



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

OTTIMIZZAZIONE DELL' AIRBOX DELLA VETTURA DI FORMULA SAE

Docente Guida
Prof. Fausto Gamma

Candidato
Giulia Sforza

Anno Accademico 2009/2010



Cos'è la FORMULA SAE

- È una competizione tra studenti universitari organizzata dalla Society of Automotive Engineers che prevede la progettazione e la produzione di un'auto da corsa.
- Nasce da un'evoluzione di eventi che parte dal 1976.
- Nel 1981 la SAE stila un elenco di normative e nasce ufficialmente la Formula Sae
- Nel 2005 nasce la SAE Italia.

OBBIETTIVO : Ogni team di studenti deve progettare, costruire, testare e promuovere il prototipo di auto da corsa che viene valutato in otto tipologie di prove.

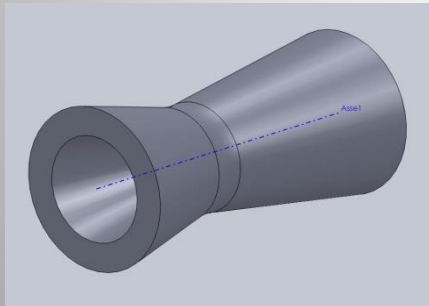
Presentazione Piano Aziendale	75
Presentazione Design Vettura	150
Analisi dei Costi	100
Prova di Accelerazione	75
Prova <u>Skid-Pad</u>	50
Prova Autocross	150
Consumo Carburante	100
Endurance	300



Regolamento FORMULA SAE

Tra le restrizioni imposte dal regolamento i vincoli più significativi che riguardano il motore sono due:

Il motore deve avere una cilindrata massima di 610cc,
di solito è di origine motociclistica senza prescrizioni
Sul frazionamento .



C'è l'obbligo di inserire un restringimento di 20 mm di
diametro nel circuito di aspirazione.



Obiettivo della tesi

Partendo dall'analisi dell'Airbox dello scorso anno che ha presentato problemi tali da non poter sostenere la gara



Si vuole progettare l'Airbox della vettura che gareggerà nell'evento Sae Italia 2010.



Problemi della Tv460R del 2009

La vettura di Formula SAE dello scorso anno ha presentato dei problemi in fase di test che non hanno permesso il superamento delle prove tecniche pre-gara e quindi di partecipare alla stessa. Ad una prima ispezione visiva è stata evidenziata una diversa colorazione delle candele causata da diverse condizioni di lavoro nei diversi cilindri e in particolare diversa portata d'aria che arriva ai vari cilindri.

Candela del primo
cilindro



Candela del secondo
cilindro



Si procede quindi con l'analisi fluidodinamica dell'Airbox che appare l'elemento da migliorare.

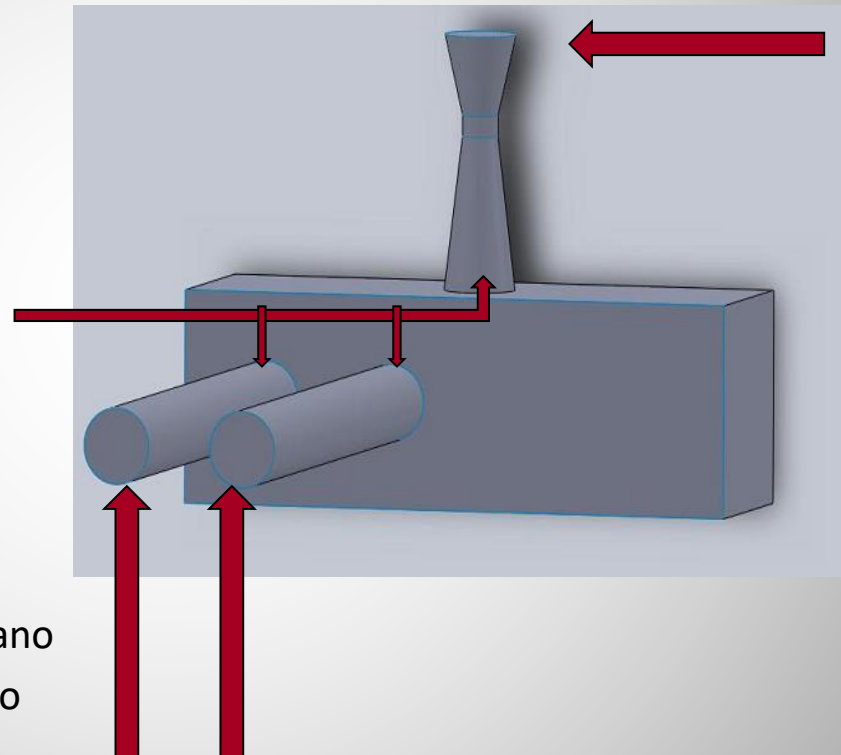


ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – REALIZZAZIONE CAD

Semplificazioni:
vengono riportati solo due condotti
Per la simmetria del problema

il modello internamente è vuoto

le superfici che collegano
il modello con l'esterno
vanno chiuse

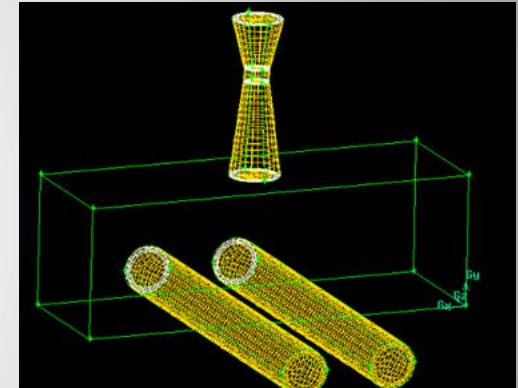
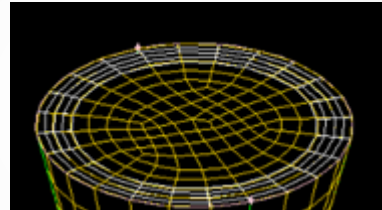




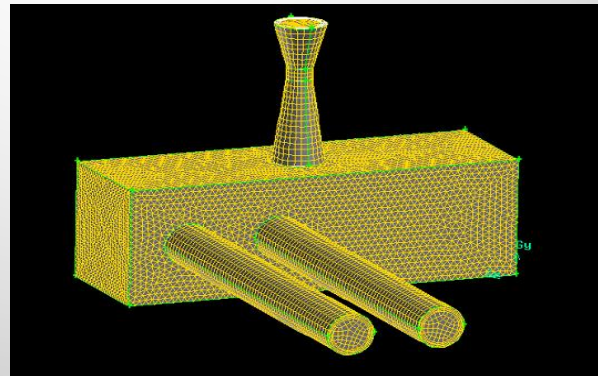
ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – REALIZZAZIONE MESH IN GAMBIT

Il modello viene importato in Gambit e vengono definite tutte le superfici che lo costituiscono. Dalle superfici si passa alla definizione dei volumi e si procede con la mesh.

Si definisce la mesh di superficie sulle facce d'interesse, e poi si procede con la mesh di volume per convergente-divergente e cilindri



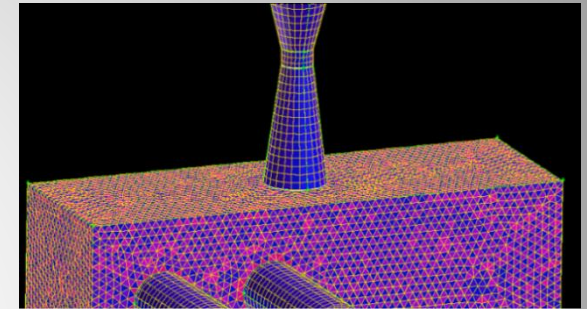
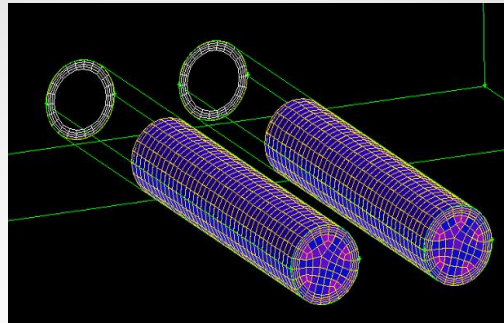
Infine si procede con la mesh del volume rimanente che viene dato automaticamente dal software per avere congruenza con gli altri elementi.



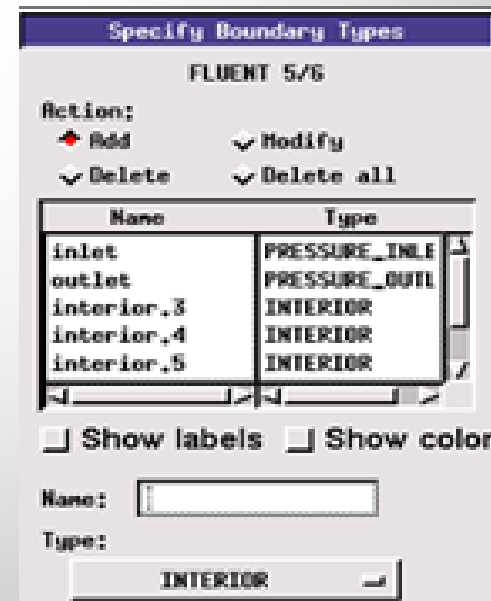


ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – REALIZZAZIONE MESH IN GAMBIT

Il programma permette di analizzare visivamente la qualità della mesh.



Prima di passare all'analisi in Fluent vanno definite le funzioni svolte dalle varie superfici, in particolare quelle dove vengono assegnate le condizioni iniziali

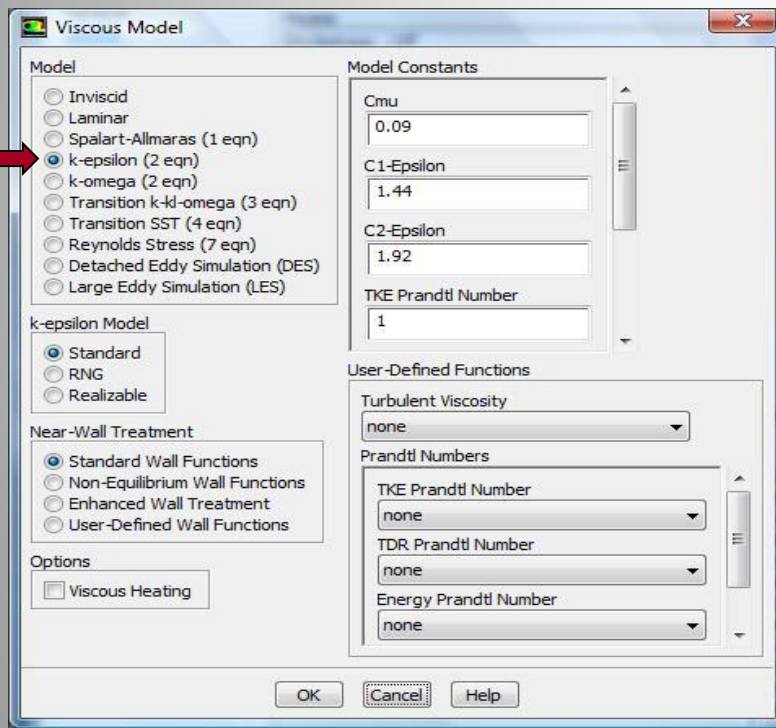




ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – SIMULAZIONE FLUENT

IMPOSTAZIONE UTILIZZATE:

- L'analisi fatta viene semplificata considerando il caso stazionario. La simulazione viene quindi effettuata per un cilindro per volta.

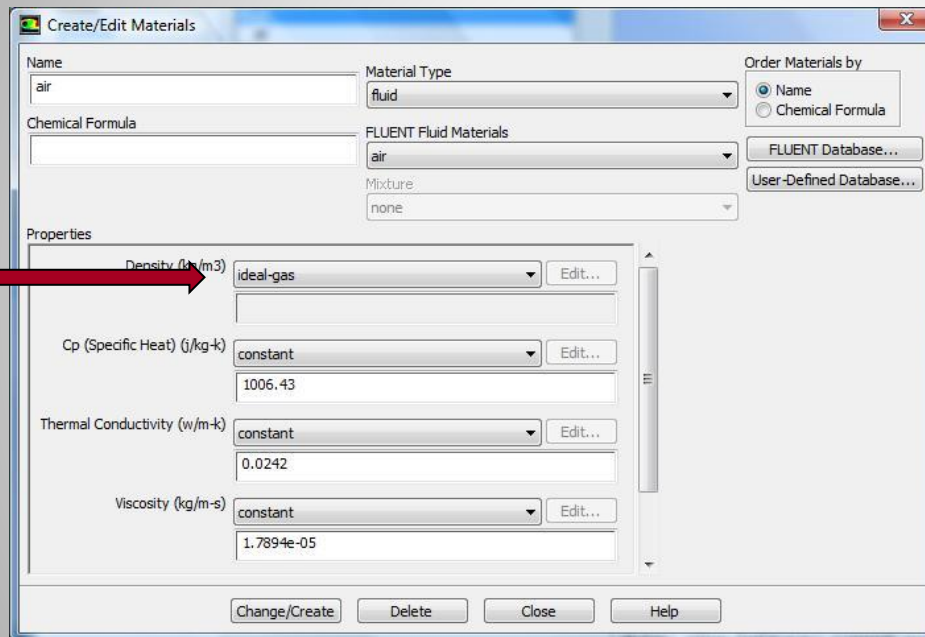


- Il flusso in esame è un flusso turbolento, in questo caso viene quindi utilizzato un modello fluidodinamico che oltre al considerare l'equazione dell'energia, consideri anche la viscosità del fluido in esame e come modello solutore viene usato il modello k- ϵ .



ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – SIMULAZIONE FLUENT

-Il fluido utilizzato è l'aria e viene considerato il caso comprimibile.



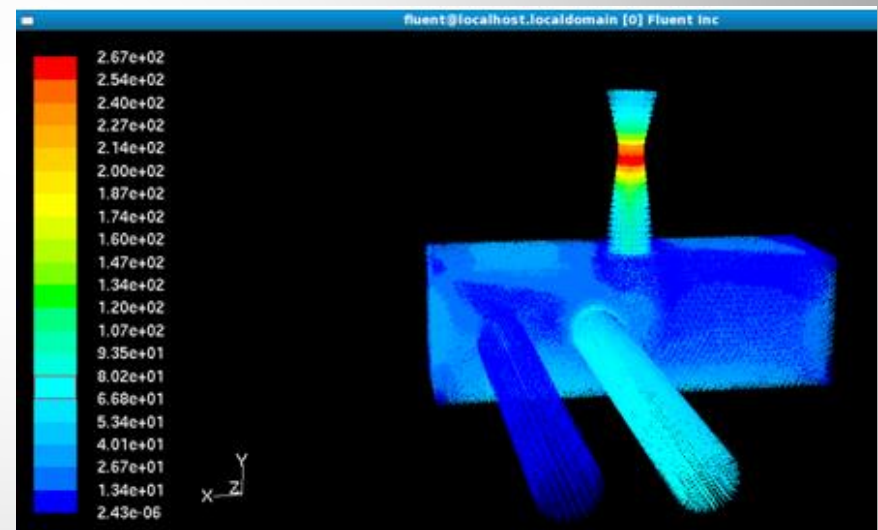
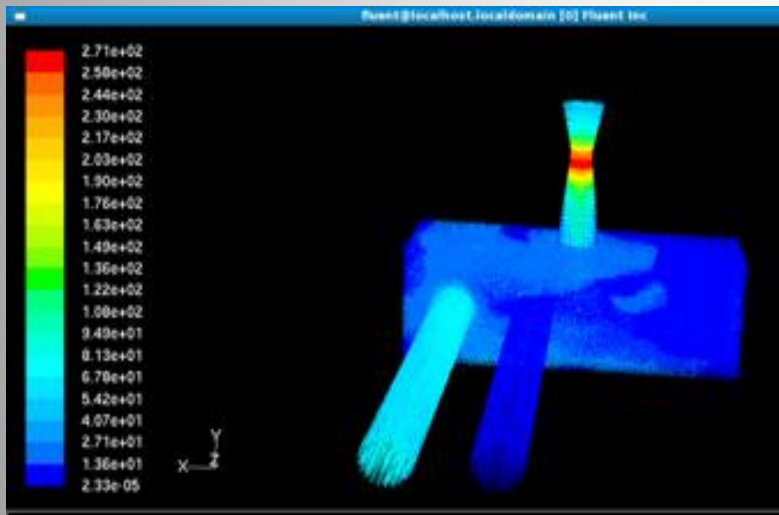
- Avendo come condizioni iniziali due valori di pressione si utilizza il *pressure-based-solver*



ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – SIMULAZIONE FLUENT

Vengono effettuate le due simulazioni .

Tra una simulazione e l'altra vanno modificate le condizioni al contorno perché cambierà la sezione d'uscita.





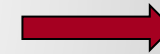
ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2009 – RISULTATI

Si ottengono i seguenti risultati:

$$\dot{m}_{OUTLET1} = 0.06239 \frac{Kg}{s}$$



$$\dot{m}_{OUTLET2} = 0.061981533 \frac{Kg}{s}$$



Quindi si ha:

PORTATA MEDIA=0.06218 Kg/s

SBILANCIAMENTO=0.659%

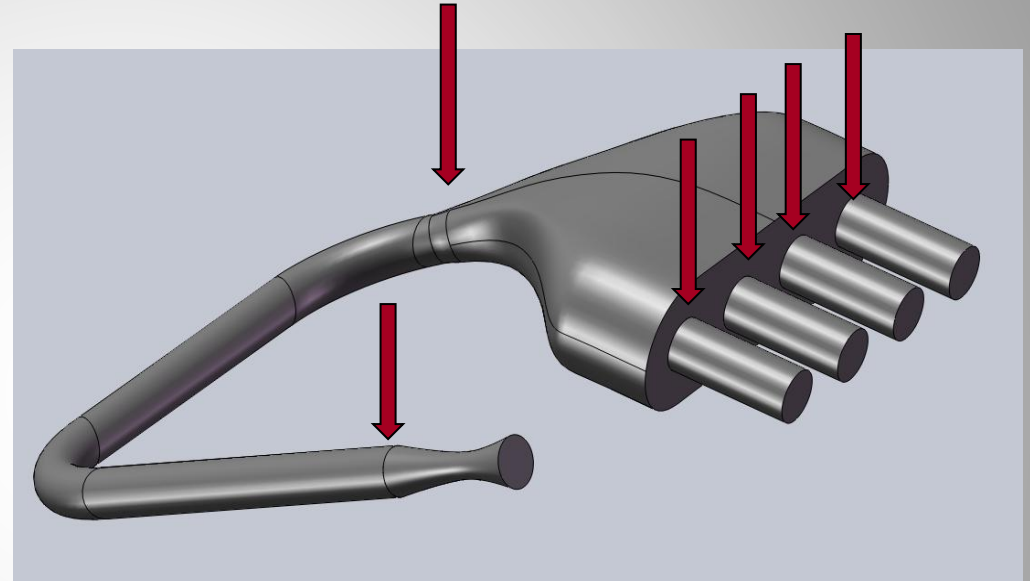
Il nuovo Airbox verrà quindi progettato con il fine di avere una distribuzione di portata più uniforme e maggiore.



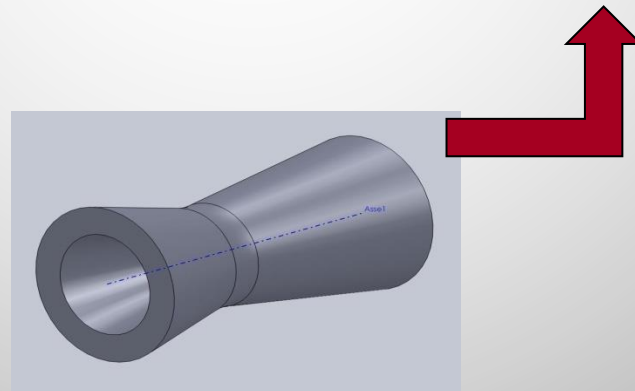
ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – MODELLO CAD

Anche in questo caso se superfici che separano il modello dall'esterno sono chiuse.

In questo caso per il modello internamente presenta delle superfici nelle zone indicate dalle frecce.



Viene sempre rispettato il restringimento di 20mm

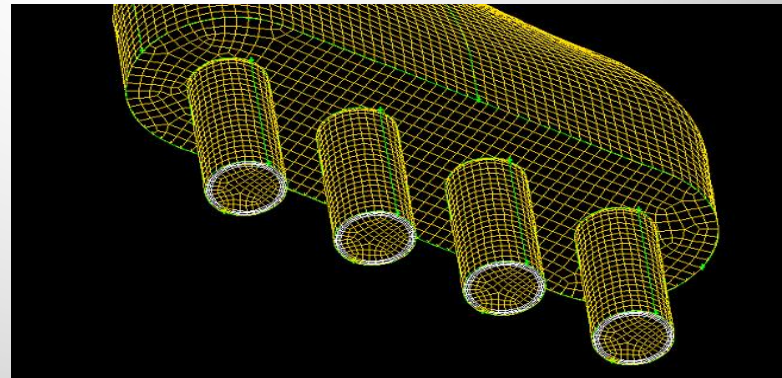
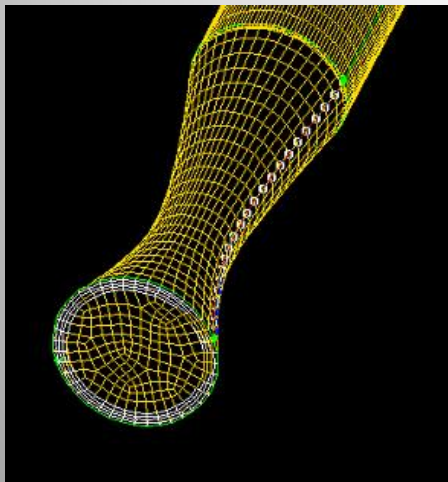




ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – REALIZZAZIONE MESH IN GAMBIT

Per la realizzazione della mesh si procede come fatto in precedenza solo che in questo caso il fatto di avere dei volumi distinti viste le superfici che compaiono internamente, è possibile la realizzazione di una mesh distinta per ogni volume, che soprattutto non sia condizionata da quelle vicine. Questo che non è stato un limite per il modello precedente, lo sarebbe stato in questo caso vista l'irregolarità della forma del box.

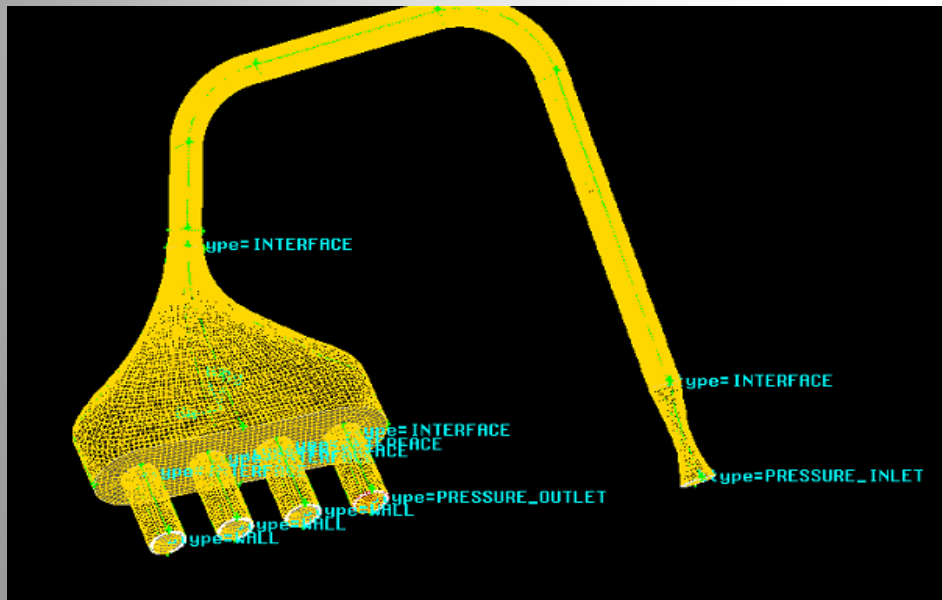
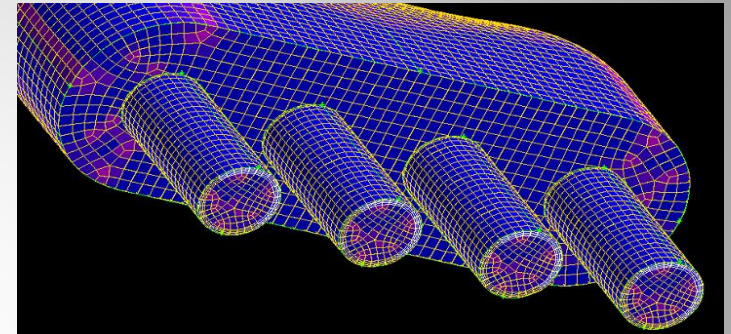
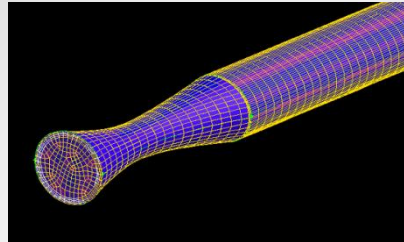
Si procede quindi con la mesh di superficie che poi viene estesa al volume intero per il convergente-divergente, il tubo e i quattro cilindri. Infine si definisce una mesh di superficie anche per il box e anche questa viene estesa al volume intero.





ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – REALIZZAZIONE MESH IN GAMBIT

La mesh definitiva
risulta di buona qualità.

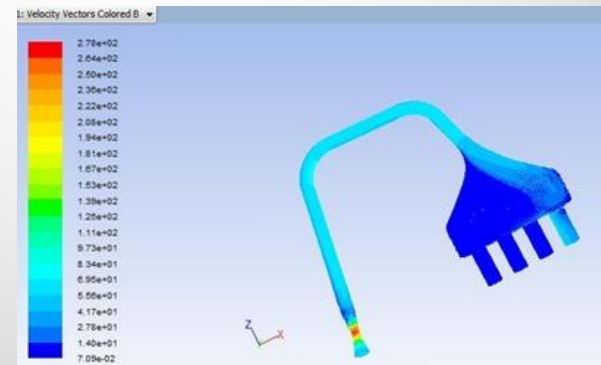
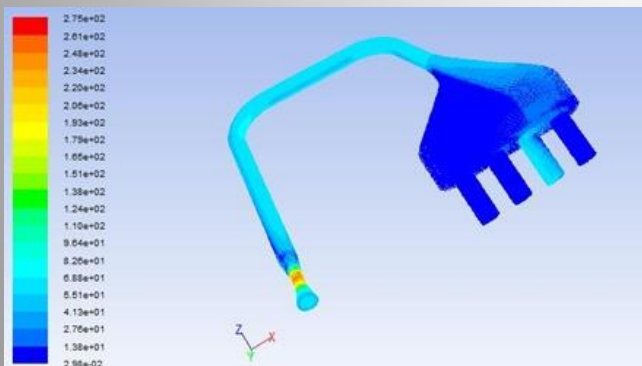
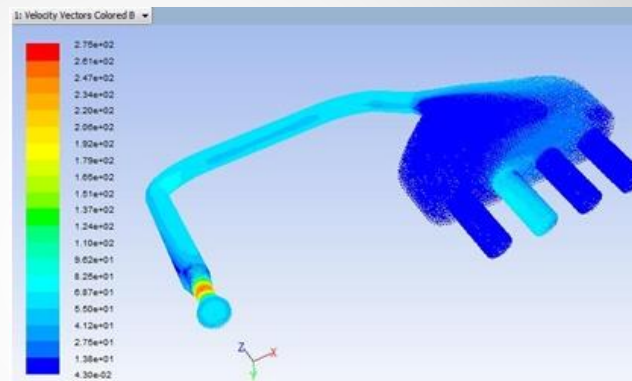
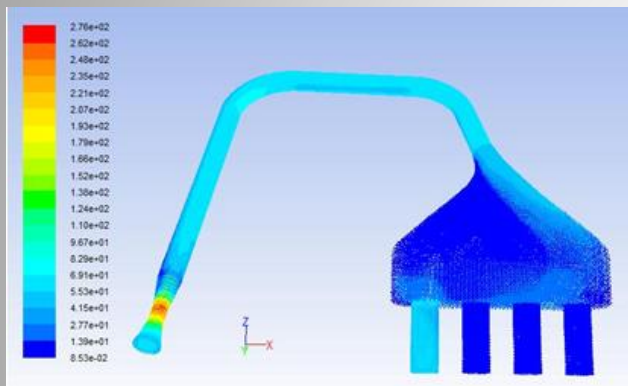


Un passaggio importante in questo caso è di definire due volte le superfici che compaiono internamente perché all'interno di Fluent dovranno essere accoppiate e definite come *Interior*



ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – SIMULAZIONE FLUENT

L'analisi fluidodinamica viene effettuata come fatto per il precedente modello e si ottengono i seguenti risultati:





ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – SIMULAZIONE FLUENT

I valori di portata che si ottengono sono:

	\dot{m}_{out}
Cilindro1	0.065840594 Kg/s
Cilindro2	0.065717146 Kg/s
Cilindro3	0.065753236 Kg/s
Cilindro 4	0.066018388 Kg/s

Quindi si ha:

PORTATA MEDIA = 0.06583 Kg/s

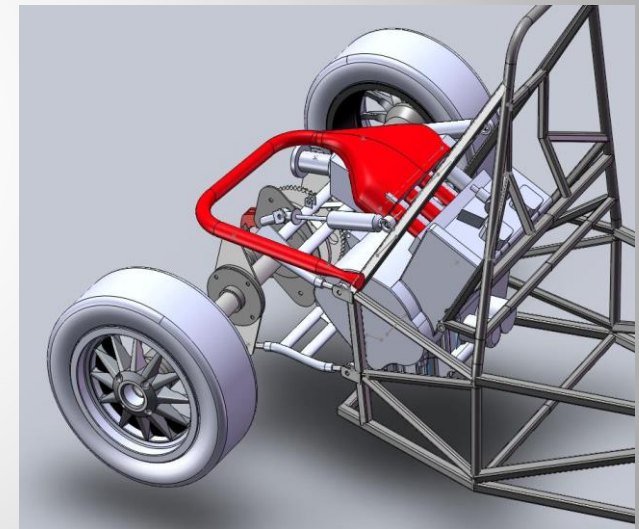
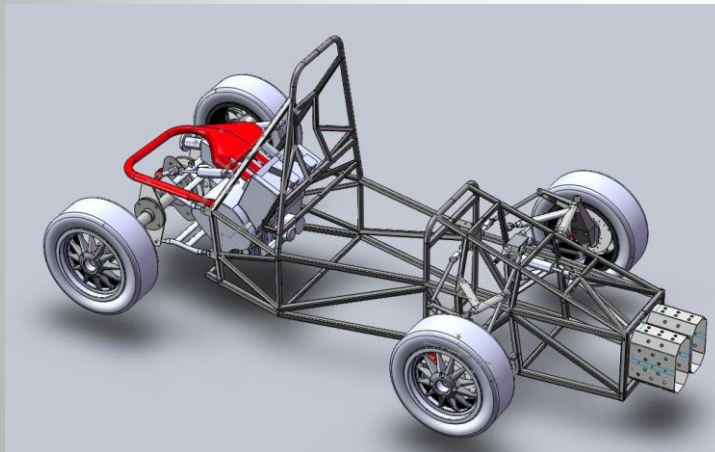
SBILANCIAMENTO = 0.289%



ANALISI FLUIDODINAMICA DELL'AIRBOX 2010 – RISULTATI

I dati risultanti dal nuovo Airbox realizzano ciò che era atteso cioè un miglior bilanciamento e una portata maggiore.

I risultati trovati sono stati validate dalle prove in pista. L'Airbox infatti è stato montato sulla vettura di Formula SAE.



I test effettuati hanno dato i seguenti risultati:

- i piloti hanno rilevato una miglior risposta del propulsore rispetto all'Airbox precedente
- un'ispezione visiva delle candele ha mostrato una colorazione più uniforme indice di una distribuzione di portata più uniforme come risultato dall'analisi fluidodinamica.

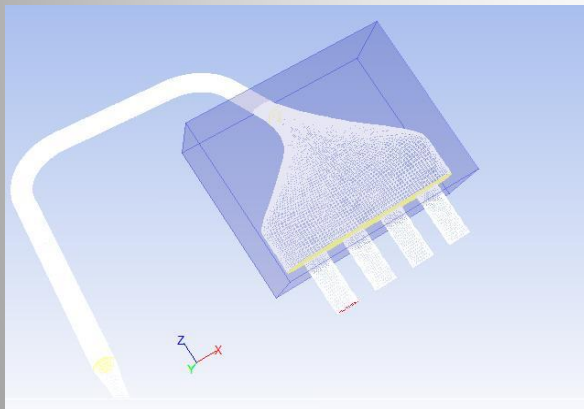


AIRBOX 2010 – OTTIMIZZAZIONE RBF Morph

Volendo ulteriormente ottimizzare i risultati ottenuti può essere utilizzata un'applicazione del Fluent che è l'RBF Morph. Tale strumento permette di modificare, partendo dal modello meshato che viene importato in Fluent, la forma del modello, evitando tutti i passaggi precedenti all'analisi fluidodinamica, cioè la ricostruzione del modello CAD e della Mesh in Gambit.

Scelgo di modificare i due raccordi del box perché questo è l'elemento che influenza maggiormente il flusso e quindi la portata.

Scelgo quindi un dominio dove il Morph agirà che include il Box.

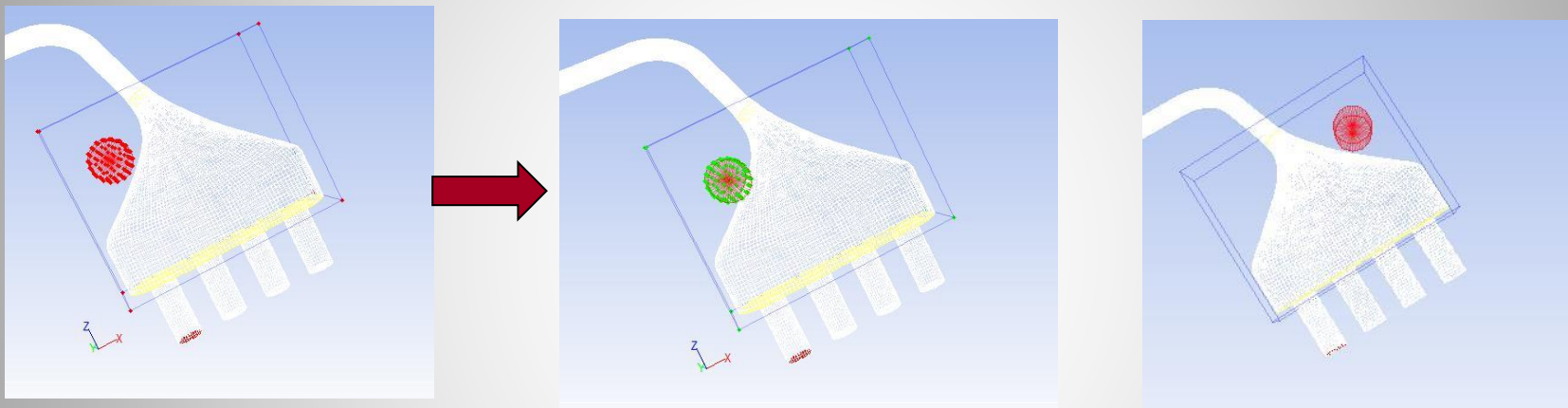


Impongo inoltre che non vengano modificate le superfici di ingresso e uscita del Box.



AIRBOX 2010 – OTTIMIZZAZIONE RBF Morph

Per modificare il modello introduco all'interno del dominio due cilindri e a questi impongo un movimento verso il Box .

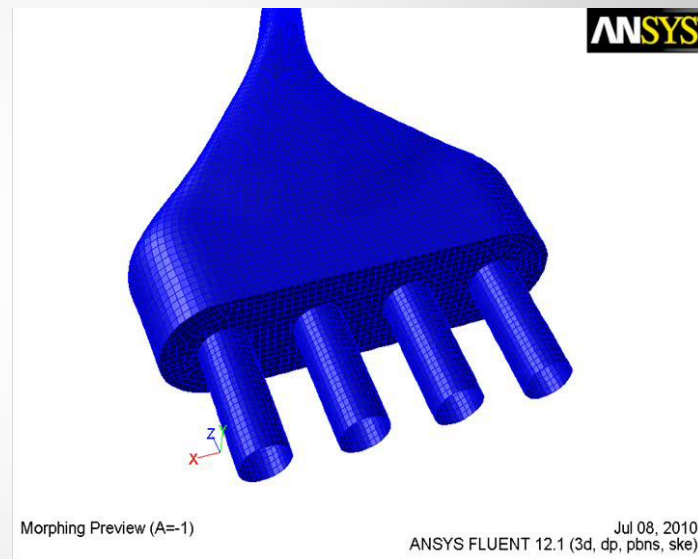
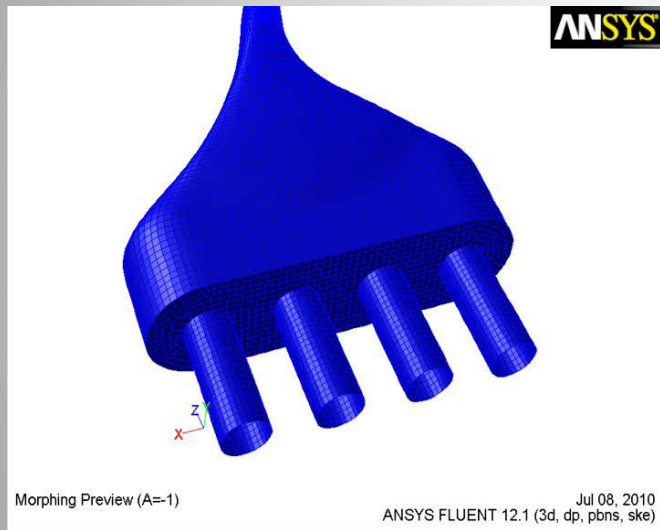


Tale movimento provocherà una modifica sul modello in relazione al livello di amplificazione che scelgo di dare.



AIRBOX 2010 – OTTIMIZZAZIONE RBF Morph

Scelgo effettuare le simulazioni dando ad ogni raccordo un livello di amplificazione che va da -1 a 1 in 5 passaggi.



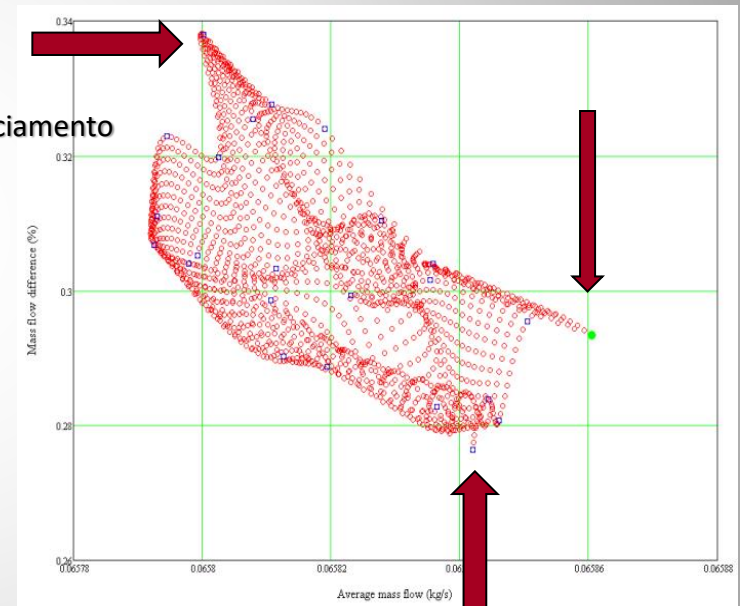
Avrò quindi 5 configurazioni diverse per ogni raccordo che andranno combinate dando luogo a 25 simulazioni.



AIRBOX 2010 – OTTIMIZZAZIONE RBF Morph - RISULTATI

Le simulazioni danno dei risultati che non si discostano molto dal modello precedente ma che forniscono valori migliori in relazione allo sbilanciamento o alla portata.

Ci sono punti diversi di ottimo per quanto riguarda sbilanciamento la portata e lo sbilanciamento, ma poiché la differenza di portata non è così evidente la condizione di ottimo viene scelta dove ho il massimo della portata. Tale punto corrisponde ai valori di amplificazione 1 per il primo raccordo e -1 per il secondo.



portata



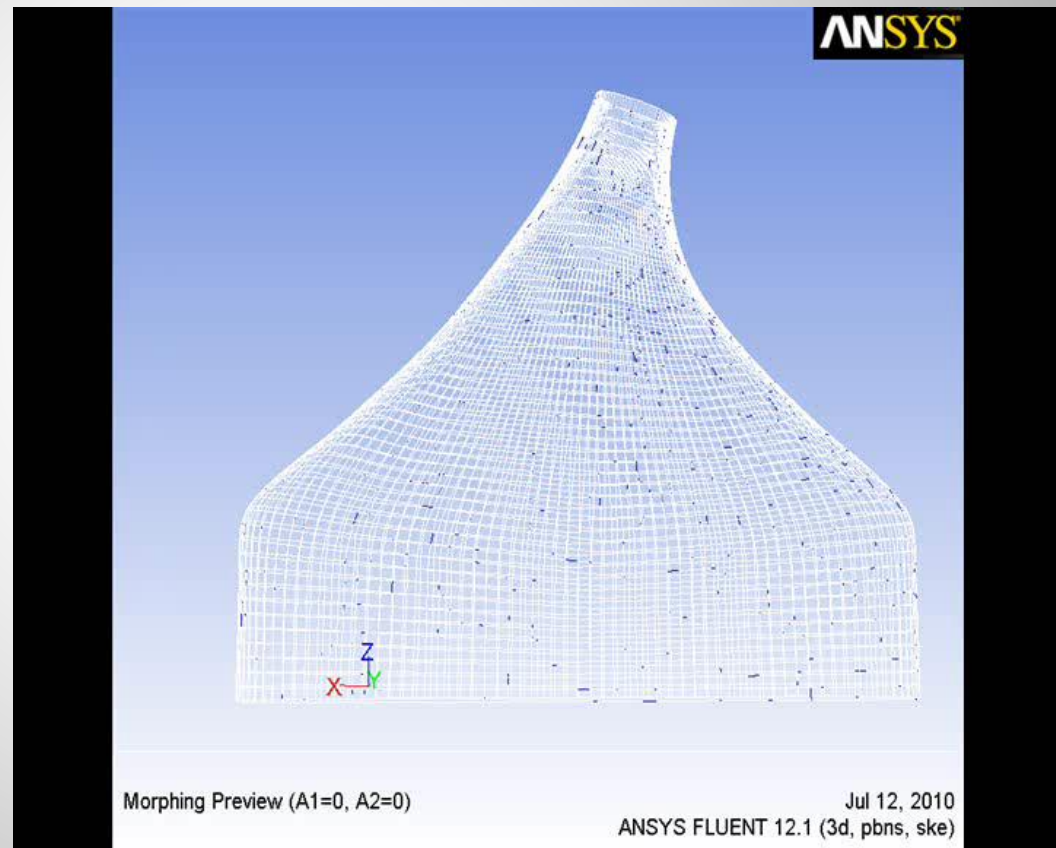
AIRBOX 2010 – OTTIMIZZAZIONE RBF Morph - RISULTATI

Quindi il modello ottimo evidenziato con l'RBF Morph subirà la seguente modifica rispetto al modello di partenza:

I risultati forniti sono:

PORTATA MEDIA= 0.6586 Kg/s

SBILANCIAMENTO= 0.2933%





CONCLUSIONI

Il miglioramento dall'Airbox 2010 realizzato rispetto a quello dell'anno precedente ha portato risultati significativi validati anche dalle prove in pista. L'ottimizzazione realizzata con l'RBF Morph ha portato vantaggi in relazione all'aumento di portata che comunque è un miglioramento in quanto nella Formula SAE anche il consumo di carburante ricopre un ruolo importante in termini di punteggio.

SVILUPPI FUTURI

L'RBF Morph ha evidenziato la zona di ottimo dove in futuro potranno essere fatti altri sviluppi. Ulteriori sviluppi portano riguardare anche una modifica della lunghezza del tubo che collega il convergente-divergente al Box.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

OTTIMIZZAZIONE DELL' AIRBOX DELLA VETTURA DI FORMULA SAE

Docente Guida
Prof. Fausto Gamma

Candidato
Giulia Sforza

Anno Accademico 2009/2010