

Guida all'analisi di un campo di moto euleriano 2D attorno ad un profilo alare in ANSYS Fluent

Ing. Angelo DELLA SALA
Ing. Nunzio NATALE
Ing. Giovanni Paolo REINA

9 gennaio 2014

Il seguente documento si basa sui risultati ottenuti nel precedente tutorial intitolato *Guida alla generazione di una griglia non strutturata euleriana intorno ad un profilo alare in ANSYS Workbench*.

1 Setup di ANSYS Fluent

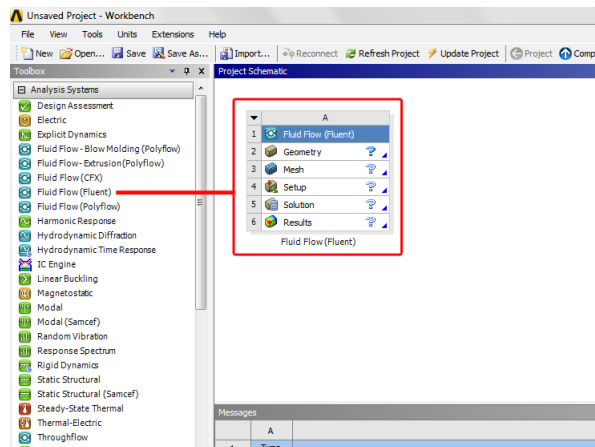


Figura 1: Schermata principale di WB

Riferendoci al progetto *Fluid-Flow (Fluent)* creato all'interno della schermata principale di *ANSYS Workbench* nel precedente tutorial (figura 1), il passo successivo alla generazione di una mesh non strutturata intorno al profilo,

consiste nell'impostare opportunamente tutti i parametri del solutore *Fluent* per l'analisi che si vuole effettuare.

Per accedere al solutore clicchiamo due volte su *Setup*: si aprirà una prima finestra (figura 2) nella quale dobbiamo impostare i parametri generali della simulazione, ad esempio se vogliamo lavorare in doppia precisione oppure utilizzando più processori in parallelo.

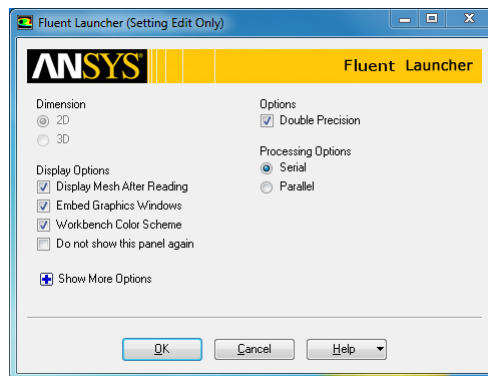


Figura 2: *Launcher* di *ANSYS Fluent*

Cliccando su *OK* comparirà la schermata principale di *Fluent* (figura 3), nella quale possiamo distinguere tre aree: l'area di visualizzazione grafica (rosso), quella di interfaccia testuale (blu) e quella di interfaccia grafica (verde).

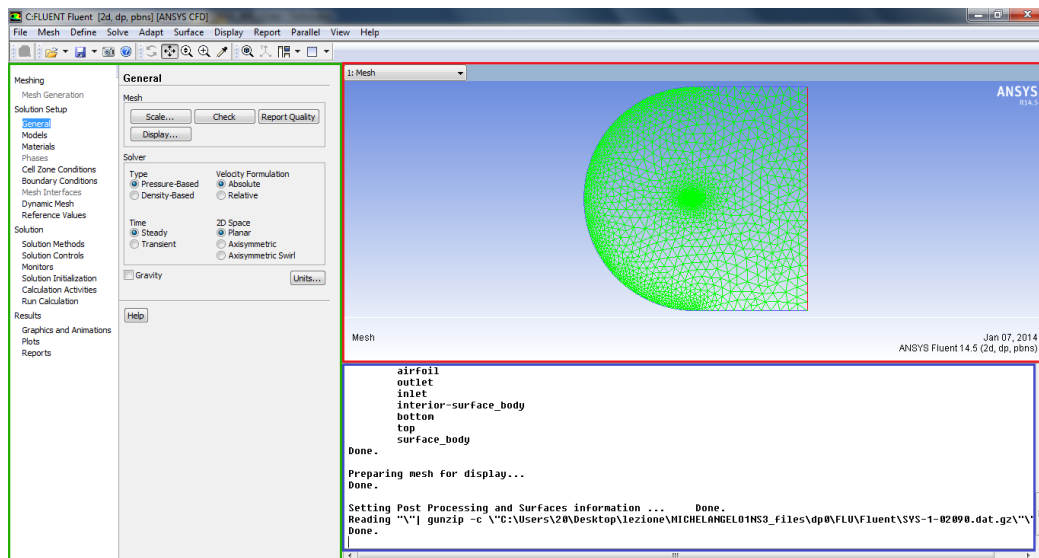


Figura 3: Schermata principale di *ANSYS Fluent*

Il primo passo è quello di definire il *solver* da utilizzare. Nel pannello *Solution Setup > General* selezioniamo *Type > Pressure-Based* (figura 4).

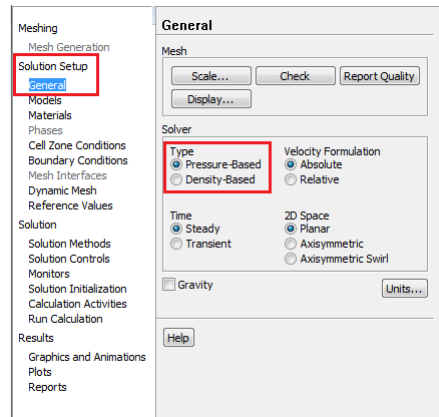


Figura 4: Selezione del *solver*

Successivamente dobbiamo impostare il modello da utilizzare per la simulazione e le caratteristiche del fluido. Per il primo clicchiamo due volte su *Models > Viscous-Laminar*, selezioniamo *Inviscid* e clicchiamo su *OK* (figura 5). Per il secondo invece clicchiamo due volte su *Materials > air*: poichè abbiamo scelto di trascurare la viscosità, in questo pannello sarà possibile scegliere solo il valore della densità del fluido. Selezioniamo quindi *constant* nel menu a tendina, impostiamo il valore di 1.225 kg/m^3 (tale valore dovrebbe essere quello di default) e clicchiamo infine su *Change/Create* (figura 6).

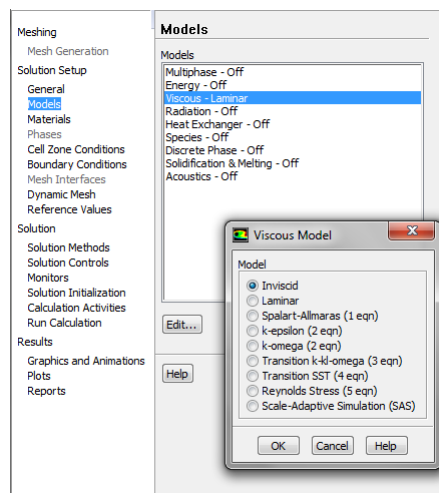


Figura 5: Pannello *Models*

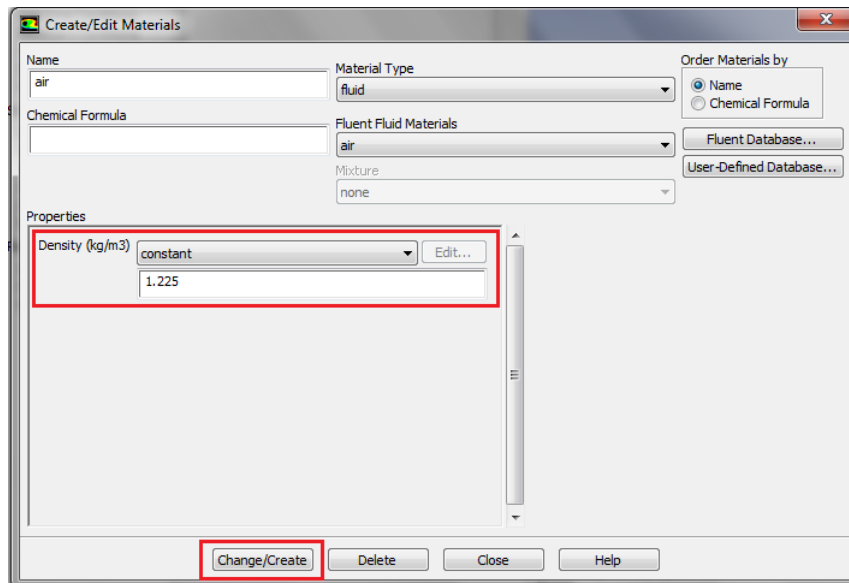


Figura 6: Pannello *Materials*

A questo punto bisogna impostare le condizioni al contorno del nostro problema. Per farlo selezioniamo il pannello *Boundary Conditions*: nel riquadro evidenziato (figura 7) compariranno le *Named Selections* impostate in *ANSYS Meshing* e, in aggiunta, vi sarà una voce *Interior* relativa alla griglia nel campo fluido. In sostanza, quindi, *Fluent* riconosce le diverse zone in base ai nomi assegnati nel *Meshing* (*inlet*, *outlet*, *wall*, etc.), per cui ciò che resta da fare è assegnare la velocità in ingresso. Selezioniamo allora la prima delle tre *velocity-inlet* che compaiono nel nostro problema, ovvero *inlet*, e clicchiamo su *Edit...*; nel pannello che compare cambiamo la voce *Velocity Specification Method* in *Magnitude and Direction*; infine impostiamo una *Velocity Magnitude* costante e pari a 100 m/s , mentre assegniamo il valore unitario alla *X-Component of Flow Direction* e il valore nullo alla *Y-Component* (figura 8). In questo modo abbiamo scelto una velocità diretta lungo l'asse X, ovvero parallelamente alla corda del profilo alare (angolo d'attacco nullo). Fatto ciò, ripetiamo questi ultimi passaggi anche per gli altri *Velocity-Inlet*, nel nostro caso *Top* e *Bottom*.

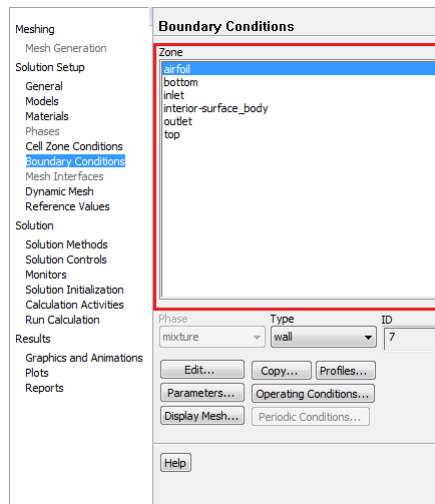


Figura 7: Pannello *Boundary Conditions*

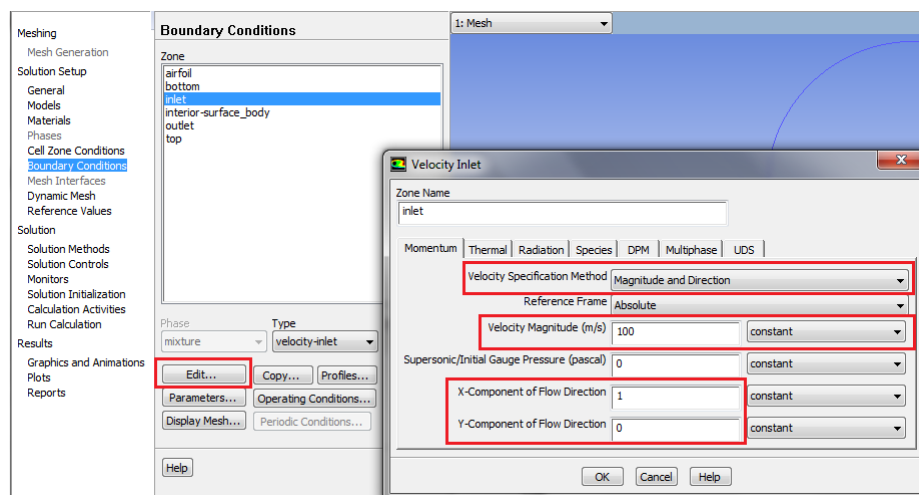


Figura 8: Impostazioni *Velocity-Inlet*

IMPORTANTE

Se vogliamo studiare il campo di moto intorno al profilo nel caso di angolo d'attacco diverso da zero, ad esempio α , dobbiamo agire sulle suddette *X-Component* e *Y-Component*, assegnando ad esse rispettivamente il valore del $\cos\alpha$ e del $\sin\alpha$.

L'ultimo passo, infine, consiste nell'impostare opportunamente i valori di riferimento. Per farlo, selezioniamo *Reference Values* e impostiamo *Compute from* \rightarrow *Inlet* (figura 9).

The screenshot shows the 'Reference Values' panel in ANSYS Fluent. The left sidebar lists various setup options, with 'Reference Values' highlighted in blue. The main panel has a 'Compute from' dropdown menu set to 'inlet', which is enclosed in a red rectangular box. Below this, the 'Reference Values' section contains several input fields with the following values: Area (m2) is 1, Density (kg/m3) is 1.225, Depth (m) is 1, Enthalpy (J/kg) is 0, Length (m) is 1, Pressure (pascal) is 0, Temperature (K) is 288.16, Velocity (m/s) is 100, and Ratio of Specific Heats is 1.4. At the bottom of the panel is a 'Reference Zone' dropdown menu and a 'Help' button.

Parameter	Value
Area (m2)	1
Density (kg/m3)	1.225
Depth (m)	1
Enthalpy (J/kg)	0
Length (m)	1
Pressure (pascal)	0
Temperature (K)	288.16
Velocity (m/s)	100
Ratio of Specific Heats	1.4

Figura 9: Impostazioni *Reference Values*

2 Soluzione del Campo di Moto

Andiamo su *Solution > Methods* e assicuriamoci che la voce *Scheme* sia impostata su *SIMPLE* e, se è così, lasciamo tutte le altre impostazioni di *default*. Successivamente andiamo su *Solution > Monitors*. Selezioniamo la voce *Residuals - Print, Plot* sotto *Residuals, Statistic and Force Monitors* e clicchiamo su *Edit...* (figura 10). Nella finestra che comparirà selezioniamo *None* nel menu a tendina del *Convergence Criterion* e clicchiamo su *OK* (figura 11).

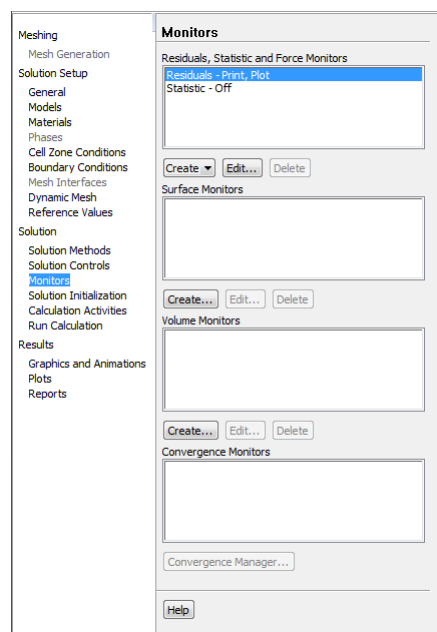


Figura 10: Pannello *Monitors*

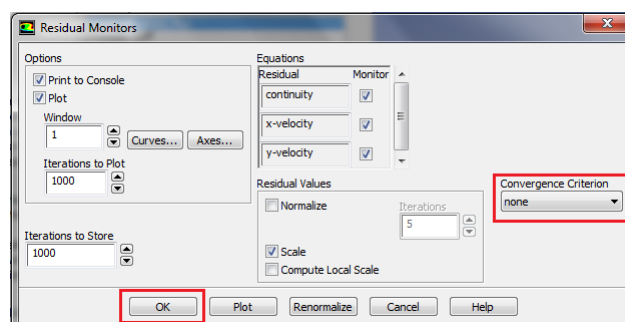


Figura 11: Impostazioni *Residuals - Print, Plot*

A questo punto dobbiamo impostare i coefficienti che vogliamo monitorare durante la simulazione numerica. Sempre nel pannello *Residuals, Statistic and Force Monitors* clicchiamo su *Create* e poi su *Drag* (figura 12): in questa finestra è possibile impostare il monitor del Coefficiente di Resistenza semplicemente spuntando le voci *Print to Console* e *Plot* e selezionando *Airfoil* nell'area delle *Wall Zones* (figura 13). Per impostare il monitor del Coefficiente di Portanza basta poi ripetere tale procedura selezionando *Lift* nel menu a tendina *Create*.

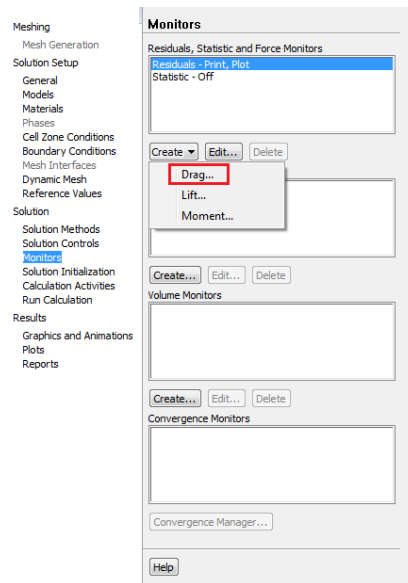


Figura 12: Creazione *Monitor* per il Coefficiente di Resistenza

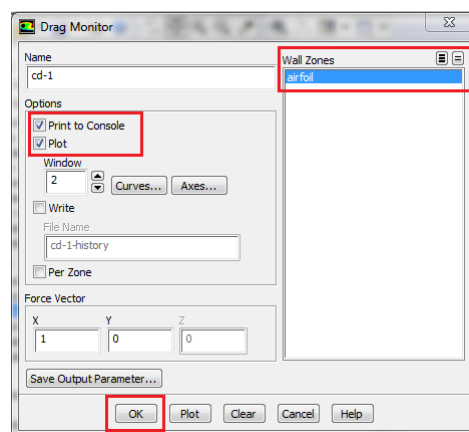


Figura 13: Settaggio del *Drag Monitor*

IMPORTANTE

Se stiamo svolgendo una simulazione ad angolo d'attacco diverso da zero, è necessario impostare i valori delle componenti anche nei *monitor* dei coefficienti. Per farlo basta impostare i valori del $\cos\alpha$ e del $\sin\alpha$ rispettivamente in X e Y nel riquadro *Force Vector*, all'interno della finestra *Drag Monitor*. Nella finestra *Lift Monitor*, invece, bisogna impostare la X pari a $-\sin\alpha$ e la Y pari $\cos\alpha$.

L'ultimo passo da fare, prima di procedere alla risoluzione del campo di moto, è quello di inizializzare la soluzione. Nel pannello *Solution > Solution Initialization* verifichiamo che sia selezionato *Hybrid Initialization* e, successivamente, clicchiamo su *Initialize* (figura 14).

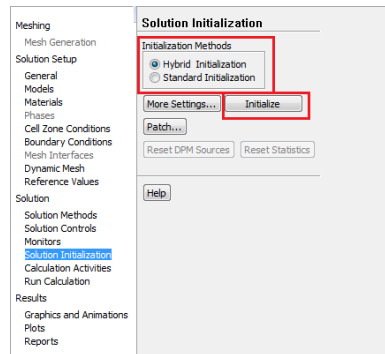


Figura 14: Pannello *Solution Initialization*

A questo punto non resta che andare nel pannello *Solution > Run Calculation*, scegliere il *Number of Iterations* da effettuare e il *Reporting Interval*, nel nostro caso rispettivamente 2000 e 1, e far partire il calcolo cliccando su *Calculate* (figura 15).

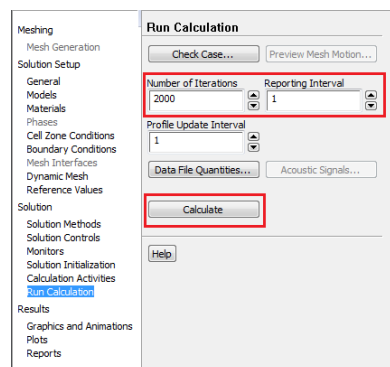


Figura 15: Pannello *Run Calculation*

3 Post-processing

Una volta terminato il calcolo possiamo analizzare i risultati ottenuti. Selezioniamo la voce *Results > Graphic and Animation* e, all'interno del pannello che compare, selezioniamo *Vectors* e clicchiamo su *Set Up*. Nella finestra assicuriamoci che siano selezionate le seguenti voci: *Vectors of > Velocity*, *Color by > Velocity...* e nell'ultimo box *Velocity Magnitude* (figura 16).

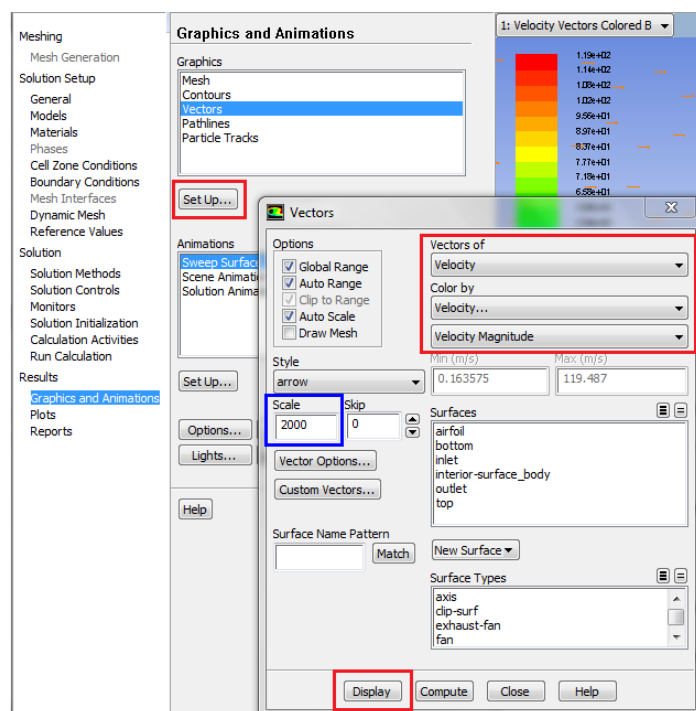


Figura 16: Pannello *Vectors*

Fatto ciò clicchiamo su *Display* e visualizziamo il campo vettoriale nella finestra grafica (figura 17). E' probabile che, nel caso in esame, i vettori siano di dimensioni troppo piccole per essere correttamente visualizzate: in questo caso è sufficiente aumentare il valore alla voce *Scale* da 1 a, per esempio, 2000.

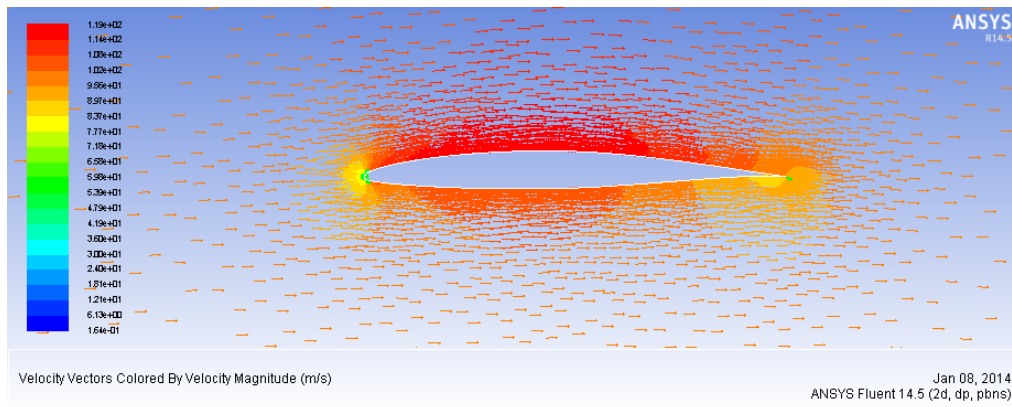


Figura 17: Visualizzazione dei vettori intorno al profilo

Passiamo ora alla visualizzazione del contour di pressione. Sempre nel pannello *Graphics and Animation* selezioniamo la voce *Contours* e clicchiamo su *Set Up...*. Nella finestra che compare spuntiamo la voce *Filled* e verificiamo che siano selezionate le voci *Pressure* e *Static Pressure* sotto *Contours of* (figura 18), infine clicchiamo *Display* e visualizziamo il contour ottenuto nella finestra grafica (figura 19).

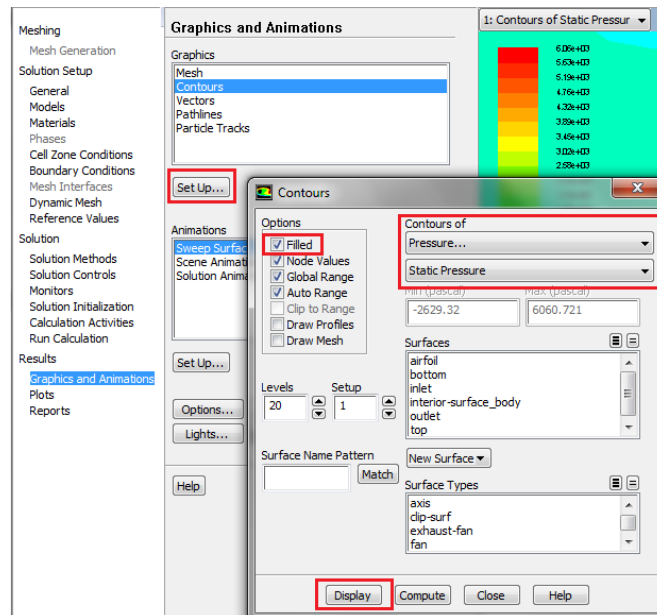


Figura 18: Pannello *Contours*

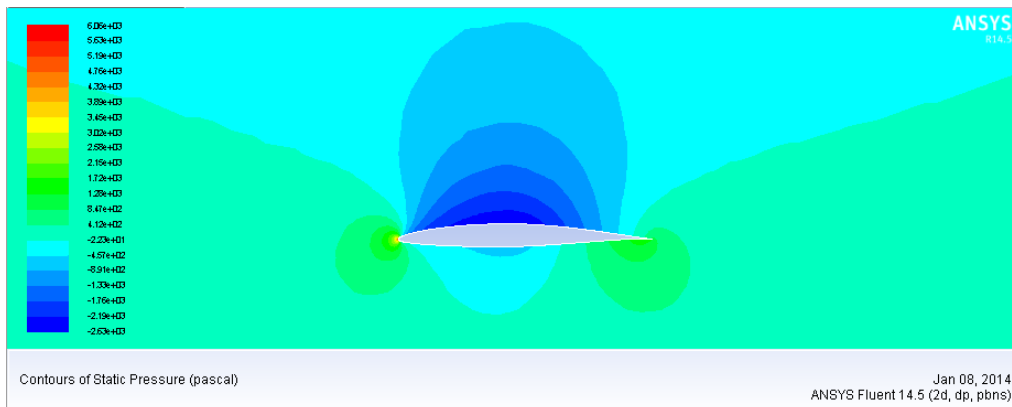


Figura 19: Visualizzazione del *contour* di pressione intorno al profilo

In ultimo visualizziamo il plot del Coefficiente di Pressione lungo la superficie del profilo. Selezioniamo la voce *Results > Plot* e poi la voce *XY Plot* e clicchiamo su *Set Up*. Nella finestra selezioniamo *Pressure* e *Pressure Coefficient* come *Y-Axis Function* e *Direction Vector* come *X-Axis Function*, dopodichè selezioniamo *Airfoil* nella lista delle *Surface* e clicchiamo su *Plot* (figure 20 e 21).

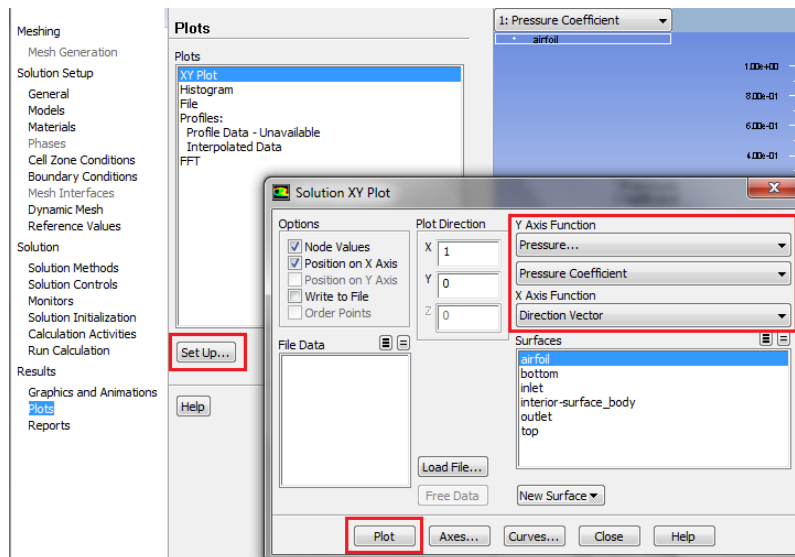


Figura 20: Pannello *XY Plot*

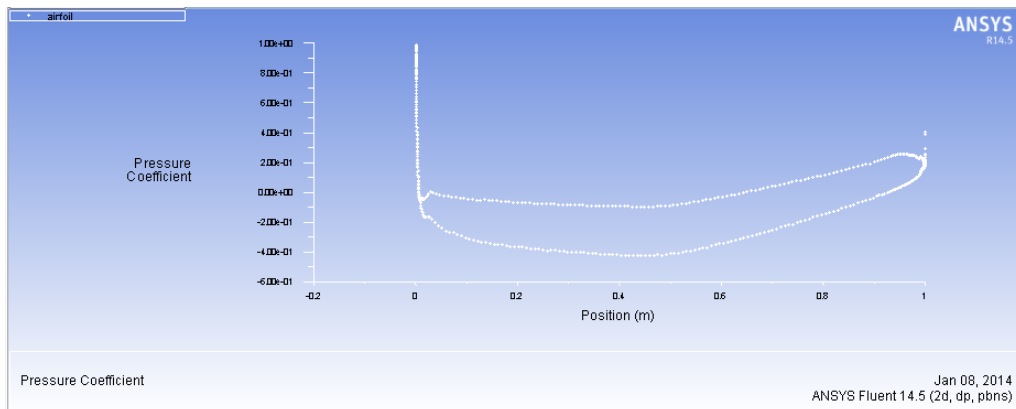


Figura 21: Visualizzazione del diagramma del C_P lungo la superficie del profilo

Per esportare i valori di tale grafico in un file di testo, infine, spuntiamo la voce Write to File e clicchiamo su Write... (che sarà comparso al posto di Plot) (figura 22). Assegniamo un nome al file e salviamo.

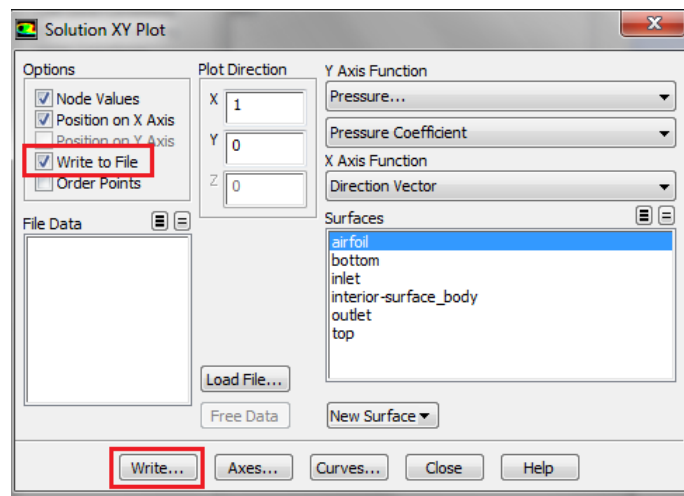


Figura 22: Export del grafico del C_P