla del modelo bidimensional con perfil

Las mallas usadas para los modelos compresible e incompresible tienen la misma discretización, el único cambio son las condiciones de contorno de cada frontera (dependiendo de si la resolución es por modelos compresible o incompresible), porque *Fluent* dependiendo del tipo de problema solo acepta unas determinadas condiciones de contorno, como se dijo con anterioridad.

10.1. Resultados *Fluent*

Los resultados presentados a continuación serán siempre para $U_\infty = 120m/s$ y para una $h = 10,000m$, mientras que se irán cambiando u_{motor} y si se tiene o no en cuenta los efectos de la compresibilidad.

Las Figuras 70 y 71 muestran el campo de presiones incompresible y compresible, respectivamente, para el

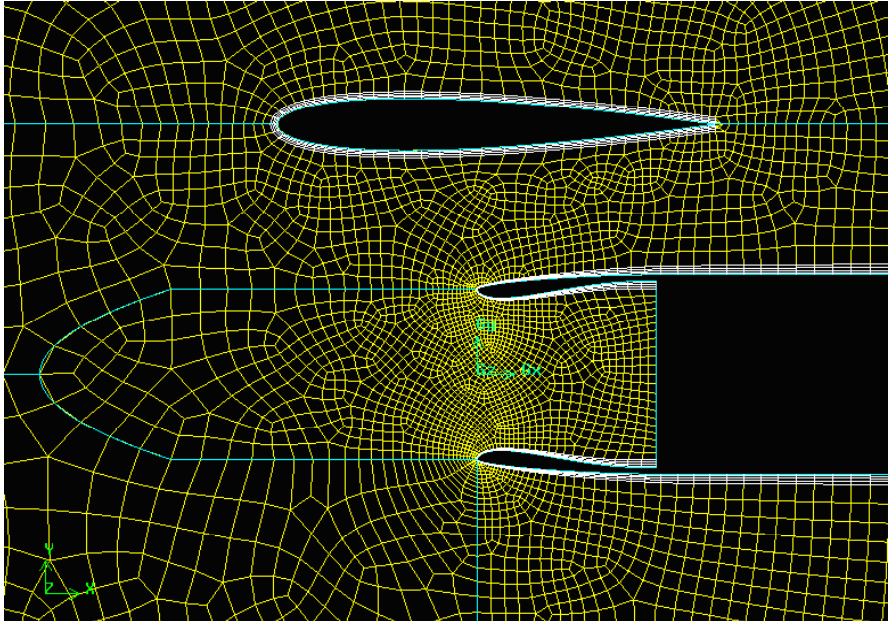


Figura 69: Malla del modelo bidimensional con perfil. Zoom

problema ($u_{motor} = 70m/s$, $U_{\infty} = 120m/s$ y $h = 10000m$). Tal y como se puede observar las diferencias en ambas Figuras son pequeñas demostrando que para números de Mach entorno a 0.44 los efectos de la compresibilidad no son importantes. Además las soluciones compresibles e incompresibles cambiando el gasto motor se siguen sin diferenciar de forma excesiva, tal y como ocurría para el caso bidimensional sin perfil.

La Figura 72 muestra que las variaciones del número de Mach en la solución compresible son pequeñas, confirmando de nuevo que para el $M \approx 0,44$ la solución compresible se asemeja mucho a la incompresible.

Las soluciones incompresibles para los casos $u_{motor} = 85m/s$ y $u_{motor} = 100m/s$ se muestran en las Figuras 73 y 74. En ellas se puede observar como el gradiente de presiones es menos severo para el caso $u_{motor} = 100m/s$ tanto para el perfil como para los labios de la toma difusiva.



Figura 70: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil



Figura 71: Presiones en el dominio fluido compresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil

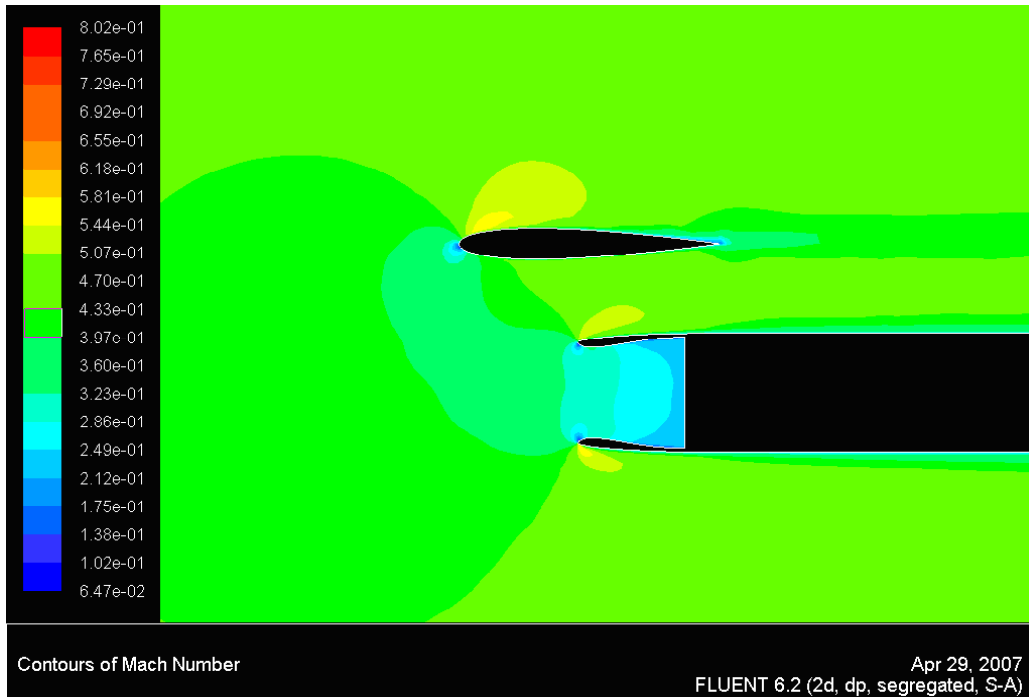


Figura 72: Mach para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil



Figura 73: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 85m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil

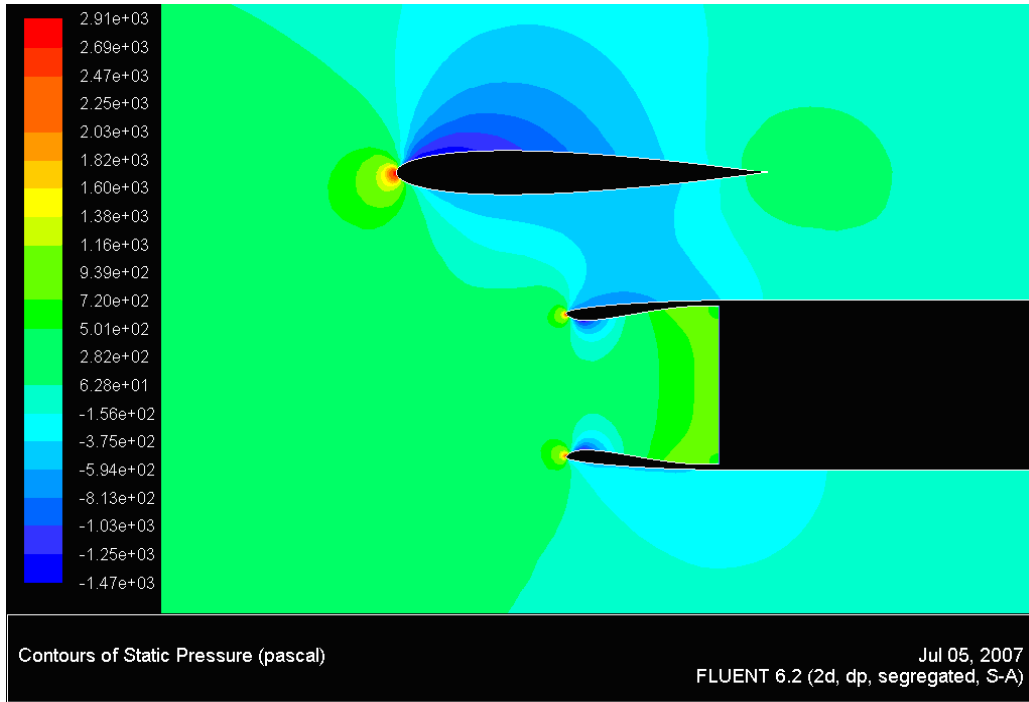


Figura 74: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 100m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil

Un parámetro en el que se ha hecho bastante énfasis durante este proyecto es la situación del punto de remanso en los labios del motor, debido a su estrecha relación con posible empuje provocado por la presión en el labio debido a la geometría de éste. Las Figuras 75 y 76 muestran los vectores velocidad obtenidos en las cercanías del borde de ataque del labio superior del motor, obtenidos en la solución de *CFD* para distintos problemas.

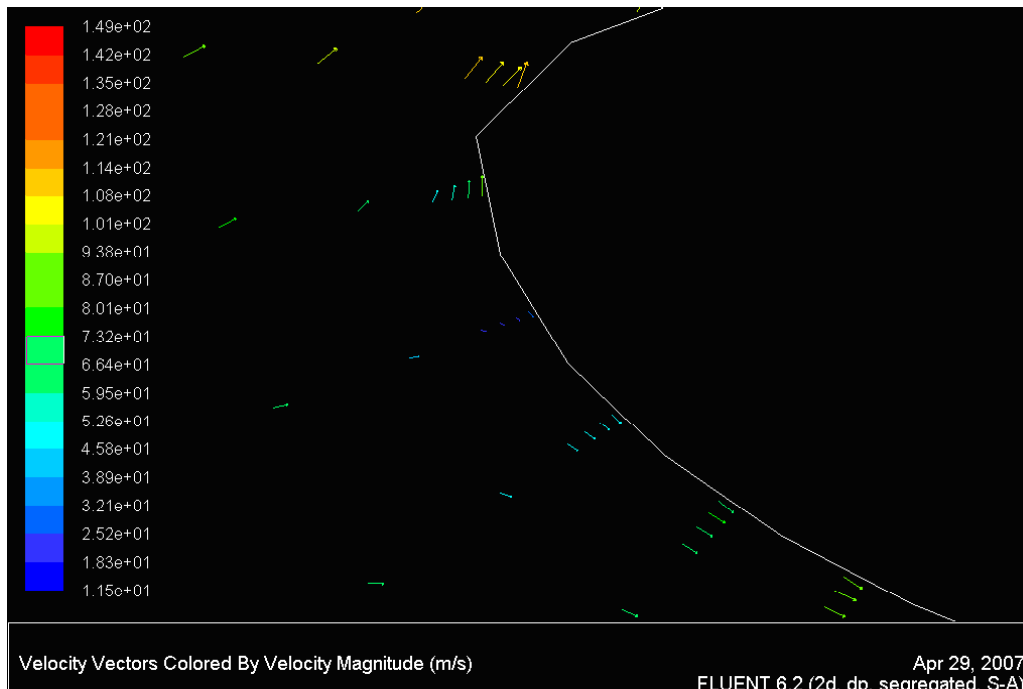


Figura 75: Punto de remanso sobre el labio para $u_{motor} = 85m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil

El último mapa fluido que se mostrará será el de la turbulencia obtenida para la solución incompresible con $u_{motor} = 70m/s$ en la Figura 77. En dicha Figura se observa con claridad como la turbulencia obtenida se confina en las capas límites y en la mezcla de los chorros a distintas velocidades.

Una vez mostrados los mapas de las magnitudes fluidas se representará una características que no se hallaron con la resolución del método de paneles. Esta magnitudes es el coeficiente de resistencia viscosa para los labios del motor, definida por

$$C_{d_f} = \frac{\int_{labio} \mu \vec{t} \cdot \vec{i} \frac{du(y=0,x)}{dt} dx}{0,5 \rho U_{\infty}^2 c_{labio}}$$

La Tabla 20 muestra los resultados obtenidos para el labio superior y para el labio inferior. Los valores de C_{d_f} obtenidos son mayores que para el caso en el que no hay perfil.

A continuación en la Tabla 21 se mostrará el coeficiente de resistencia de fricción de los perfiles:

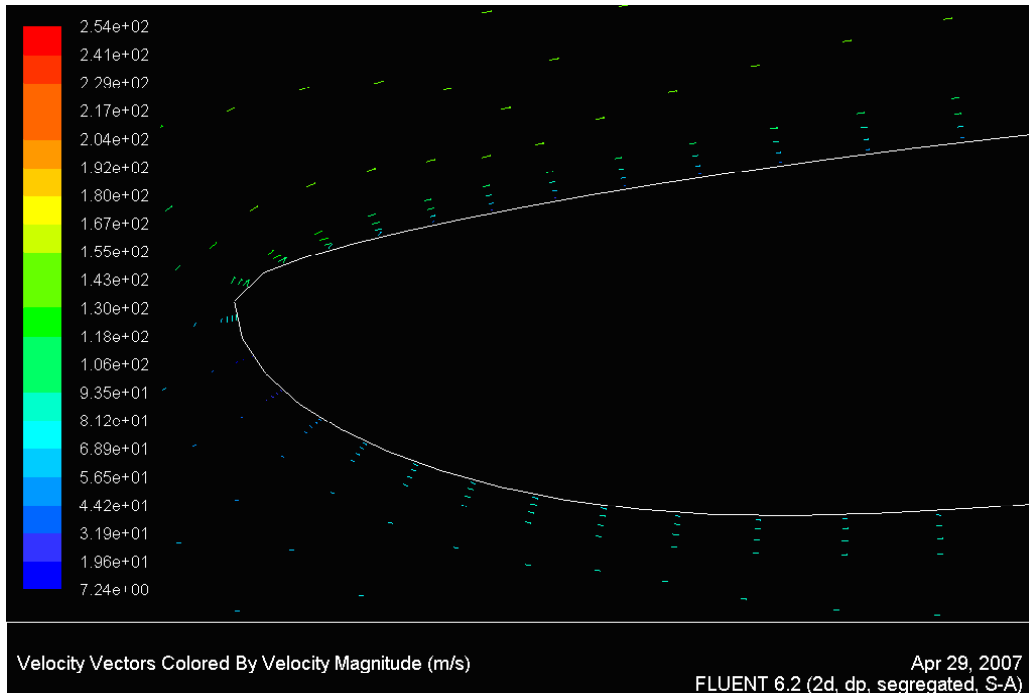


Figura 76: Velocidad para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil compresible

	C_{d_f} labio superior			C_{d_f} labio inferior		
	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,5833$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,7033$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,8333$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,5833$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,7033$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,8333$
Extradós	0.0027	0.0037	0.0046	0.0025	0.004	0.005
Intradós	0.0017	0.002	0.0031	0.0016	0.0023	0.003
Total	0.0044	0.006	0.0077	0.0042	0.0063	0.008

Cuadro 20: C_{d_f} de los labios del motor. Caso bidimensional con perfil

	C_{d_f} perfil 10^{-3}		
	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,5833$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,7033$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,8333$
Extradós	3.5	3.57	3.65
Intradós	3.83	3.84	3.81
Total	7.33	7.42	7.46

Cuadro 21: C_{d_f} del perfil. Caso bidimensional

Los coeficientes C_{d_f} mostrados por la Tabla 21 son turbulentos, por eso el valor de éstos es mucho mayor que los obtenidos con el método de la capa límite laminar y el CFD laminar que se mostraron en la sección 6.6.

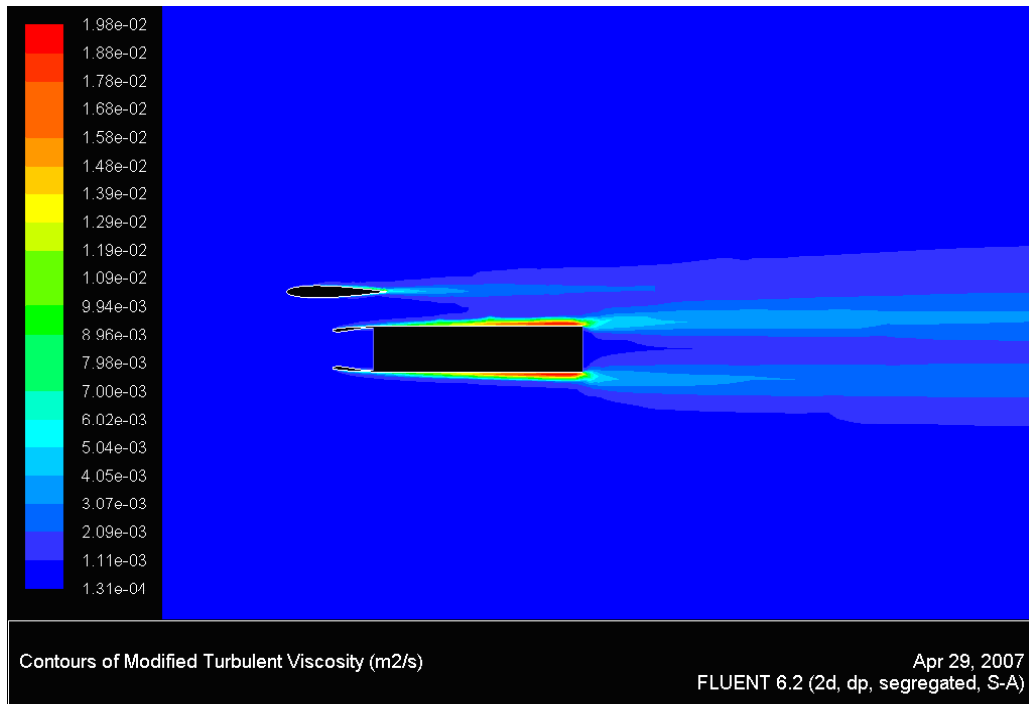


Figura 77: Turbulencia en el dominio incompresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional con perfil