



**"Iniezioni" di Cultura aeronautica**  
**by Cpt. Steve Caputo**  
**editing by Antonio Palomba**

## **Iniezione n. 02: Eliche ed Ali – seconda parte**

### **LA FORMA " E' " LA SOSTANZA**

Nella puntata precedente, abbiamo visto le analogie tra le ali e le eliche, e abbiamo usato i ventilatori per capire alcuni principi basilari del loro funzionamento.

Abbiamo quindi detto che maggiore è il diametro dell' elica, maggiore ovviamente è la quantità di aria che essa riesce a spostare e di conseguenza la spinta che essa riesce a fornire.

Abbiamo anche detto che la stessa cosa si ottiene aumentando il numero di giri dell'elica perchè complessivamente si riesce a spostare una massa d'aria maggiore in un intervallo di tempo dato.

Riprendiamo ora a presito il nostro ventilatore.

Se immaginassimo di volercene costruire uno, potremmo pensare di munirci di tante listarelle di legno o di metallo ed in qualche modo di renderle solidali con una ogiva che le tiene insieme.

Ci si pone però un problema. Come vanno montate queste listarelle?

Dunque.... vediamo...

Supponiamo di avere due listarelle di legno ben levigato, le montiamo inizialmente una all'opposto dell'altra. Se partiamo dal principio che le eliche sono ali, dobbiamo far sì che abbiano una "**portanza**"; per poter muovere aria, quindi, come minimo, dobbiamo inclinarle di un certo angolo.

Abbiamo mai visto delle ali che sembrano un foglio laminare come le nostre listarelle ?

Abbiamo mai visto delle eliche con delle lame senza alcuna incidenza ?

Ok, le montiamo dando loro una piccola inclinazione di qualche decina di gradi, come se fossero le liste delle persiane: in questo momento stiamo quindi dando un "**angolo di incidenza**" alla nostra ala/elica, ovvero sia le stiamo impostando, semplificando il concetto, "**un passo**".

Accendiamo il nostro ventilatore e....ahhh...ecco una leggera brezza solcare il nostro viso. Siamo già tutti contenti del nostro esperimento quando...ad un tratto, ci accorgiamo che c'è qualcosa che non va ancora.

Eh sì , perchè avvicinandoci al nostro ventilatore percepiamo chiaramente che più ci muoviamo verso di lui, e più ci rendiamo conto che l'aria ci passa attorno al viso ma, sul naso e sugli occhi, non ne sentiamo mica tanta. E per quale caspita di motivo ?

C'è qualcosa che ci sfugge.

E allora....telefoniamo al nostro mitico amicone CRISTIANO SUPERPILOT e fissiamo con lui un incontro all'eroclub di Rimini chiedendogli di poter osservare attentamente l'elica del PA28. Cristiano che è un ragazzo d'oro, senza indugio, si mette a nostra disposizione e di lì a poco ci porta ad osservare da vicino l'elica del Piper. Notiamo allora che l'elica del Piper, è **SVERGOLATA**, cioè anzichè avere un angolo di incidenza fisso, questo è più marcato alla radice dell'elica e lo è molto meno alla estremità. Ahhhh !!!! Che sia questo l'inghippo ?

Dopo aver scroccato un giro al mitico Cristiano (eh beh...bisogna approfittare degli amici o no ? ) ce ne torniamo a casa con la soluzione in tasca.

---

**“Iniezioni” di Cultura aeronautica**  
**by Cpt. Steve Caputo**  
**editing by Antonio Palomba**

**Iniezione n. 02: Eliche ed Ali – seconda parte**

Rismontiamo il nostro ventilatore, e anzichè metterci le due listarelle di legno, ne montiamo un paio di plastica che avremo opportunamente "svergolato" facendo sì che l'incidenza decresca a mano a mano che ci si muove verso il bordo. Riaccendiamo e....wowowow !!! Funziona alla grande ! Ora sentiamo un bel **flusso**, pulito, e soprattutto **COSTANTE** sia che ci mettiamo vicino alla ogiva, sia che ci mettiamo sulla zona periferica del ventilatore!

Ora però dobbiamo capire il perchè... ma voi ci siete già arrivati vero ? Ma certo!

Abbiamo detto o no che il flusso d'aria che l'elica sposta è proporzionale alla sua velocità ? Certamente. E infatti dobbiamo tener conto che la parte estrema dell'elica ha una velocità ben maggiore di quanta ne ha la parte interna (anzi, il centro preciso dell'ogiva ha una velocità pari a zero!). Per ottenere quindi un **FLUSSO UNIFORME**, e per sfruttare meglio la nostra elica massimizzandone il rendimento, bisogna dare un angolo di incidenza maggiore alla base dove la velocità è minore, ed uno minore alla periferia dove al contrario la velocità è maggiore. Per questo motivo, non essendo l'angolo di incidenza costante lungo tutto il profilo della pala, per convenzione si stabilisce che il passo dell'elica è quello che viene misurato al 75%, (in Europa), o al 70% (negli USA) del suo raggio.

Più avanti nella nostra trattazione, vedremo che nelle eliche a passo fisso questa condizione di massima efficienza però (ovvero la condizione in cui l'intera porzione della pala spinge in maniera costante e massima) non è sempre valida ma avviene soltanto ad una velocità ben precisa decisa dal progettista, a seconda delle condizioni di impiego del velivolo.

## **RENDIMENTO DELL' ELICA**

Non dimentichiamo mai il concetto di elica come quella di una particolare pala che anzichè essere ferma ruota nell'aria perchè, per determinarne la sua efficienza, dobbiamo far ricorso allo stesso principio che determina l'efficienza del profilo alare.

Qual è la massima efficienza di un ala? L'aerodinamica ci dice che:

la massima efficienza di un ala si ottiene quando il rapporto tra la PORTANZA (ovvero la forza che produce il sostentamento) e la RESISTENZA, che è il prezzo che bisogna PER FORZA pagare per avere portanza, è massimo (ovvero quello che in termine inglese di definisce con LIFT / DRAG RATIO).

Cosa significa questo? Significa che **un ala è tanto più efficiente quanto riesce a produrre portanza minimizzando l'attrito**.

Come ben sapete, moltissima parte degli investimenti delle case costruttrici di aerei di linea o di affari vengono impiegati per determinare un profilo alare che risponda al meglio a questo requisito. Questo ovviamente vale anche per l'elica: **un elica è tanto più efficiente quanta più spinta riesce a dare col minor attrito possibile**. L'attrito ovviamente è quello che si oppone alla rotazione stessa dell'elica: se infatti la nostra pala svergolata e munita di un certo angolo di attacco inizia a ruotare e spostare aria, dovrà pagare il peggio dell'attrito che la stessa incontrerà nel suo movimento rotatorio; il motore che fa girare l'elica, quindi, dovrà avere potenza sufficiente a far sì che questa possa vincere al meglio la resistenza nel compiere il suo lavoro, ovvero fornire la spinta.

Il compito di determinare la massima efficienza possibile non è cosa semplice a perciò lo lasciamo agli Ingegneri. Noi siamo piloti e ci interessa quindi capire il principio di

**“Iniezioni” di Cultura aeronautica  
by Cpt. Steve Caputo  
editing by Antonio Palomba**

**Iniezione n. 02: Eliche ed Ali – seconda parte**

funzionamento ed essere informati su quelli che sono i principi di base. In ogni caso, per affinare ulteriormente le nostre conoscenze, dobbiamo divagare un momento nuovamente sulle ali ed introdurre il concetto di **ALLUNGAMENTO ALARE** che è uno dei fattori determinano l'efficienza dell'ala e, come vedremo, pure dell'elica.

L'ALLUNGAMENTO ALARE (in inglese **ASPECT RATIO**) è il RAPPORTO tra la LUNGHEZZA dell'ala e la sua CORDA.

Direte voi : "Corde ? Sulle ali ? Mai viste...ma che stai a dì ! " Certo, non l'avete mai vista perchè la CORDA è una linea immaginaria che va dal bordo d'attacco al bordo di uscita dell'ala, sostanzialmente la sua larghezza, quindi di fatto l'allungamento alare è il rapporto tra la LUNGHEZZA e la LARGHEZZA dell'ala.

A questo punto la vostra giusta obiezione sarà: "E allora, non ce lo potevi dire prima anzichè usare la corda ?"

Eh..eh... è vero, ma intanto dobbiamo prima di tutto prendere confidenza con qualche termine tecnico e poi occorre precisare che la corda è un linea retta che **ATTRAVERSA** il profilo alare, perchè l'ala non è un foglio, una lamina, ma assume varie forme e comunque presenta generalmente dei rigonfiamenti sull' **ESTRADOSSO** (parte superiore dell'ala, quella che guarda il cielo) e l'**INTRADOSSO** (parte inferiore, che guarda per terra). Ecco perchè si parla di CORDA ed ecco perchè è una linea immaginaria.

Ma siccome voi siete persone intelligenti, subito dopo questa mia affermazione vi sorgerà un dubbio."Senti un pò...ma se l'allungamento alare è il rapporto tra la lunghezza e la larghezza (CORDA), questo può andare bene con l'ala del Piper di Cristiano ma come la mettiamo con l'ala di un MD80 o di un 737 o di A320 che invece sono rastremate alle estremità ?" **OTTIMA DOMANDA !**

In effetti, in quei casi, si parla di **CORDA MEDIA**, ovvero il valor medio di tutti i valori che può assumere la CORDA in un profilo alare che non ha una larghezza costante.

Ebbene, l'allungamento alare, dicevamo, è **UNO** dei fattori che influenzano il rendimento dell'ala e, in genere, le caratteristiche aerodinamiche degli aerei.

Basti osservare le ali di un **ALIANTE** rispetto a quelle di un **F16**. Non usciamo dal seminato, ma è ovvio che nel primo caso l'allungamento alare sarà un numero piuttosto elevato (anche oltre 12 perchè gli alianti hanno ali lunghe e molto strette e sottili), nel secondo caso un numero notevolmente più basso (4 o meno).

Ora, tornando a noi ed alle eliche, l' **ASPECT RATIO** (per le eliche diciamo **RAPPORTO DIMENSIONALE**) migliore per massimizzare il rendimento è stato trovato essere pari a circa 6 -8 (l'**ASPECT RATIO** è un numero "adimensionale", cioè non ha una unità di misura essendo un rapporto tra due grandezze che hanno la stessa unità di misura). Tutto questo per confermare quanto dicevamo nel paragrafo precedente e cioè che la forma (delle ali e delle eliche) ha la sua importanza. Bene, per oggi basta. La prossima volta vedremo come anche **LE DIMENSIONI** delle eliche sono importanti ed inizieremo a trattare le problematiche legate alle eliche a passo fisso.

Steve

---