

9. Estudio sección bidimensional de una góndola

Para empezar se muestran las mallas aportadas a *Fluent* para resolver los distintos problemas que se plantearan en este apartado; las Figuras 58 y 59 son las mallas usadas. Tal y como es lógico y como muestra la Figura 59, 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 elementos de menor tamaño. Si bien 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.

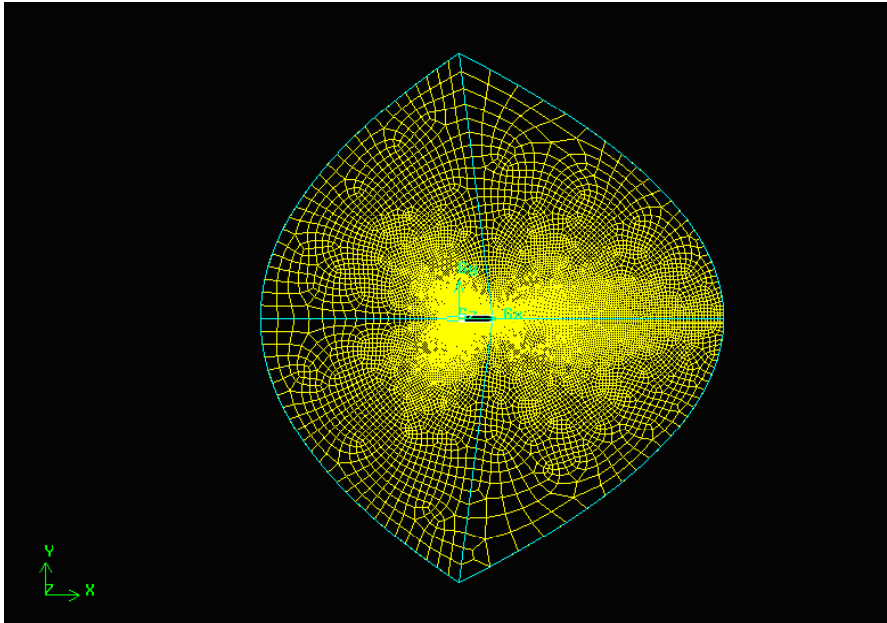


Figura 58: Malla del modelo bidimensional sin perfil

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 compresible o incompresible), porque *Fluent* dependiendo del tipo de problema solo acepta unas determinadas condiciones de contorno, tal y como se comentó con anterioridad.

9.1. 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.

En primer lugar se hará un análisis en el que se compararán soluciones del mismo problema, una con modelos

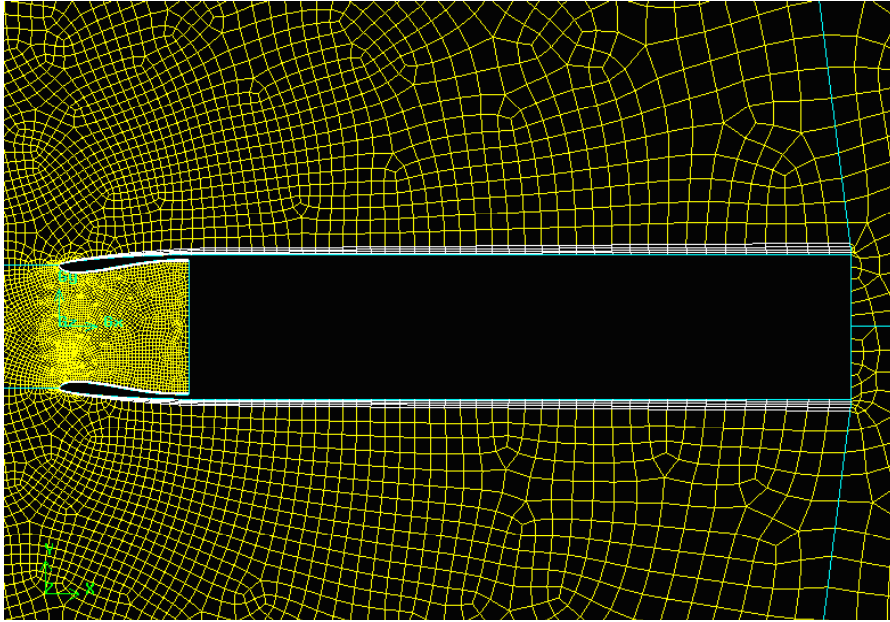


Figura 59: Malla del modelo bidimensional sin perfil. Zoom

compresibles y otra con modelos incompresibles, para ver la importancia de los efectos de la compresibilidad a los números de Mach de operación, entorno a 0.44.

Las Figuras 60 y 61 muestran el campo de presiones incompresible y compresible, respectivamente, para el 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.

Si se vuelve a realizar la comparación pero con $u_{motor} = 80m/s$ se observa que se vuelve a concluir que los efectos de la compresibilidad vuelven a ser despreciables, para ello conviene comparar las Figuras 62 y 63. Las soluciones compresibles e incompresibles con el nuevo gasto motor se siguen sin diferenciar de forma excesiva. Y si se sigue calculando el comportamiento para otras velocidades de entrada en el motor distintas de $70m/s$ y $80m/s$ las diferencias obtenidas en las presiones vuelven a ser no muy grandes.

Notar que los valores absolutos de las presiones en las todas las soluciones compresibles son mayores que en las soluciones incompresibles, tal y como debe ser.

Si se comparan las soluciones para $u_{motor} = 70m/s$ y para $u_{motor} = 80m/s$ las depresiones son mayores para el primer caso, debido a la distinta geometría del tubo de corriente absorbido por la sección longitudinal del motor, que provoca un distinto ángulo de ataque incidente para el flujo que incide sobre el labio.

Una vez hecho el estudio de la influencia de la compresibilidad, se calculará la solución en presiones incompresible

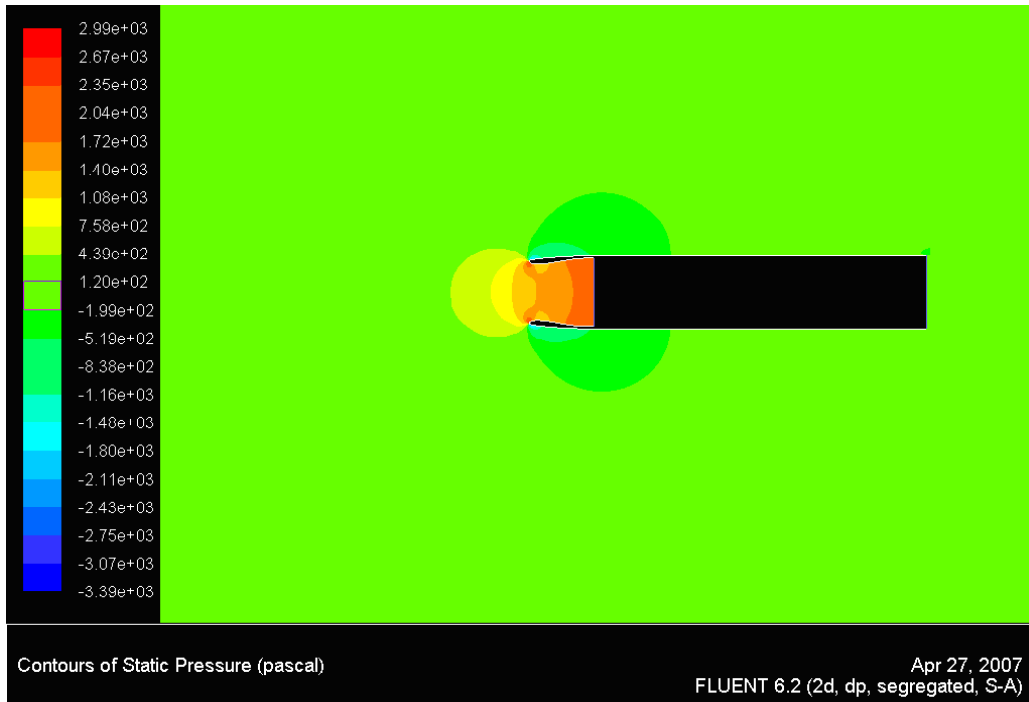


Figura 60: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil

para el caso de $u_{motor} = 100m/s$, la Figura 64 muestra el resultado. Comparándola con las Figuras 62 y 60 (donde el gasto entrante en el motor era menor) se concluye que los valores de las presiones son menores para $u_{motor} = 100m/s$ que para valores de u_{motor} menores de $100m/s$, tal y como era de esperar.

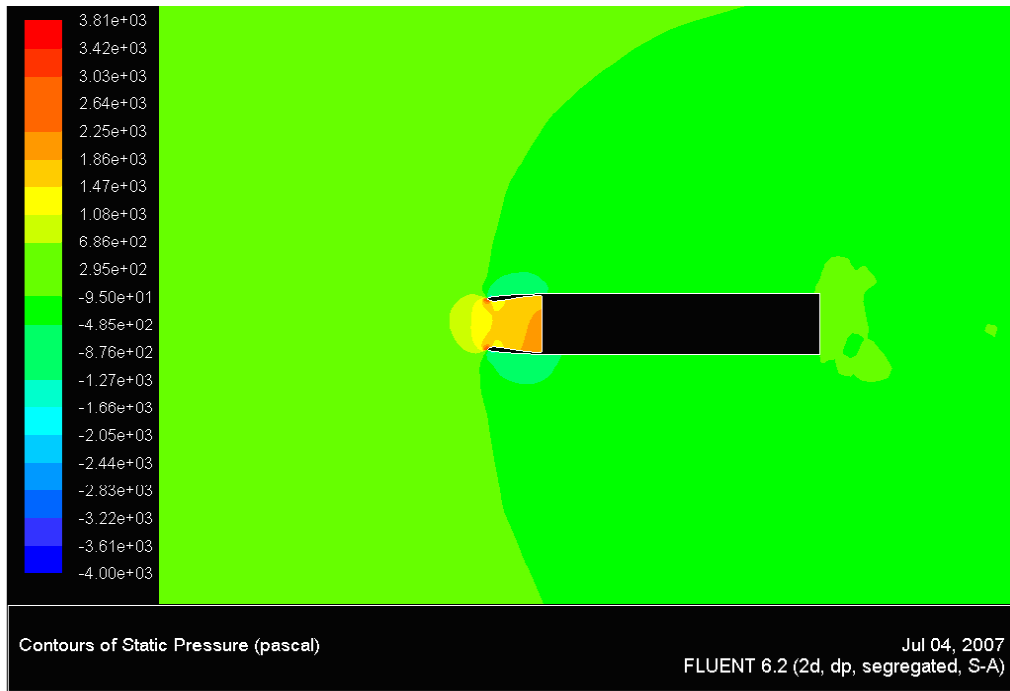


Figura 61: Presiones en el dominio fluido compresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil

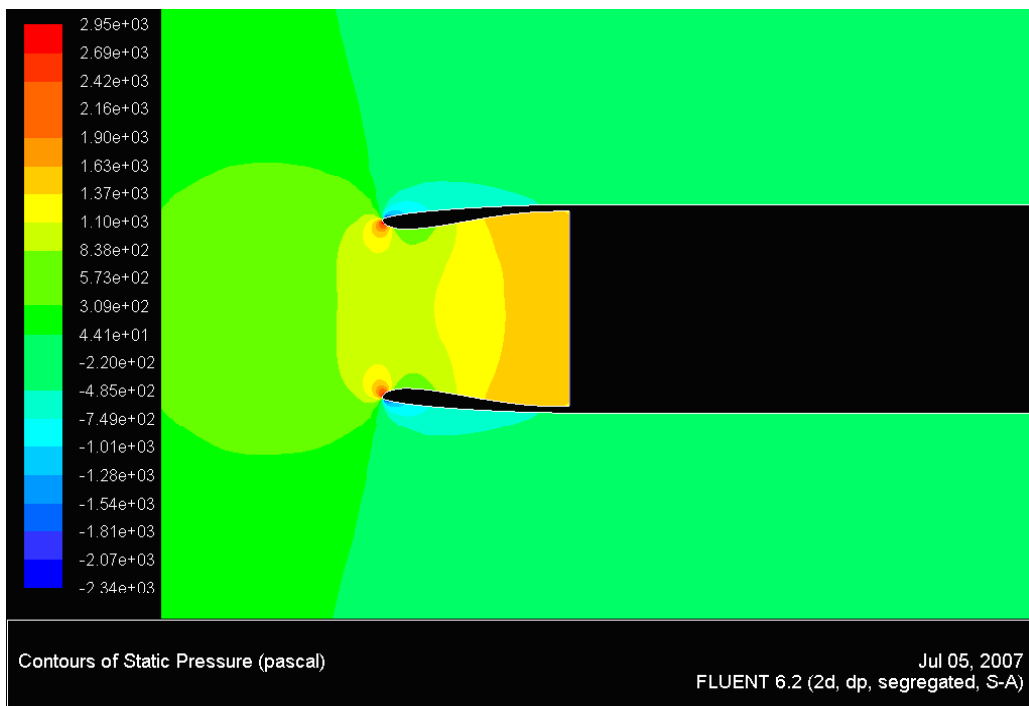


Figura 62: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 80m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil

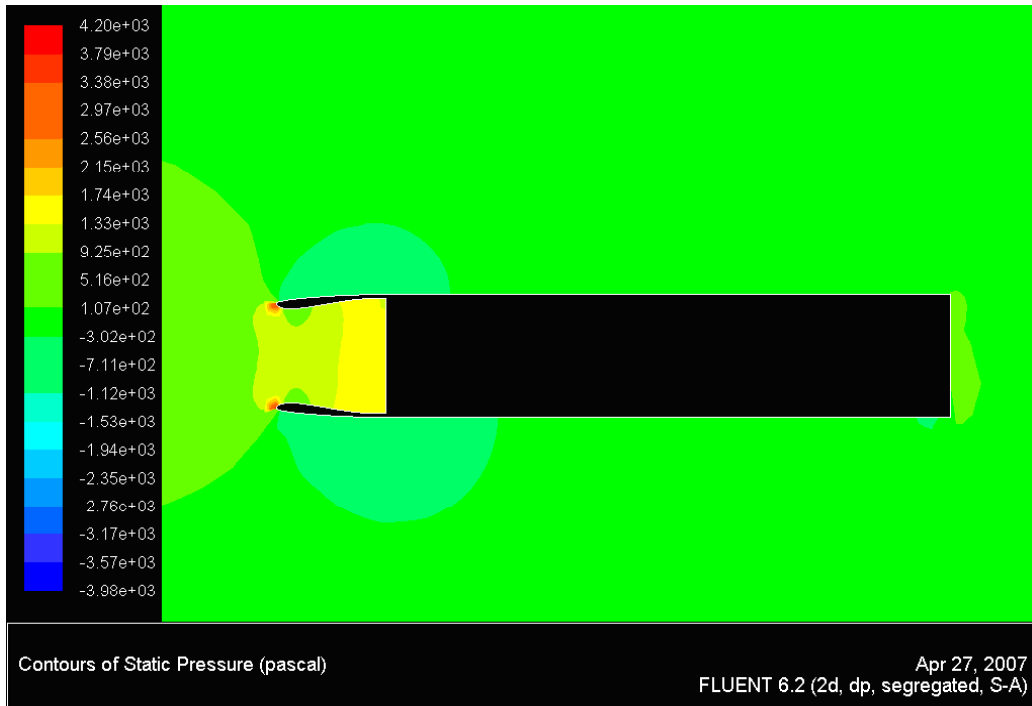


Figura 63: Presiones en el dominio fluido compresible para $u_{motor} = 80m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil

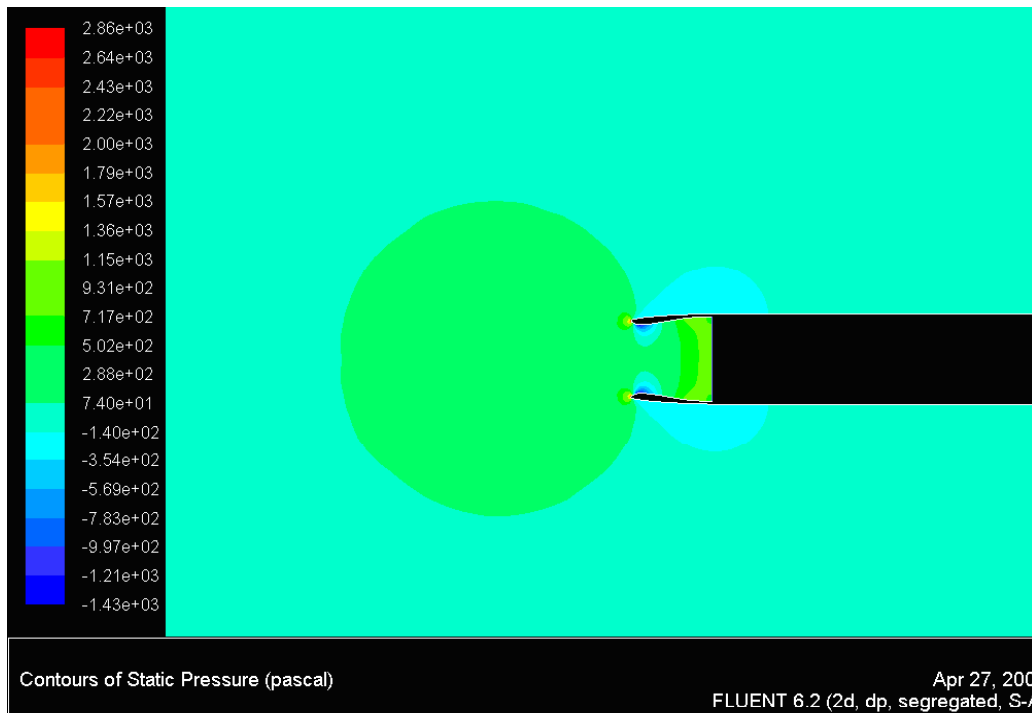


Figura 64: Presiones en el dominio fluido incompresible para $u_{motor} = 100m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil

Para el estudio del empuje provocado por la presión en el labio del motor debido a su geometría, es interesante estudiar los puntos de remanso sobre los labios del motor. Las Figuras 65 y 66 son los vectores en las proximidades del borde de ataque del labio del motor. Como se puede contemplar en las Figuras anteriores el punto de remanso para $u_{motor} = 70m/s$ está mucho más hacia dentro que para $u_{motor} = 100m/s$, la explicación vuelve a ser la geometría del tubo de corriente.

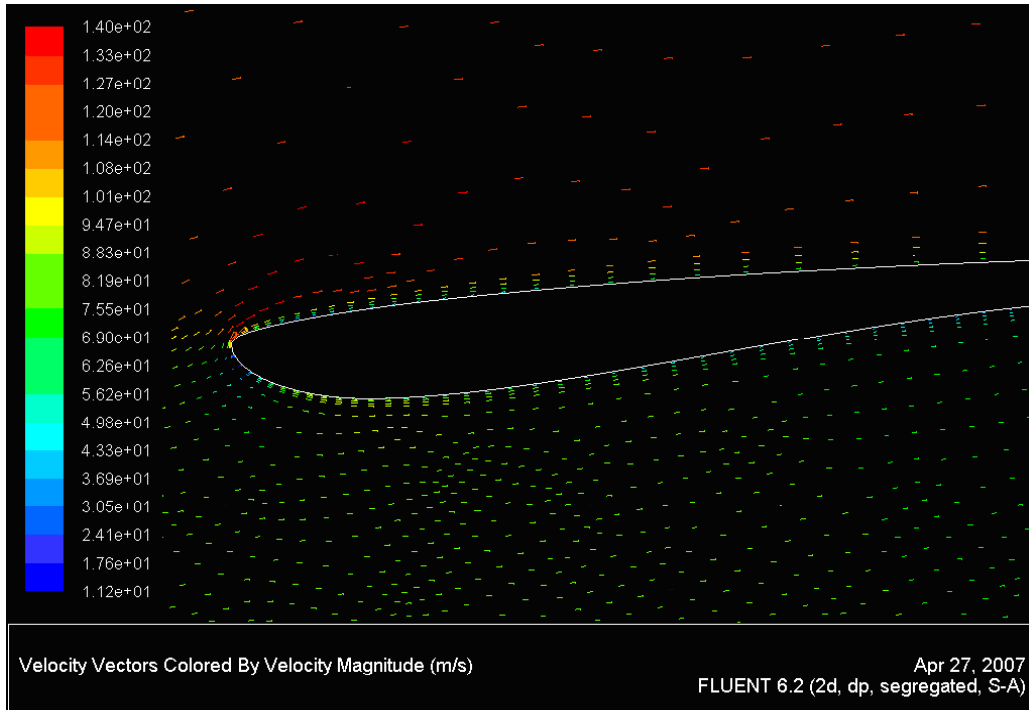


Figura 65: Velocidad para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil incompresible

Para finalizar con los mapas de magnitudes fluidas para la sección longitudinal del motor, en la Figura 67 se ve dónde está confinada la turbulencia para la solución del problema con el modelo de turbulencia de *Spalart-Allmaras*. Como se sabía la turbulencia es importante en las capas límite y en las zonas de mezcla entre chorros.

Una vez mostrados los mapas de las magnitudes fluidas se representarán algunas características que no se hallaron con la resolución del método de paneles. Una de éstas magnitudes es el coeficiente de resistencia viscosa para los labios del motor, definido 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 19 muestra los resultados obtenidos para los labios (tanto inferior como superior porque el problema

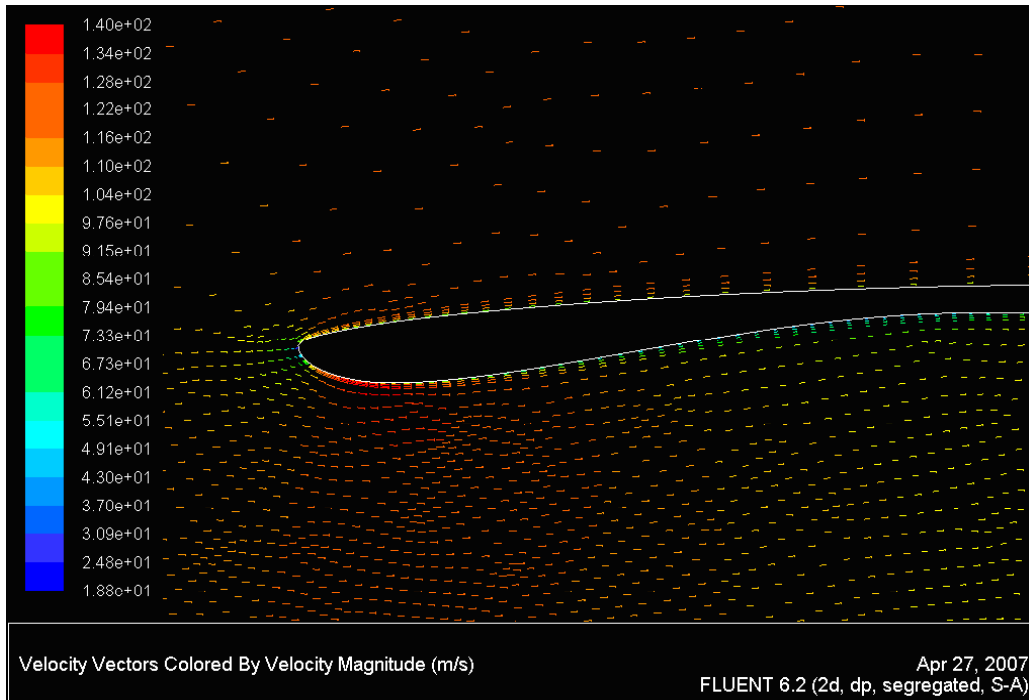


Figura 66: Velocidad para $u_{motor} = 100m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil incompresible es simétrico).

	C_{df} labios motor			
	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,5833$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,6667$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,75$	$\frac{U_m}{U_{\infty}} = 0,8333$
Extradós	0.0023	0.0029	0.0036	0.0042
Intradós	0.0015	0.0019	0.0024	0.0028
Total	0.0038	0.0048	0.006	0.007

Cuadro 19: C_{df} de los labios del motor. Caso bidimensional1

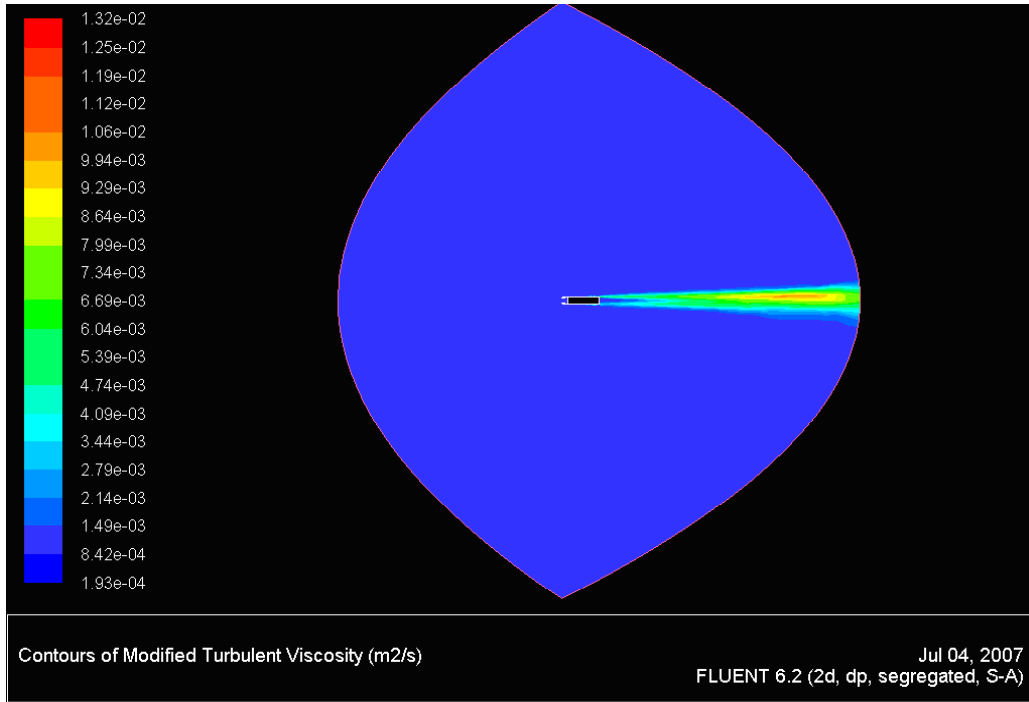


Figura 67: Turbulencia en el dominio compresible para $u_{motor} = 70m/s$ y para $U_{\infty} = 120m/s$. Modelo bidimensional sin perfil