

*Politecnico di Torino
I Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale*

**Effetti della geometria
sulle caratteristiche
aerodinamiche di un
profilo alare bio-mimetico**



Relatrice:
ing. Stefania Scarsoglio

Candidato:
Marco Lonoce

Introduzione:

- Analisi di un profilo alare a basso numero di Re, in particolare l'ala di un'aquila, nella situazione standard e, successivamente, considerando una taratura dell'ala.

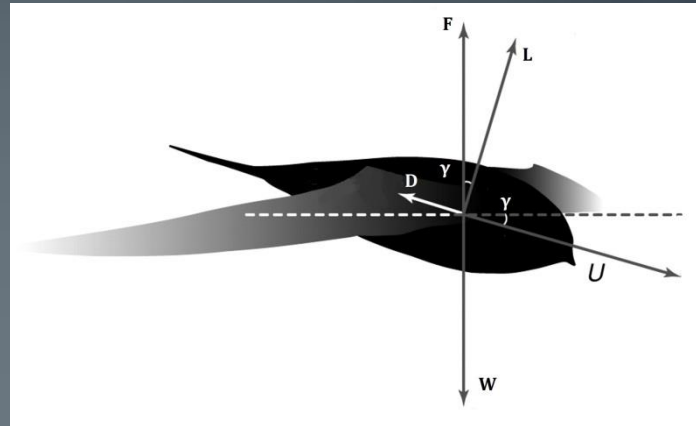
Motivazioni :

- Resistenza Indotta - Winglet
- Morphing ala
- Alula come Slats
- Coda come Flaps



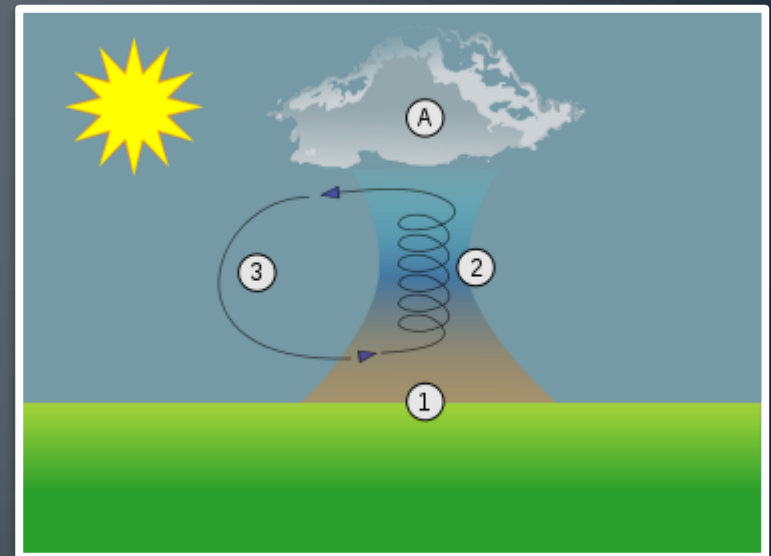
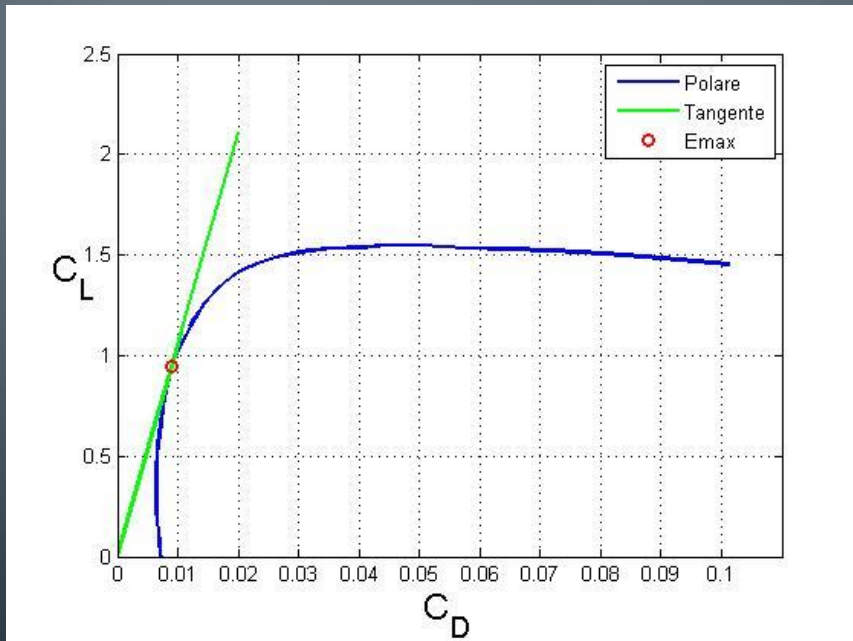
Meccanica del Volo degli Uccelli

- Tipologie di Ali
- Gliding
- Soaring



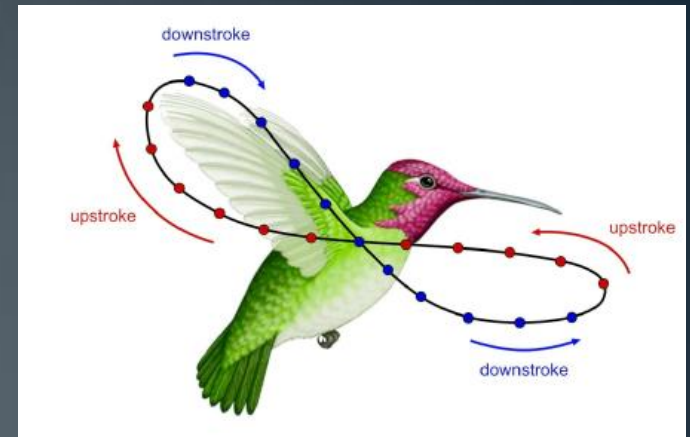
$$L = W \cos \gamma \quad D = W \sin \gamma$$

$$E = \frac{L}{D} = \frac{W \cos \gamma}{W \sin \gamma} = \frac{1}{\tan \gamma}$$



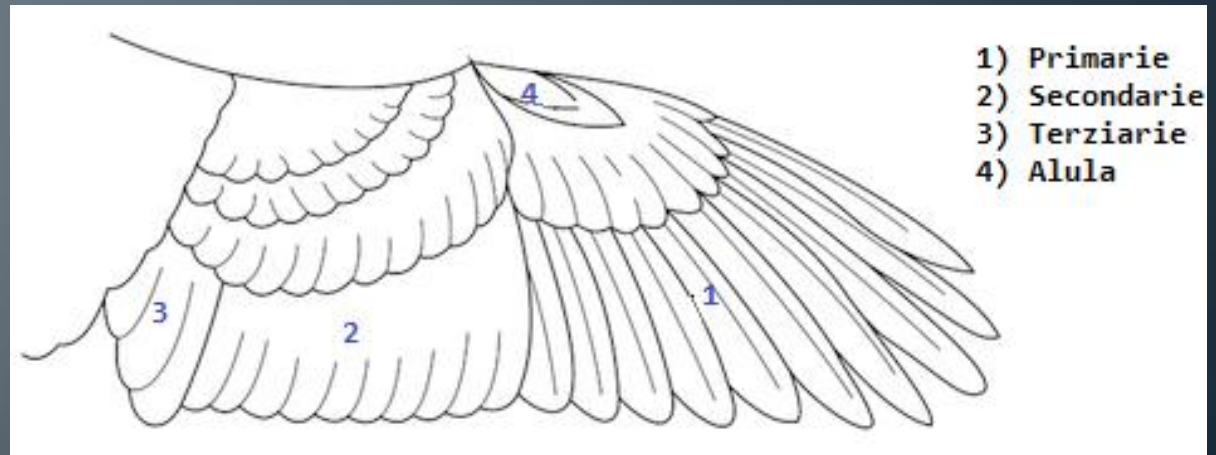
Meccanica del Volo degli Uccelli

- Flapping
- Hovering



Penne Remiganti

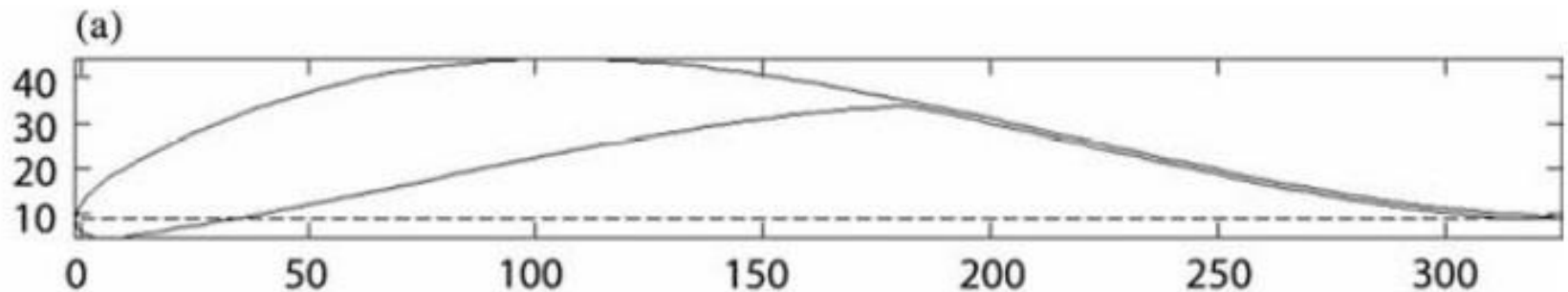
- Parte più importante del piumaggio perché permettono le manovre



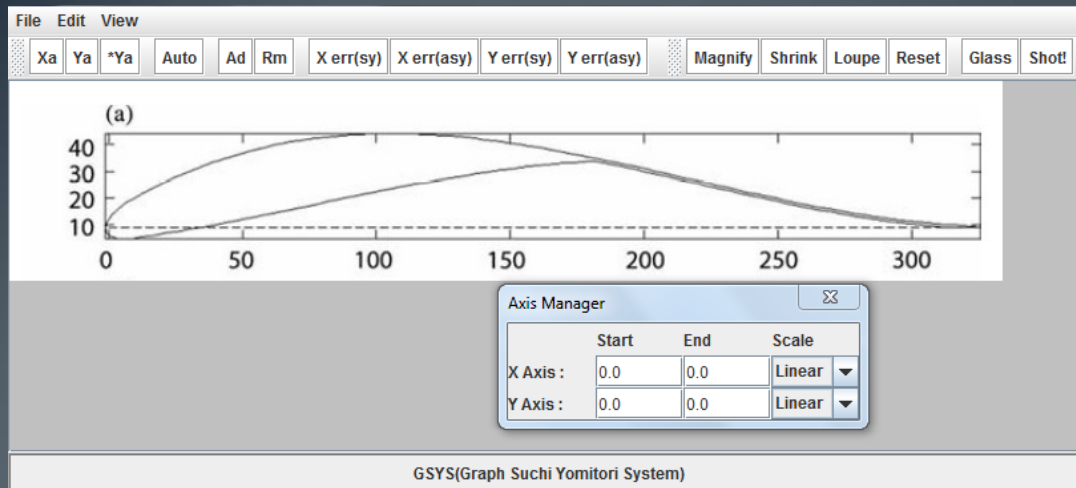
Acquisizione del Profilo

Aquila delle steppe

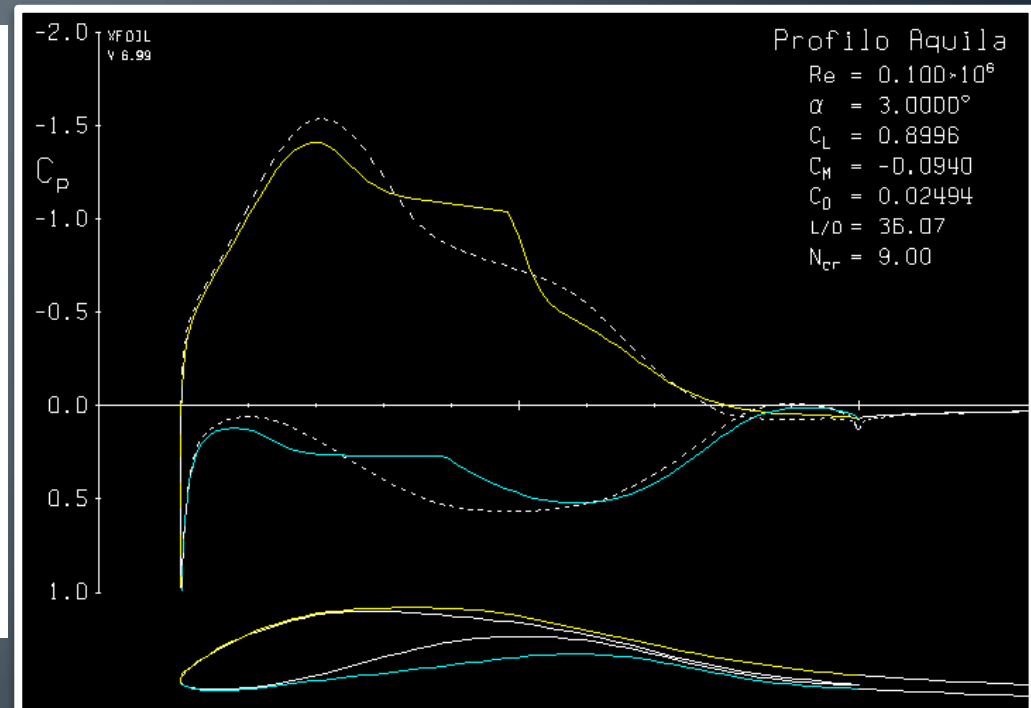
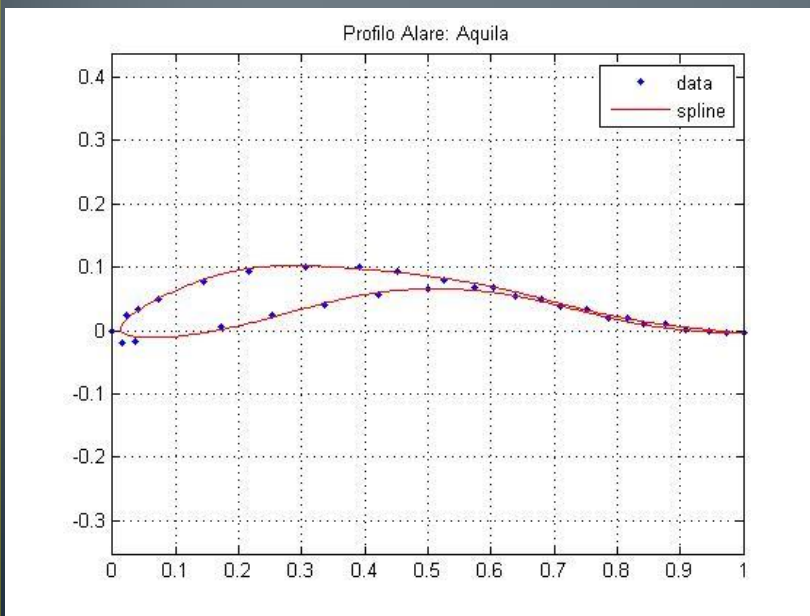
- $l = 0.3m$
- $v = 45 - 50 \text{ km/h}$
- $z = 2500 \text{ m}$
- $Re = 200\ 000 - 250\ 000$



Acquisizione del Profilo : Profilo Standard

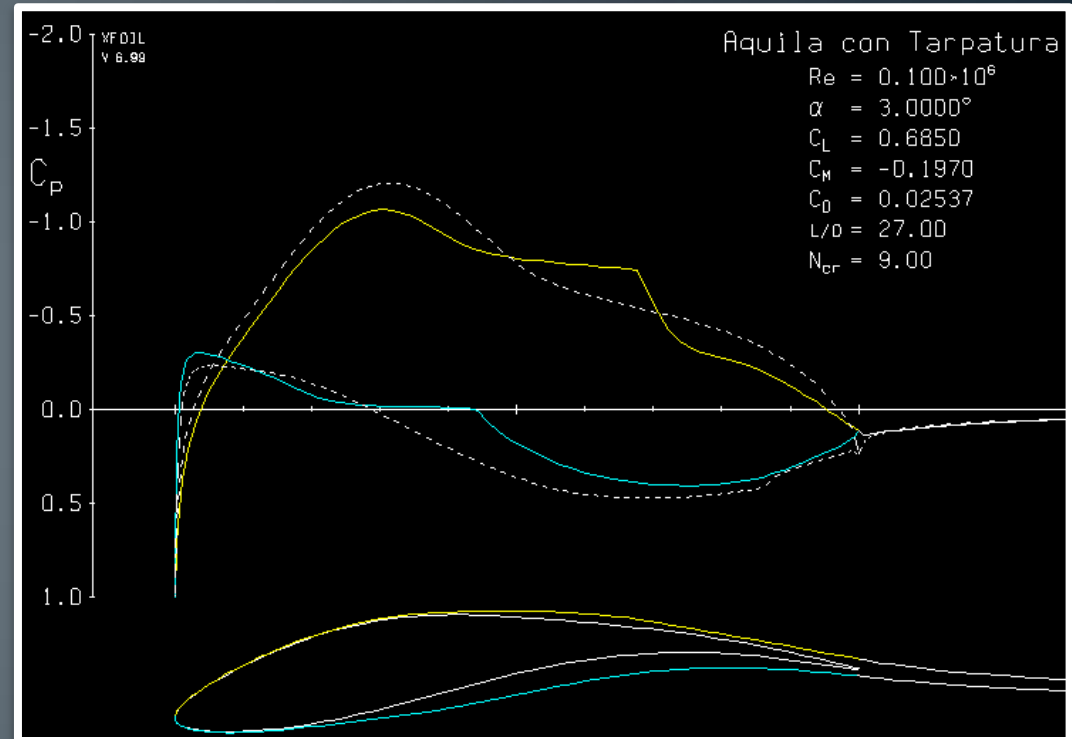


- Gsys
- Matlab
- Xfoil



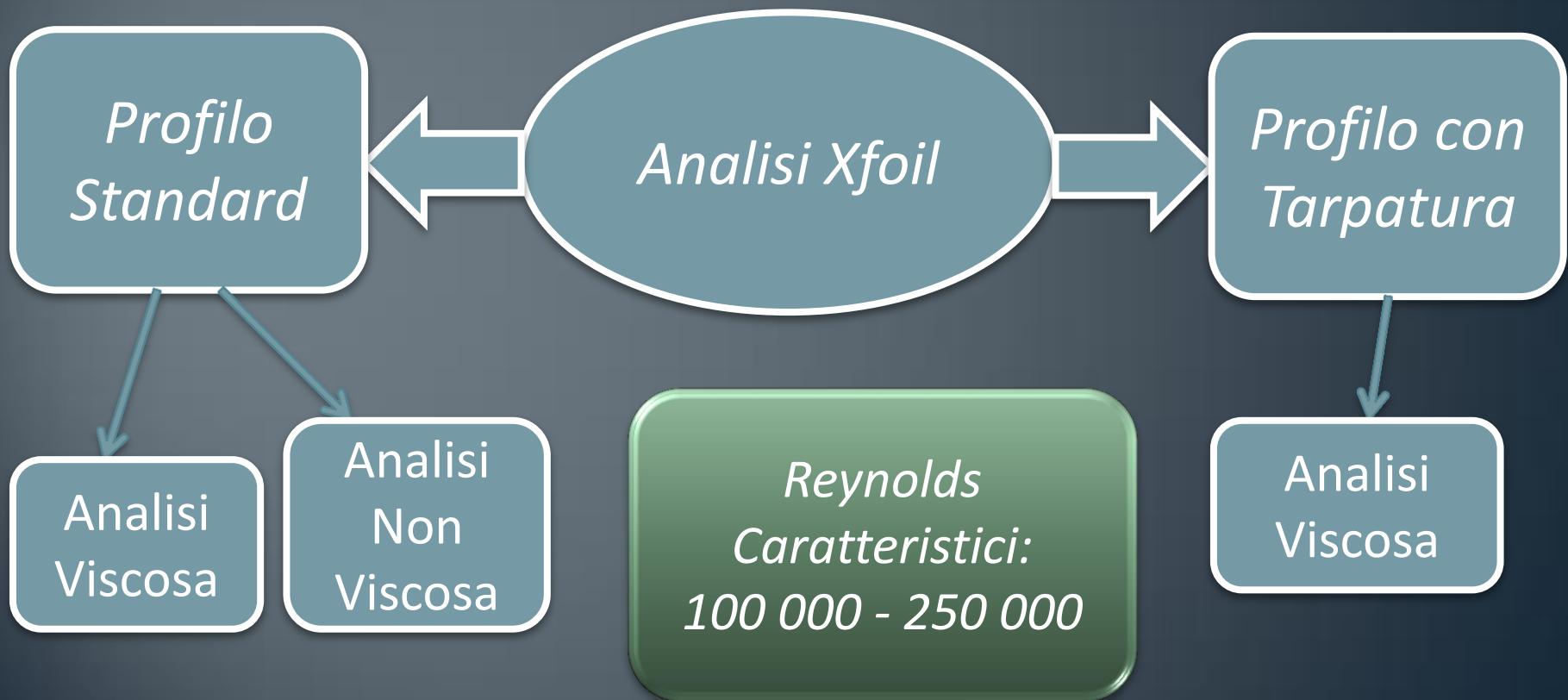
Acquisizione del Profilo : Profilo Con Tarpatura

- Taglio del terzo finale
- Interpolazione Punti
- Eliminazione dei salti di pressione al bordo di fuga



Che cos'è Xfoil?

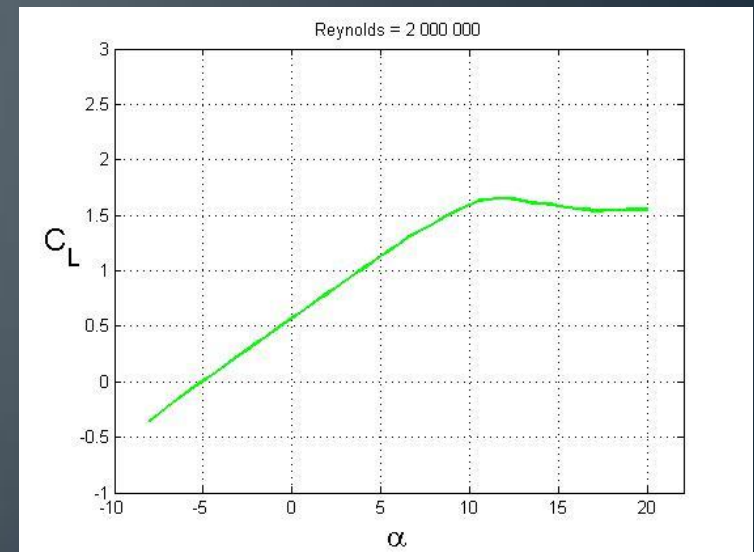
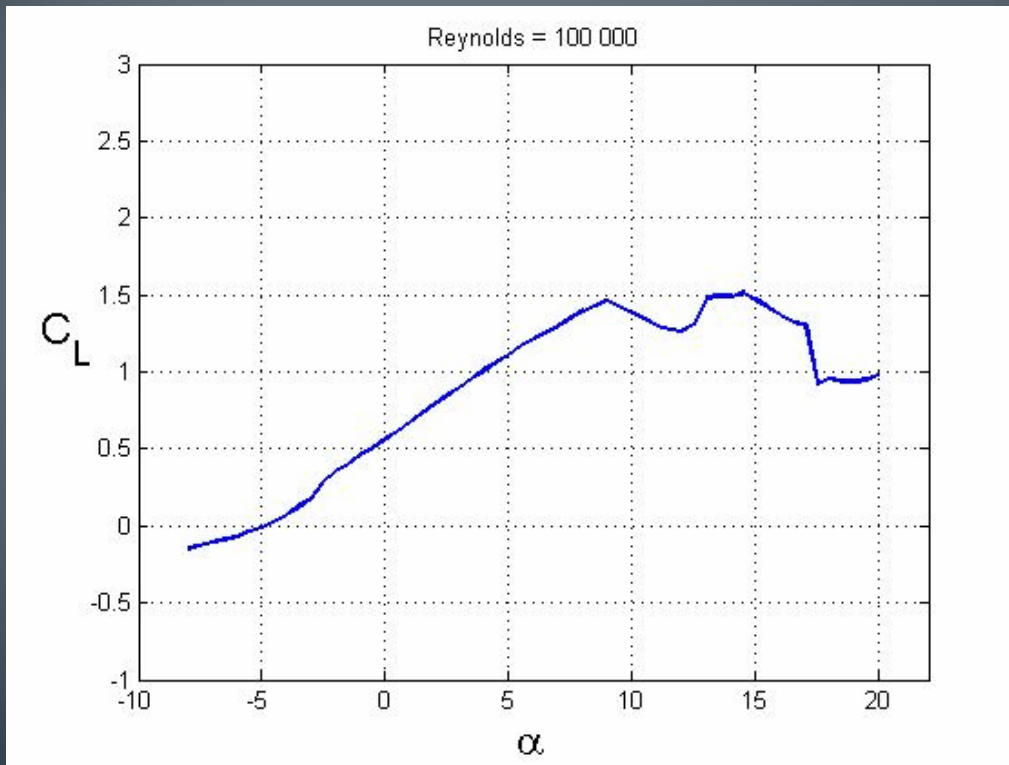
Xfoil è un software, basato sul metodo dei pannelli, capace di analizzare profili subsonici isolati.



Analisi Viscosa: Profilo Standard

Curve $C_L - \alpha$:

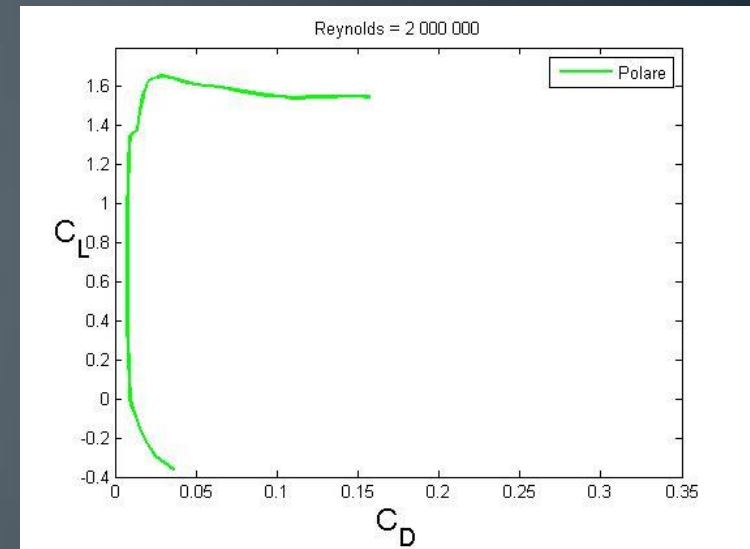
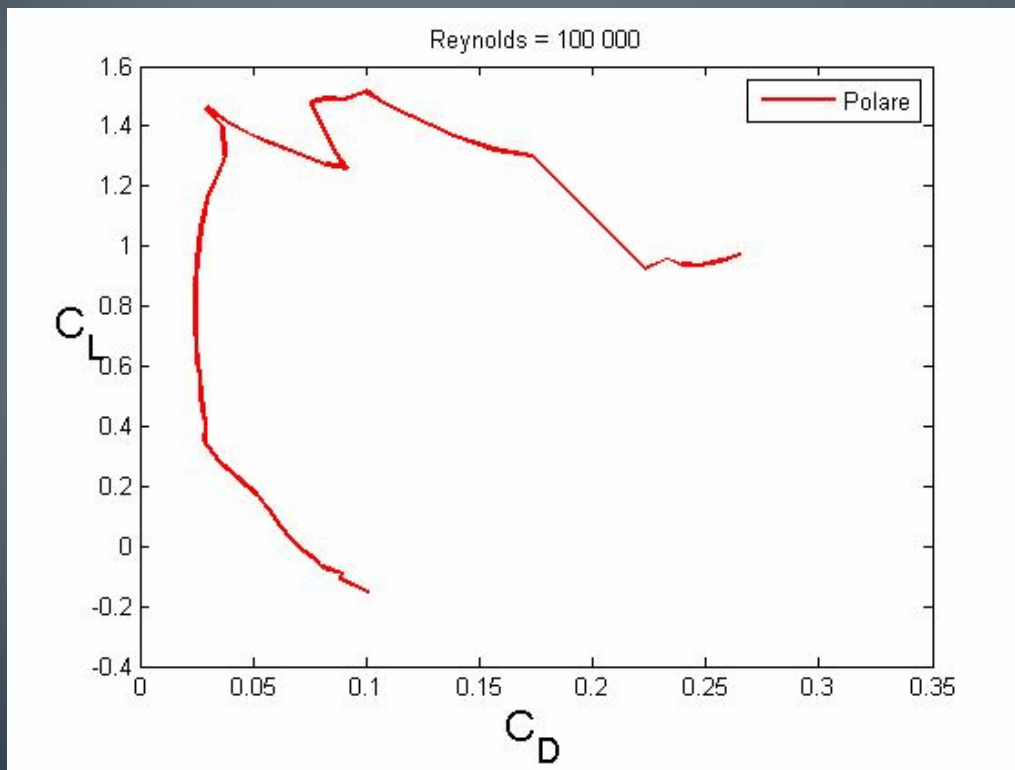
- $M \cong 0$
- Analisi per $-8^\circ < \alpha < 20^\circ$
- Fenomeni di separazione e stallo presenti oltre 8.5°
- $C_{Lmax} = 1.5$ per $\alpha = 8.5^\circ$



Analisi Viscosa: Profilo Standard

Curve $C_L - C_D$

- $\alpha = 0$ $E_{Re100} = 21.14$ $E_{Re250} = 40.32$
- $\alpha = 7$ $E_{Re100} = 34.52$ $E_{Re250} = 67.85$

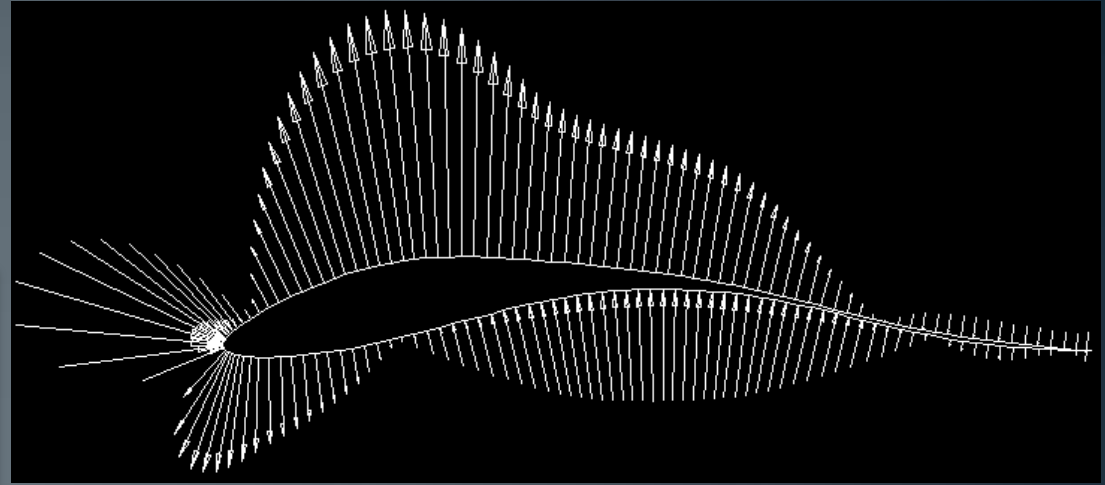


$$\alpha = 0 \quad E_{Re2\,000} = 78.88$$
$$\alpha = 7 \quad E_{Re2\,000} = 140.58$$

Analisi non Viscosa: Profilo Standard

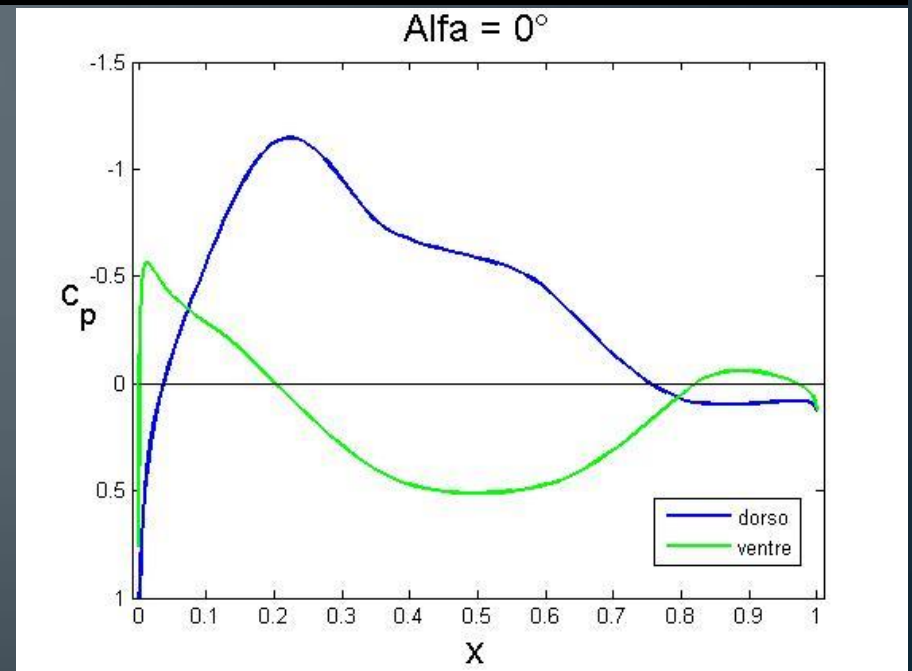
$Re \rightarrow \infty$ effetti viscosi trascurabili rispetto a quelli d'inerzia

La parte terminale del profilo presenta vettori con modulo piccolo



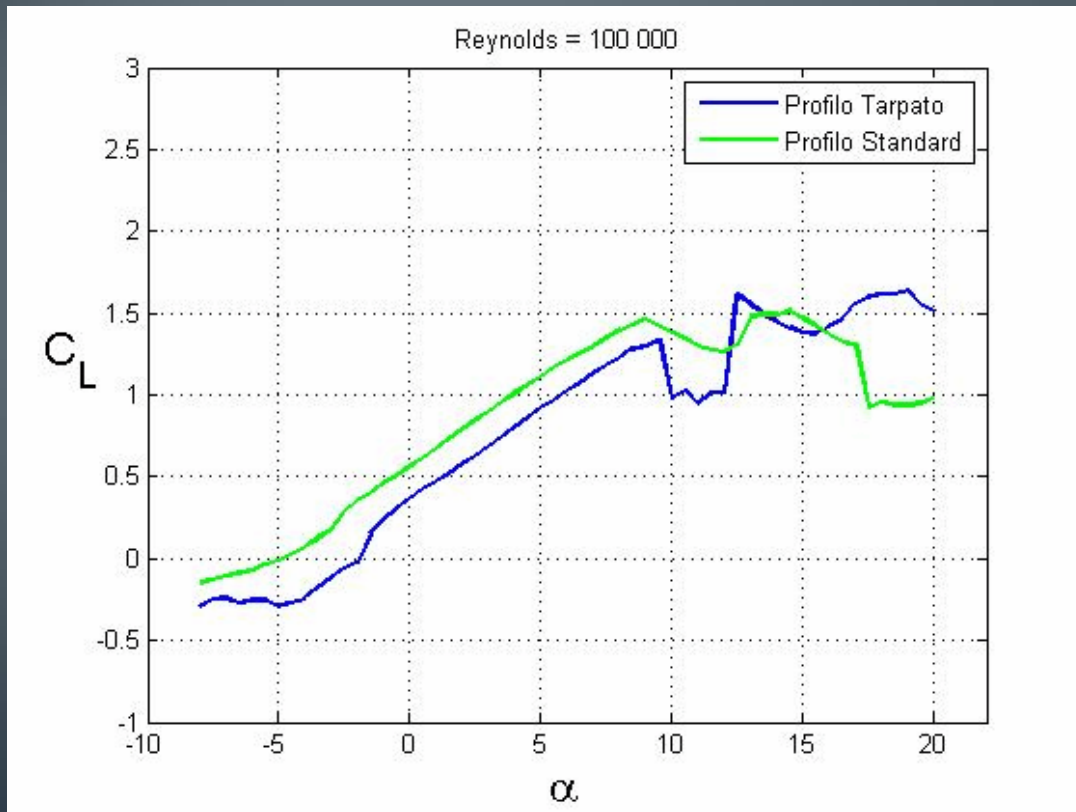
$$C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2}$$

$$C_L = \int_0^l (C_{p-} - C_{p+}) \frac{dx}{l} = \int_0^l \Delta C_p \frac{dx}{l}$$



Analisi Viscosa: Profilo con Tarpatura

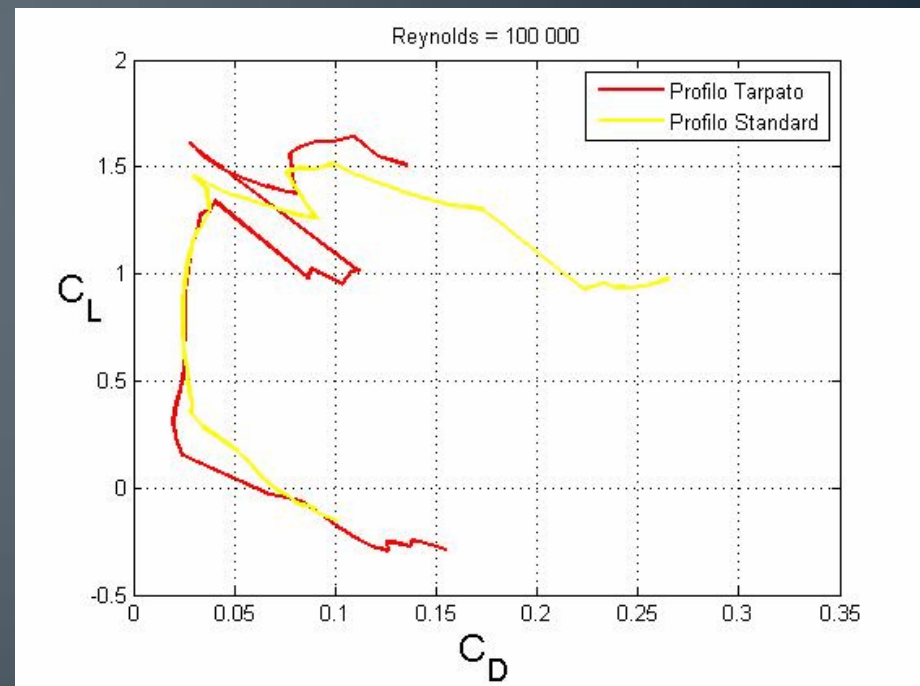
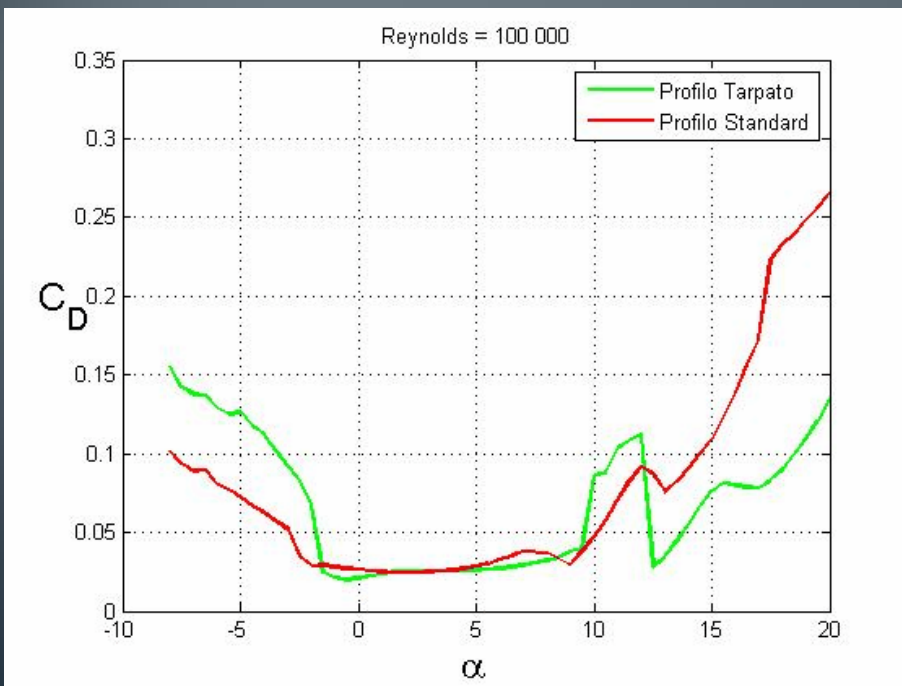
Confronto tra Profilo Standard
e Profilo con Tarpatura



- $-8^\circ < \alpha < 20^\circ$
- $\Delta C_L \cong -0.2$
- $\alpha_{max} = 9^\circ$ per
Re = 100 000
- $\alpha_{max} = 12^\circ$
- $C_{Lmax} = 1.6$

Analisi Viscosa: Profilo con Tarpatura

Confronto tra Profilo Standard
e Profilo con Tarpatura



Effetto della Tarpatura

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 C_L S$$

Tarpatura

*Riduzione del C_L
di 20%-50%*

*Riduzione del 33%
della superficie
alare (nel 3D)*

A parità di portanza L si ottengono velocità medie che, dal valore di $V = 50 \text{ Km/h}$ si è passati a $V = 70 - 100 \text{ Km/h}$

Il Volo risulta essere troppo energetico e dispendioso

Impossibilità al Volo

Taglio delle Penne Remiganti, le quali permettono le principali manovre

Conclusioni

Generali

- Buone caratteristiche aerodinamiche ma inferiori ai profili utilizzati
- Effetti 3D trascurati dall'analisi
- Morphing

Riguardo l'Analisi

- Miglioramento dei risultati all'aumentare di Reynolds