

# Politecnico di Milano

Facoltà di Ingegneria Aeronautica  
Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Aerodinamica



## Studi di Ottimizzazione di un Aeromodello Pylon F5D

Relatore: Chiar.mo Prof. Maurizio Boffadossi

Tesi di laurea di:

Matteo Saponi

Matr. n.: 841360

Anno Accademico 2015/2016

# Politecnico di Milano

Facoltà di Ingegneria Aeronautica  
Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Aerodinamica



## Studi di Ottimizzazione di un Aeromodello Pylon F5D

Relatore: Chiar.mo Prof. Maurizio Boffadossi

Tesi di laurea di:

Matteo Saponi

Matr. n.: 841360

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Matteo Saponi", with a long, sweeping underline.

Anno Accademico 2015/2016

- Minimo peso al decollo: 1000 g
- Massimo carico alare: 65 g/dm<sup>2</sup>
- Peso minimo batteria: 200 g
- Peso massimo batteria: 400 g
- Energia massima erogabile: 1000 W·min

In particolare, l'ultimo vincolo consente di limitare la velocità degli aeromodelli, per questioni di sicurezza, e di prolungare la vita della batteria con la risultante necessità, da parte dei piloti, di combinare buone doti velocistiche a un'attenta gestione dell'energia<sup>1</sup>. Nessuna indicazione è invece fornita per quanto concerne la configurazione geometrica del velivolo che può quindi essere sviluppato in piena libertà, nei limiti imposti sul massimo carico alare<sup>2</sup>.

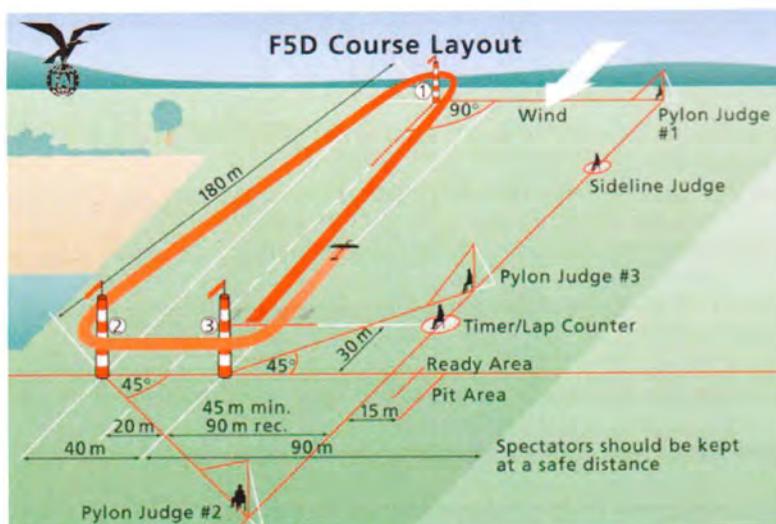


Fig.1 Pylon Racing layout

<sup>1</sup> Il limite imposto è da intendersi sia come  $E_{Max} = 1000 \text{ Watt} \cdot \text{min} \cong 60 \text{ kJ}$  per tutta la durata della gara, sia istantaneamente  $P_{Max} = 1000 \text{ Watt}$ .

<sup>2</sup> Si veda l'Appendice A per la versione integrale del regolamento per l'F5D Pylon Racing.

L'ottimizzatore, contengono informazioni precise su come l'algoritmo genetico sia intervenuto. (Tabella 1)

	$r_{te}$	$X_{up}$	$Z_{up}$	$Z_{max}$	$X_d$	$Z_d$	$Z_{sd}$	$\Delta Z_{te}$	$Z_{te}$	$\alpha_{te}$	$\beta_{te}$	$r_{td}$
NACA 0012	0.015	0.3	0.06	0.1	0.3	0.06	0.1	0	0	0.7736	8	0.015
NACAint	0.0050	0.3895	0.0527	0.3800	0.3249	0.0272	0.1629	0	0	0.7736	14.7118	0.0025
NACAopt	0.0043	0.3844	0.0455	0.3543	0.3443	0.0237	0.1914	0	0	0.8981	14.7312	0.0025

Tabella 1: Confronto parametri PARSEC

La prima tendenza, riscontrabile anche graficamente, è rappresentata dalla sensibile riduzione sia dello spessore percentuale, quasi dimezzato passando dal 12% della guess iniziale al 6.91% del NACAopt, che del raggio curvatura del bordo di attacco. Altri aspetti, meno evidenti ma non meno importanti, sono poi lo spostamento del punto di massimo spessore dal 30 al 40% della corda, un angolo del bordo d'uscita più ampio per il NACAopt e l'aumento della curvatura in corrispondenza del punto  $X_{Up}$ .

La sola osservazione dei parametri non appare, tuttavia, sufficiente. Quanto, se non più dell'analisi geometrica, lo studio delle polari, e il loro confronto, fornisce uno strumento utile ed efficace per comprendere il comportamento fisico di un profilo. Ogni modifica apportata implica, infatti, una differente risposta, facilmente rintracciabile su un grafico  $C_D-C_L$ . Di seguito è riportato il confronto tra le polari dei profili analizzati. (Fig.11)

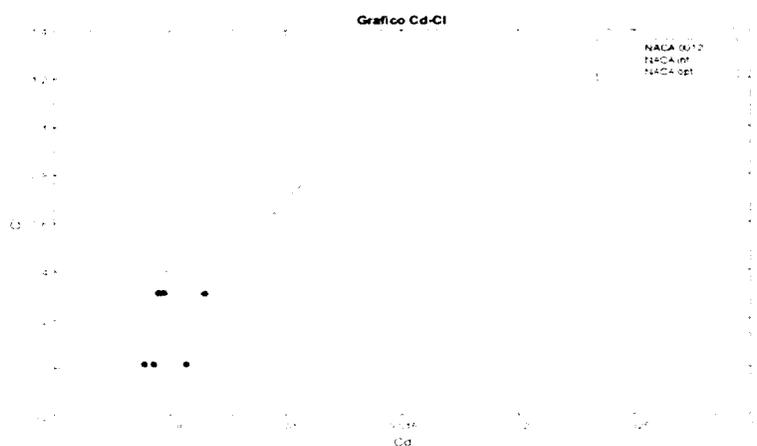


Fig.11: Grafico  $C_D-C_L$  per  $Re = 1 \times 10^6$

Del trentennio che, dal 1980, arriva fino ai giorni nostri, si ha invece una folta documentazione. Ciò grazie all'avvento della categoria F5D, all'ampia diffusione raggiunta dall'F3D e, soprattutto, al lavoro di alcuni modellisti, come il noto Prof. Richard Eppler e il già citato Martin Hepperle che, a partire dai primi anni '80, condussero numerosi studi e produssero un nutrito gruppo di profili specificamente pensati per la Pylon Racing. Di tutti i possibili, sono stati selezionati i seguenti (Fig.16 a,b,c)

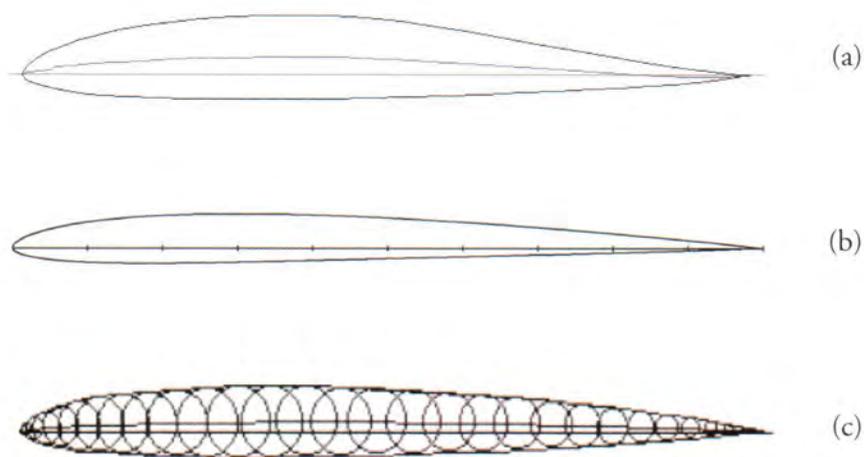


Fig.16: a) Eppler-220 (1980); b) HD-47 (1997); c) MH-34 (2003)

Sebbene con caratteristiche molto diverse, i profili elencati sono stati disegnati con il medesimo obiettivo, e progettati per affrontare condizioni molto simili tra loro. Ciò giustifica il confronto a prescindere, per esempio, dal valore di massimo spessore che passa dal 12%, circa, nel caso del NACA o dell'E-220, fino al 6.5% dell'HD-47 [DIg97].

A tal proposito, un punto importante riguarda proprio l'identificazione del metodo di confronto. In prima analisi, potrebbe infatti sembrare una scelta maggiormente valida, ricorrere ai tempi di gara come indicatori del livello di

## RINGRAZIAMENTI

Desidero in primo luogo ringraziare il Professor Maurizio Boffadossi per la costante disponibilità e per l'aiuto pazientemente elargitomi nel corso di questi mesi. È stato fondamentale poter contare sui suoi consigli, sulla sua esperienza e sulla sua professionalità.

Un particolare ringraziamento va poi al Presidente della FIAM, Adolfo Peracchi, per la fiducia dimostrata e l'entusiasmo con cui mi ha introdotto nel mondo dell'aeromodellismo, e all'Ing. Carlo Giulianetti, per la passione che ha saputo trasmettermi e il supporto materiale e tecnico generosamente offerto durante tutto lo svolgimento del progetto.

Vorrei inoltre ringraziare di cuore la mia famiglia per il sostegno economico ma soprattutto morale e per avermi seguito e incoraggiato in questi cinque anni fatti di sacrifici e ostacoli da superare.

La mia più viva gratitudine va infine alla donna che amo e con cui condividerò la mia vita, per la perseveranza, la dolcezza e l'amore con cui mi ha sopportato e supportato in tutto il mio percorso di studi. *Σ'Αγαπω.*