

Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale

Curriculum: Aeronautico

Relazione per la prova finale

Ottimizzazione Aerodinamica di un velivolo mediante CAD Parametrico e Mesh Morphing

Relatore:

Prof. Federico Dalla Barba

Relatore esterno:

Prof. Marco E. Biancolini

Correlatore:

Ing. Andrea Lopez

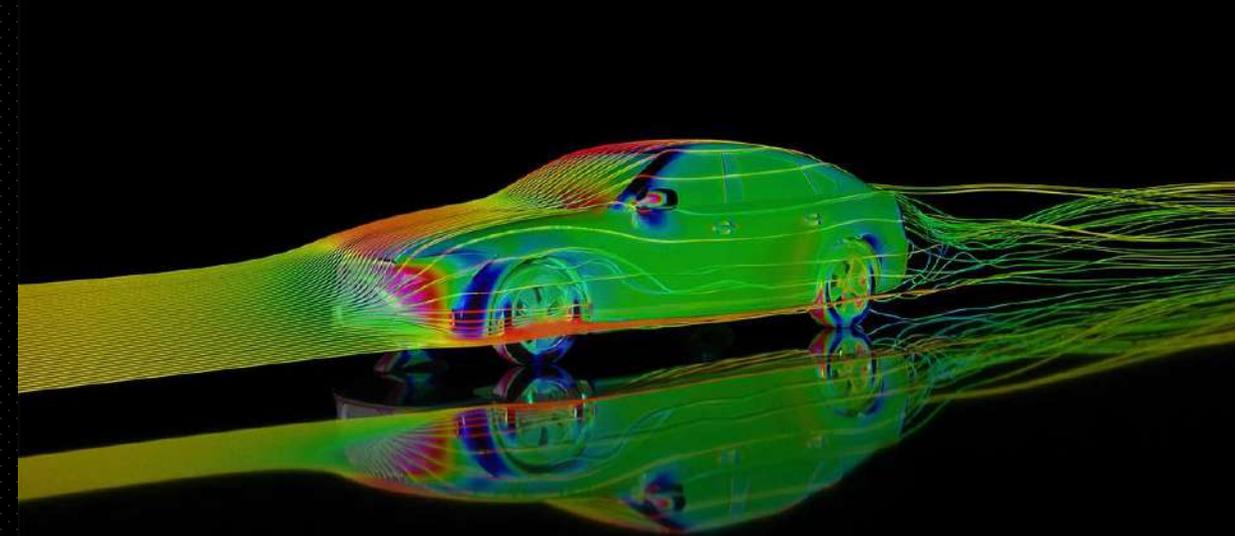
Laureando:

Magrì Gianluca

Padova, 05.12.2023

L'analisi CFD

La simulazione CFD permette di risolvere numericamente le equazioni di Navier-Stokes

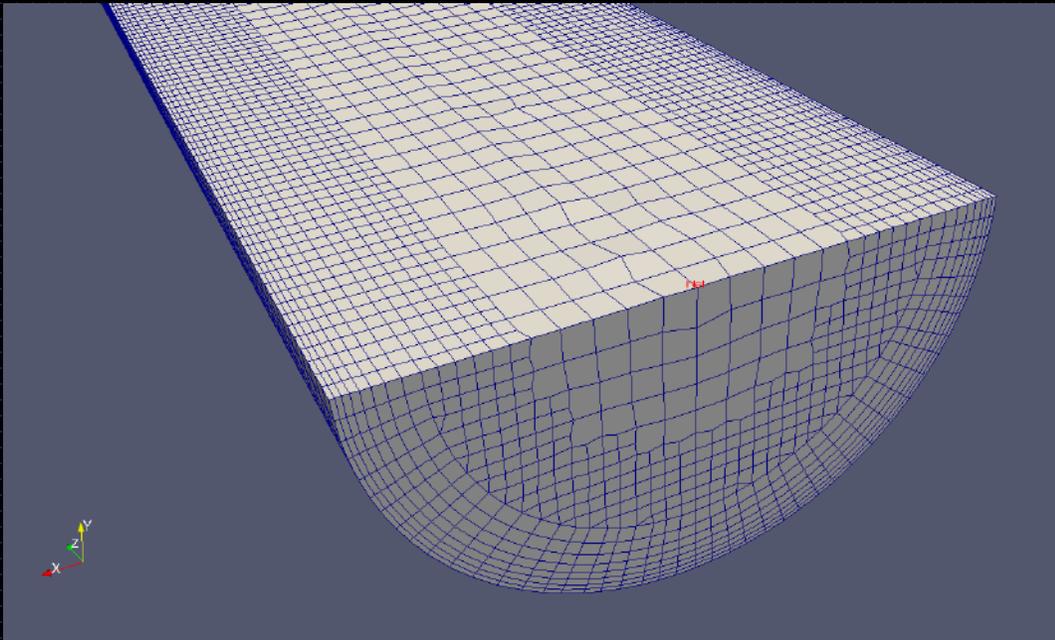


$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{V}) = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{Continuità} \\ \frac{\partial (\rho \vec{V})}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{V} \times \vec{V}) = -\vec{\nabla} p + \vec{\nabla} \cdot \sigma + \rho \vec{f} \quad \longrightarrow \quad \text{Quantità di moto} \\ \frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{V} E) = -\vec{\nabla} \cdot (p \vec{V}) + \vec{\nabla} \cdot (\sigma \cdot \vec{V}) + \rho \vec{f} \cdot \vec{V} + \vec{\nabla} \cdot (k \nabla T) + Q \quad \longrightarrow \quad \text{Energia} \end{array} \right.$$



Ansys Fluent & RBF-Morph

Il software Ansys Fluent è un noto risolutore CFD in grado di modellare accuratamente flussi turbolenti, trasferimento di calore e reazioni chimiche



Il mesh morphing è una tecnica utilizzata per deformare una griglia di calcolo mediante la modifica della posizione dei nodi delle celle



RBF Morph Fluids è un software di mesh morphing perfettamente integrato in Fluent

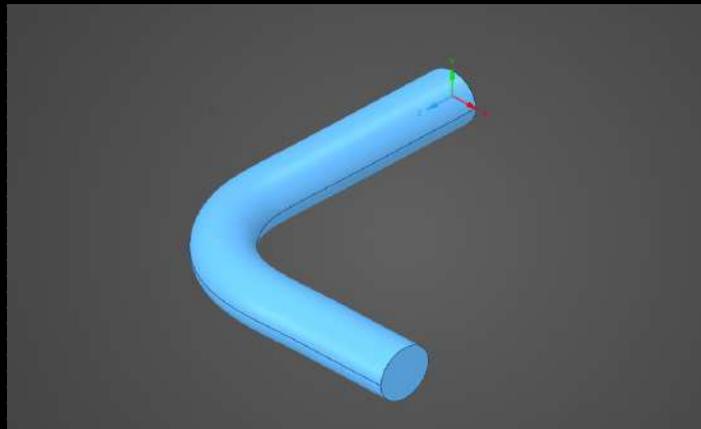
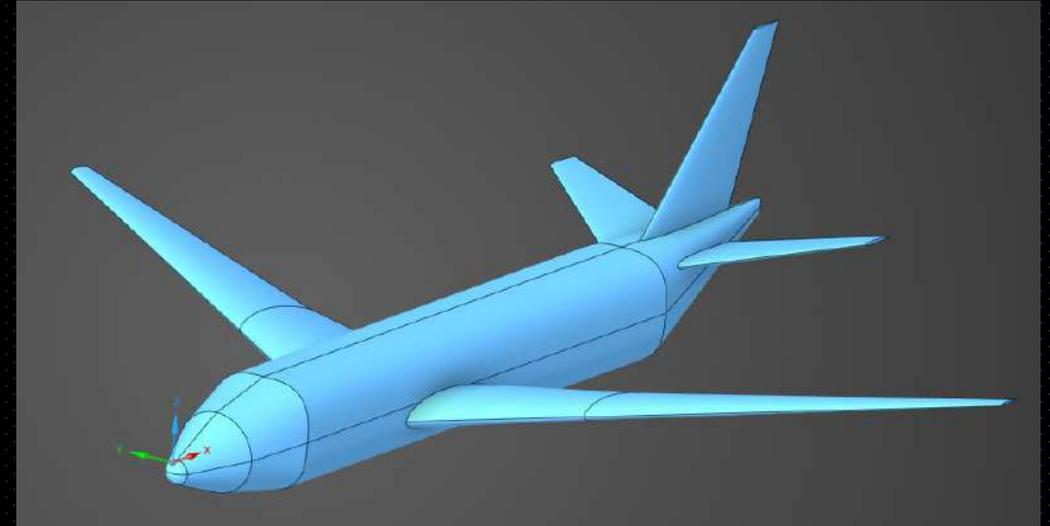
Il CAD Parametrico

Vantaggi:

- Controllo diretto sui parametri di progetto
- CAD generato da script
- Possibilità di automatizzare il processo di generazione dei modelli

Svantaggi:

- Più complesso e meno intuitivo rispetto ad un editor CAD interattivo con interfaccia grafica

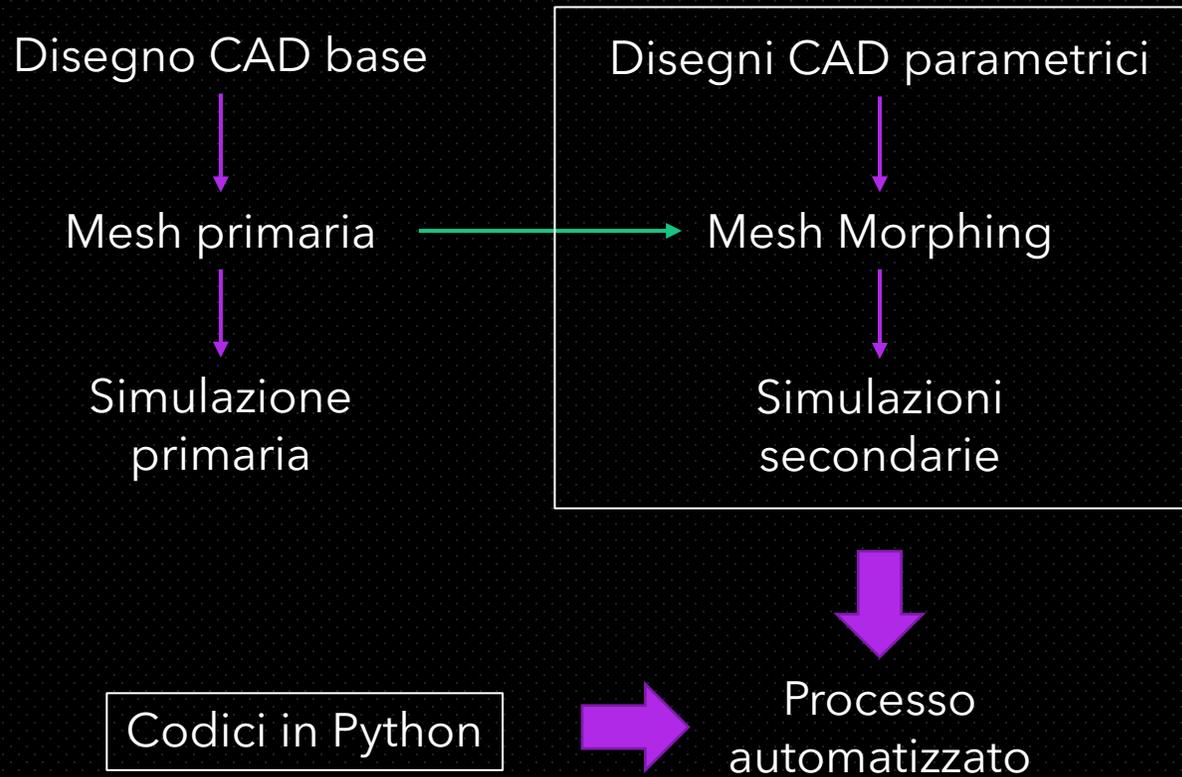


CadQuery

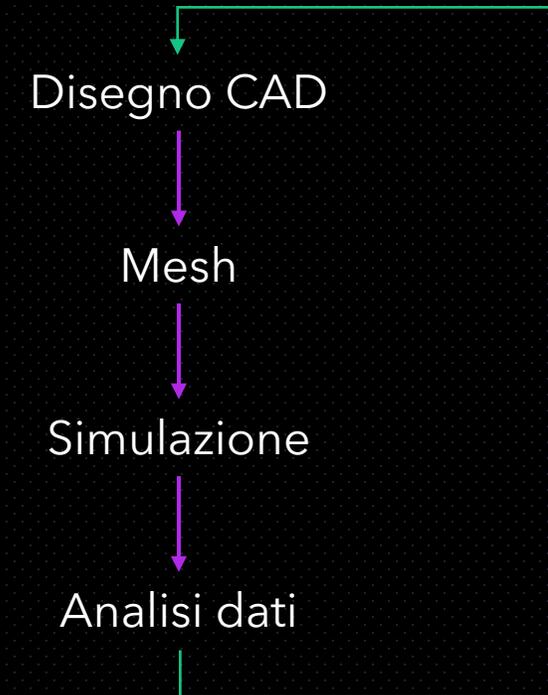
Engineering Sketch Pad (ESP)

Ottimizzazione di forma

Strategia analizzata:



Strategia convenzionale:

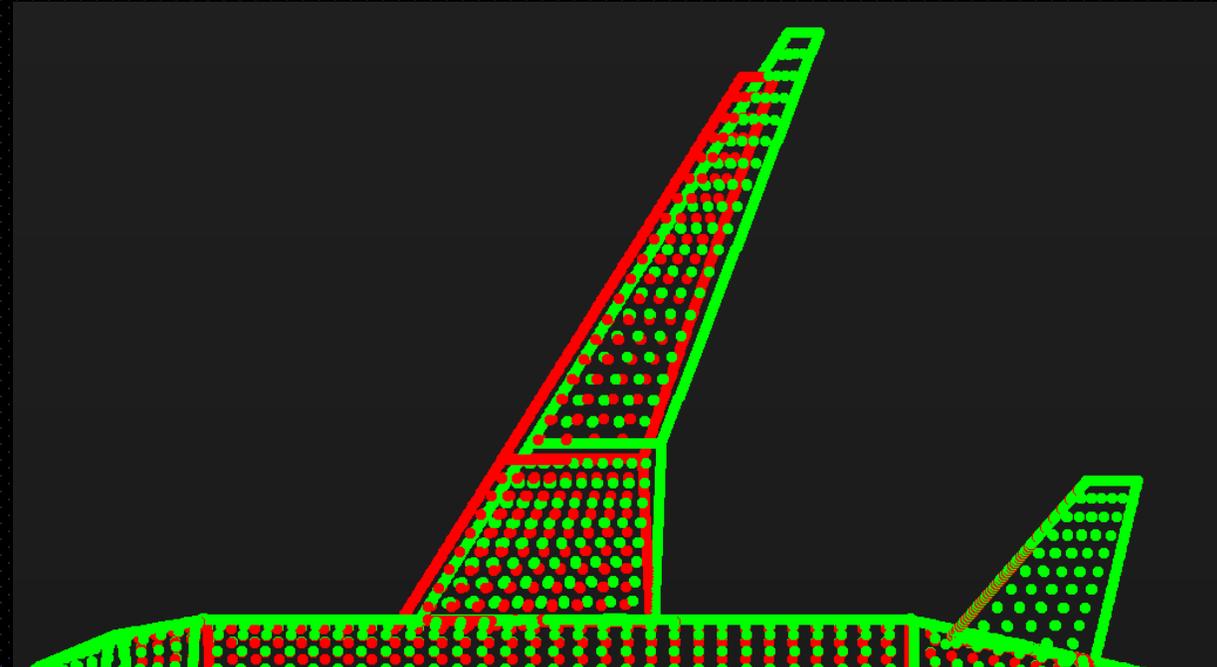
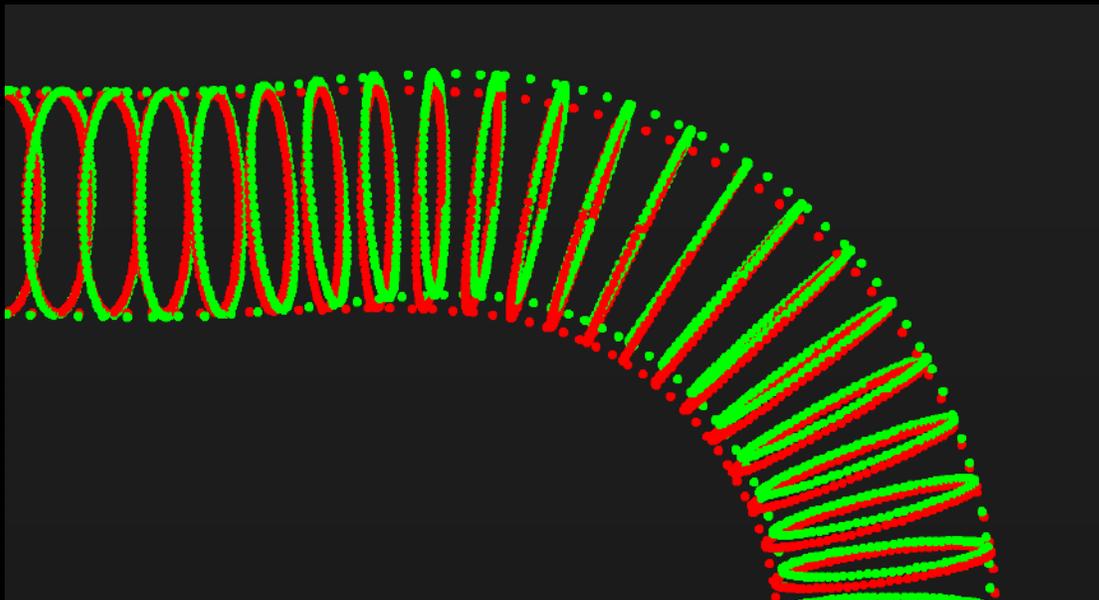


Confronto delle geometrie

Si ottiene una nuvola di punti in cui vengono trascritte le informazioni di modifica di forma

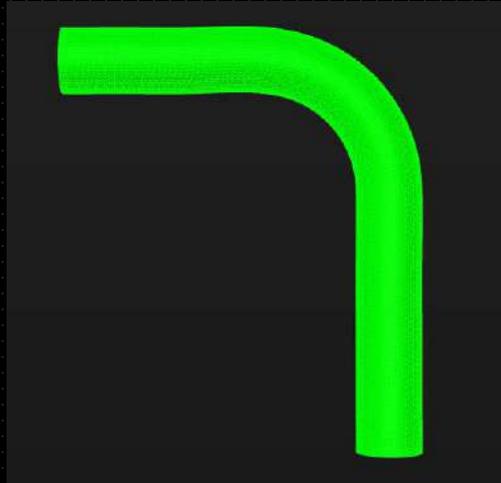
In rosso: punti sorgente (CAD base)

In verde: punti traslati (Modello deformato)



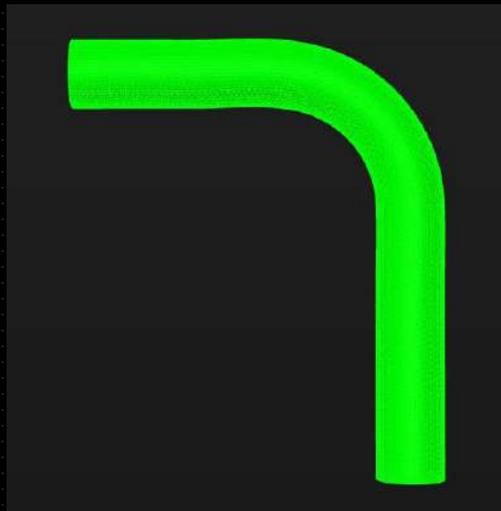
I punti così definiti vengono usati come punti sorgente RBF in RBF-Morph per deformare la mesh

Condotto



3 parametri di progetto:

- Percorso della curvatura
- Raggio della circonferenza pre-curvatura
- Raggio della circonferenza post-curvatura



Parametro di output monitorato:

- Caduta di pressione

25 campioni

Velivolo

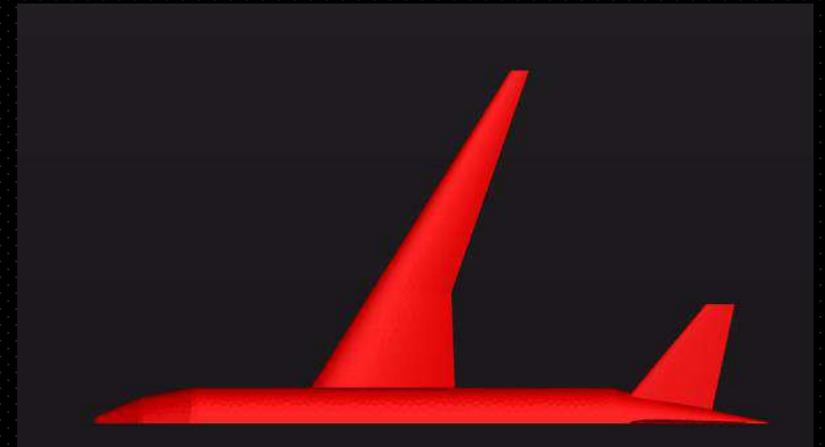
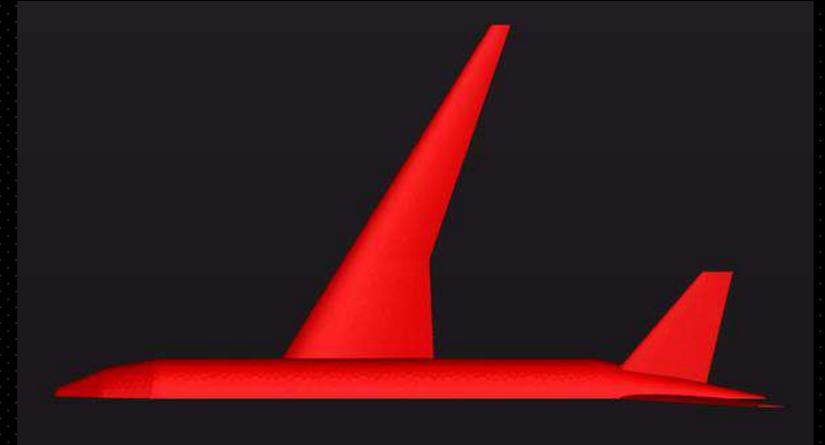
5 parametri di progetto:

- Allungamento alare dell'ala
- Rapporto tra lo spessore e la corda del profilo alla radice dell'ala
- Posizione della radice delle ali in direzione longitudinale
- Angolo di incidenza del profilo che divide l'ala tra parte interna ed esterna
- Potenza della super ellisse della fusoliera centrale

Parametro di output monitorato:

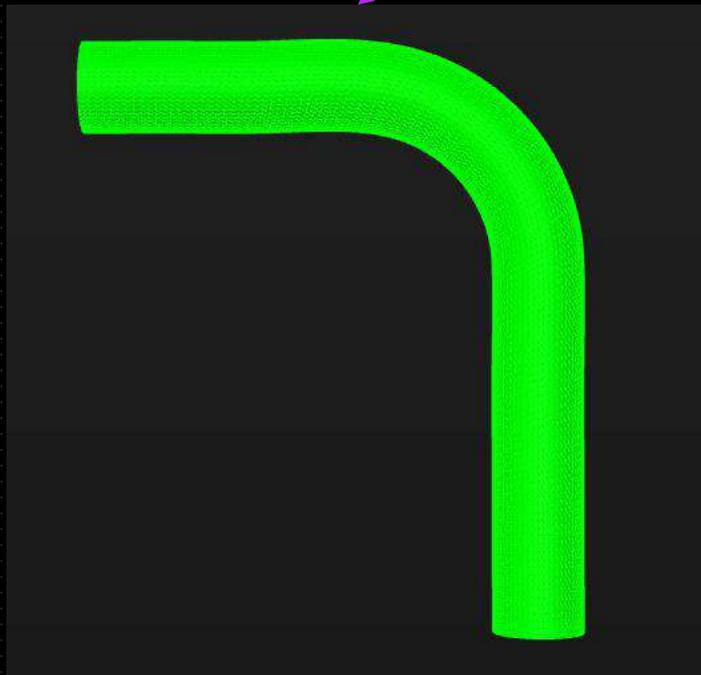
- Efficienza aerodinamica

52 campioni

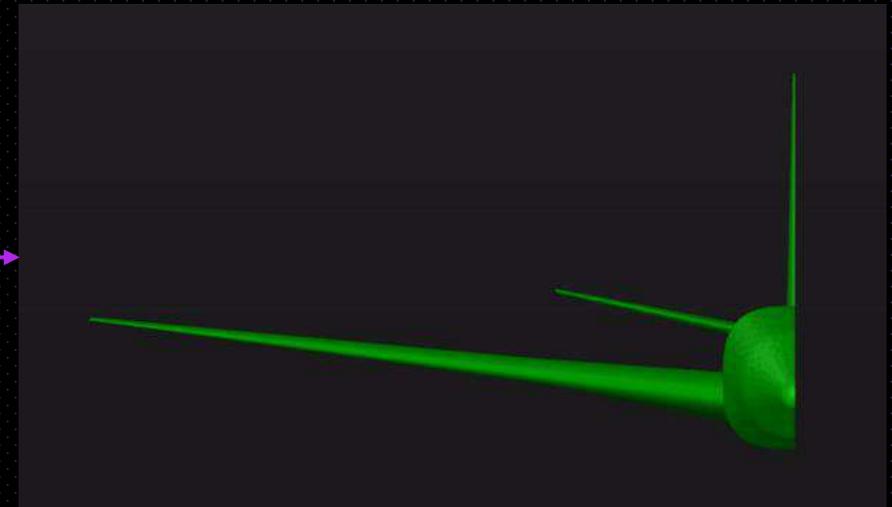


Ottimizzazione

Modello ottimale condotto: la caduta di pressione è stata ridotta del 26,2%

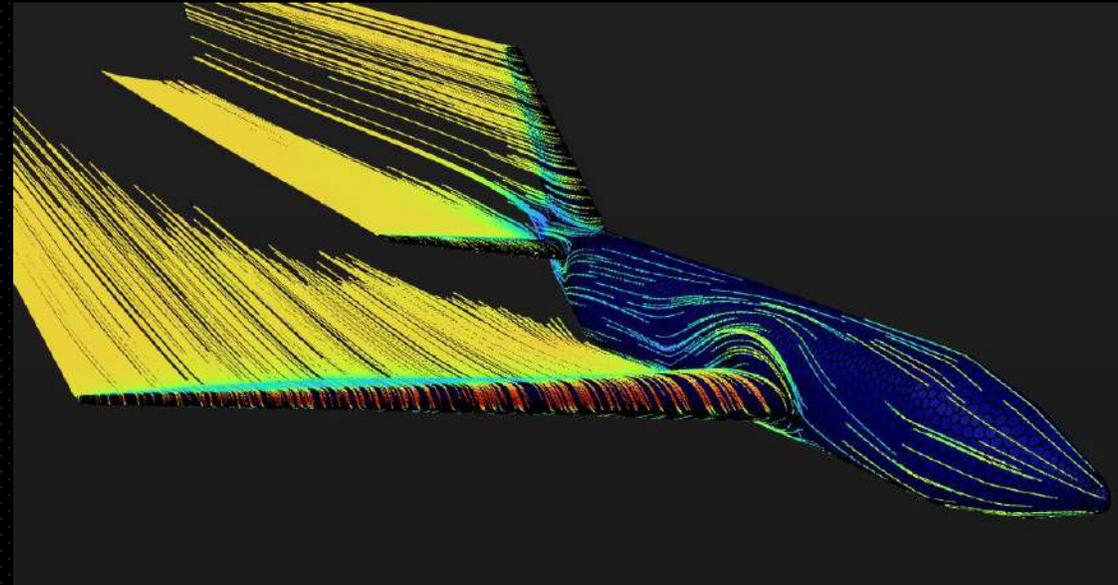


Modello ottimale velivolo:
miglioramento
efficienza del 5,1%



Conclusioni

Tutte le fasi sono state automatizzate
con codici python, rendendo
l'ottimizzazione rapida e lineare



Considerando il tempo di creazione della mesh per geometrie complesse e risorse computazionali maggiori, le potenzialità fornite da questa soluzione di analisi ad alta fedeltà crescono esponenzialmente