

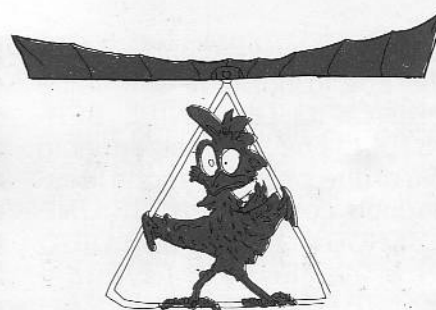
LA PAGINA DEL POLLO

5ª puntata

Se i misteriosi meccanismi cosmici dell'evoluzione della specie avessero favorito l'uomo anziché trasformare in uccelli i dinosauri del Giurassico, gli effetti principali sarebbero probabilmente i seguenti: voi non dovrete leggere questa rubrica ed io sarei disoccupato. Inoltre in una tale eventualità lo scrittore Richard Bach anziché "Il gabbiano Jonathan Livingston" avrebbe dovuto scri-

vere "La talpa Giovanni Scavington" e Thevenot invece di produrre ali di alluminio e dacron costruirebbe badili e zappe da competizione!

Se infatti l'uomo avesse le ali la sua più grande aspirazione sarebbe certamente quella di esplorare il sottosuolo, unico regno a lui negato. Figuratevi poiché Enzo Boschi risulterebbe uno dei favoriti avendo già come dono naturale una carat-



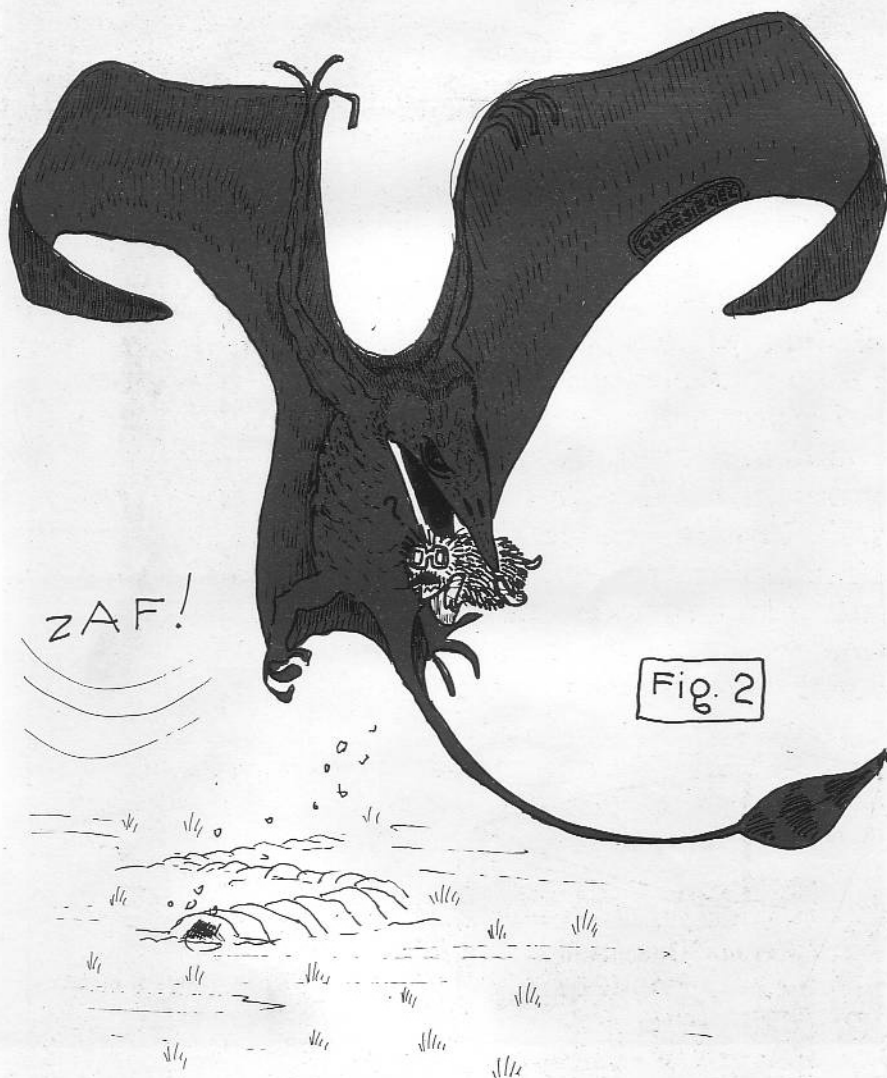
teristica vista da talpa [fig. 1] e capirete come mai l'Essere Supremo abbia preferito i dinosauri [fig. 2].

Ma bando alle fantasticherie e passiamo all'argomento di questa puntata: l'aerodinamica. E già, voi speravate che io vi insegnassi a virare ed a sfruttare le termiche saltando di brutto la parte più noiosa e rompende, ma non è così, sono fermamente convinto che un minimo di base teorica sia assolutamente necessaria per meglio comprendere quel che succede quando non si hanno più i piedi appoggiati a terra, perciò beccatevi ("beccatevi" è il termine esatto...) questo:

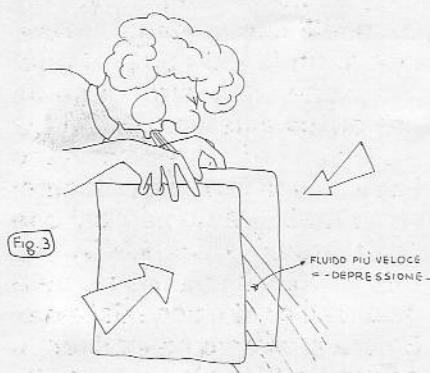
BASI FONDAMENTALI DEL VOLO E PRINCIPI DI AERODINAMICA.

Nella prima puntata di questa rubrica nel paragrafo PERCHÉ VOLA UNA AQUILONE ho espresso quel che può essere definito il principio fondamentale del volo, ve lo riporto: l'aria, a causa della gravità, esercita una pressione in ogni direzione; se tale pressione su un oggetto varia in modo non uniforme l'oggetto stesso sarà sospinto dalla zona di maggior pressione a quella di pressione minore insieme all'aria che lo circonda.

I modi in cui possono essere create tali differenze di pressione ed i fenomeni che le riguardano sono l'oggetto di questa puntata. È bene considerare innanzitutto uno dei fenomeni



basilari che avvengono nei moti dell'aria; lo individueremo come **PRINCIPIO DI DANIEL BERNOULLI** che lo stesso enunciò più di due secoli fa, suona pressapoco così: **LA PRESSIONE ESERCITATA DA UN FLUIDO IN MOVIMENTO È INVERSA-MENTE PROPORZIONALE ALLA VELOCITÀ DEL FLUIDO STESSO.** Nel nostro caso il fluido sarà l'aria in movimento relativo intorno ad un profilo aerodinamico. Detto ciò passiamo ad esaminare la **fig. 3**, l'esempio è



lo stesso di molti libri: un uomo o, se preferite, una donna che soffia nel corridoio formato da due fogli di carta provoca una differenza di velocità tra l'aria all'interno del corridoio e quella all'esterno che rimane ferma. In base al principio del Bernoulli i due fogli di carta subiranno una diminuzione di pressione sul lato interno e saranno perciò costretti ad avvicinarsi tra loro dalla pressione esterna che ovviamente sarà maggiore.

Un altro fenomeno che occorre assolutamente considerare è quello della **resistenza**: l'aria, anche se non è solida come un blocco di granito, è pur sempre formata da un complesso di molecole che le conferiscono una certa densità e consistenza, qualunque oggetto che si muova in una massa d'aria dovrà spostare queste molecole che opporranno, con la loro inerzia ed il loro attrito, una certa **RESISTENZA**.

Precisiamo a questo punto che

non esiste differenza dal punto di vista aerodinamico tra l'oggetto in moto nell'aria ferma e viceversa, ciò che interessa è il moto relativo tra fluido e oggetto. Per evitare complessi ed inutili giri di parole e per meglio comprendere come agisce la resistenza osserviamo i disegni della **fig. 4** dove alcuni oggetti scelti ad arte si trovano in moto relativo con un fluido e ricaviamone le seguenti deduzioni:

- la **RESISTENZA** è direttamente proporzionale all'entità dello spostamento causato nel fluido dal nostro oggetto.
- la **RESISTENZA** è direttamente proporzionale alla quantità di turbolenza provocata..
- la **RESISTENZA** aumenta maggiormente se la superficie del nostro oggetto è ruvida e scabrosa.
- la **RESISTENZA** agisce con direzione contraria al moto relativo ed è quindi parallela al flusso.

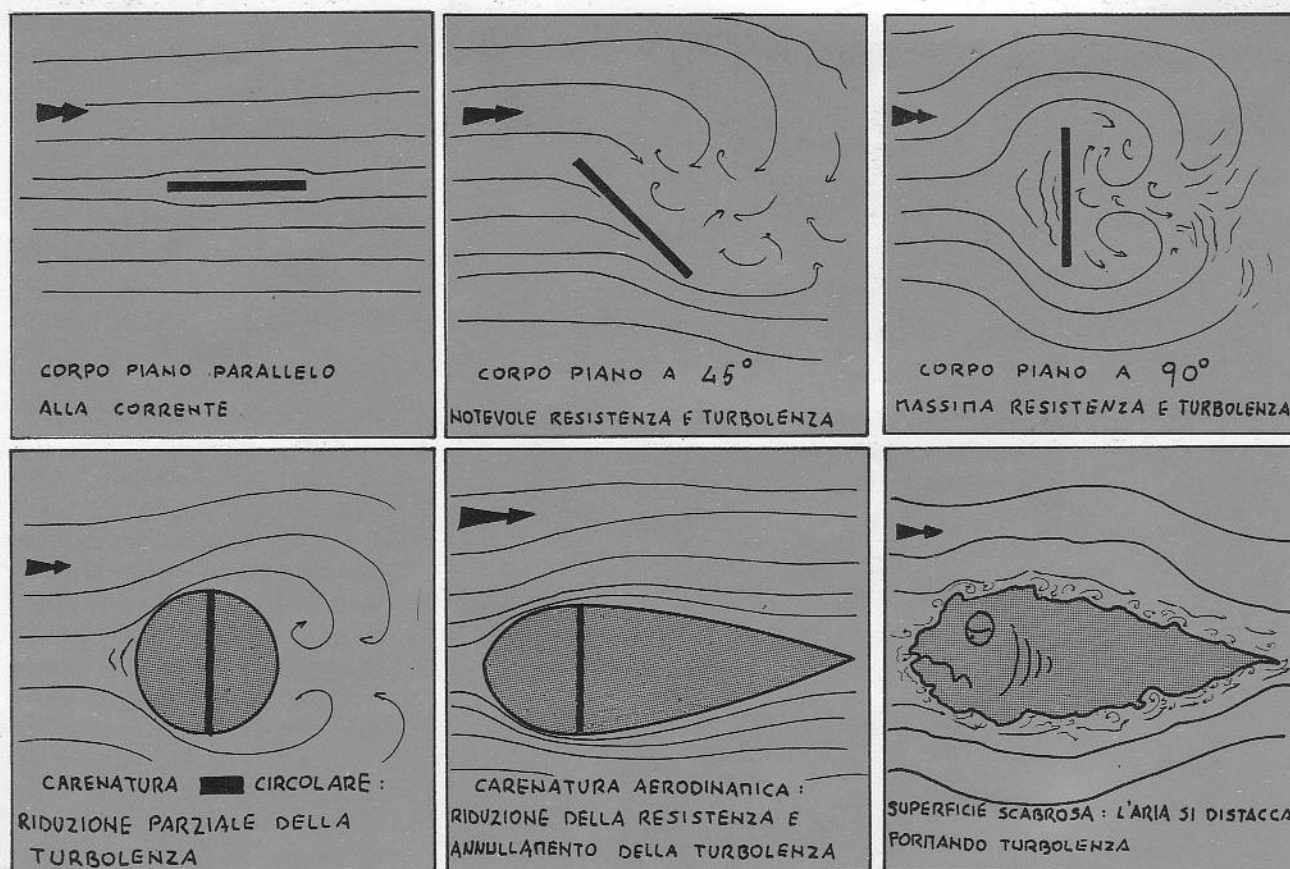


Fig. 4

A questo punto siete in possesso delle nozioni necessarie per il passaggio successivo: capire come funzionano i profili alari ed il perché della loro forma (attenzione!, sta per entrare in ballo la PORTANZA).

Se afferriamo un materiale dalle superfici molto lisce e lo affusoliamo in modo da poterlo muovere in un fluido senza provocare turbolenza e col minor spostamento possibile del fluido stesso abbiamo creato un oggetto aerodinamico e quindi capace di provocare una minima resistenza [fig. 5].

Se ora con un lampo di genio (copiando praticamente dagli uccelli...) riusciamo a modificare la sagoma in modo che il movimento relativo indotto nel fluido conduca quest'ultimo a percorrere più velocemente la superficie superiore di quella inferiore creeremo una differenza di pressione analoga a quella dimostrata nella fig. 3, ed il nostro oggetto verrà spinto dalla zona di maggior pressione a quella di depressione. Come dobbiamo modificare la sagoma?

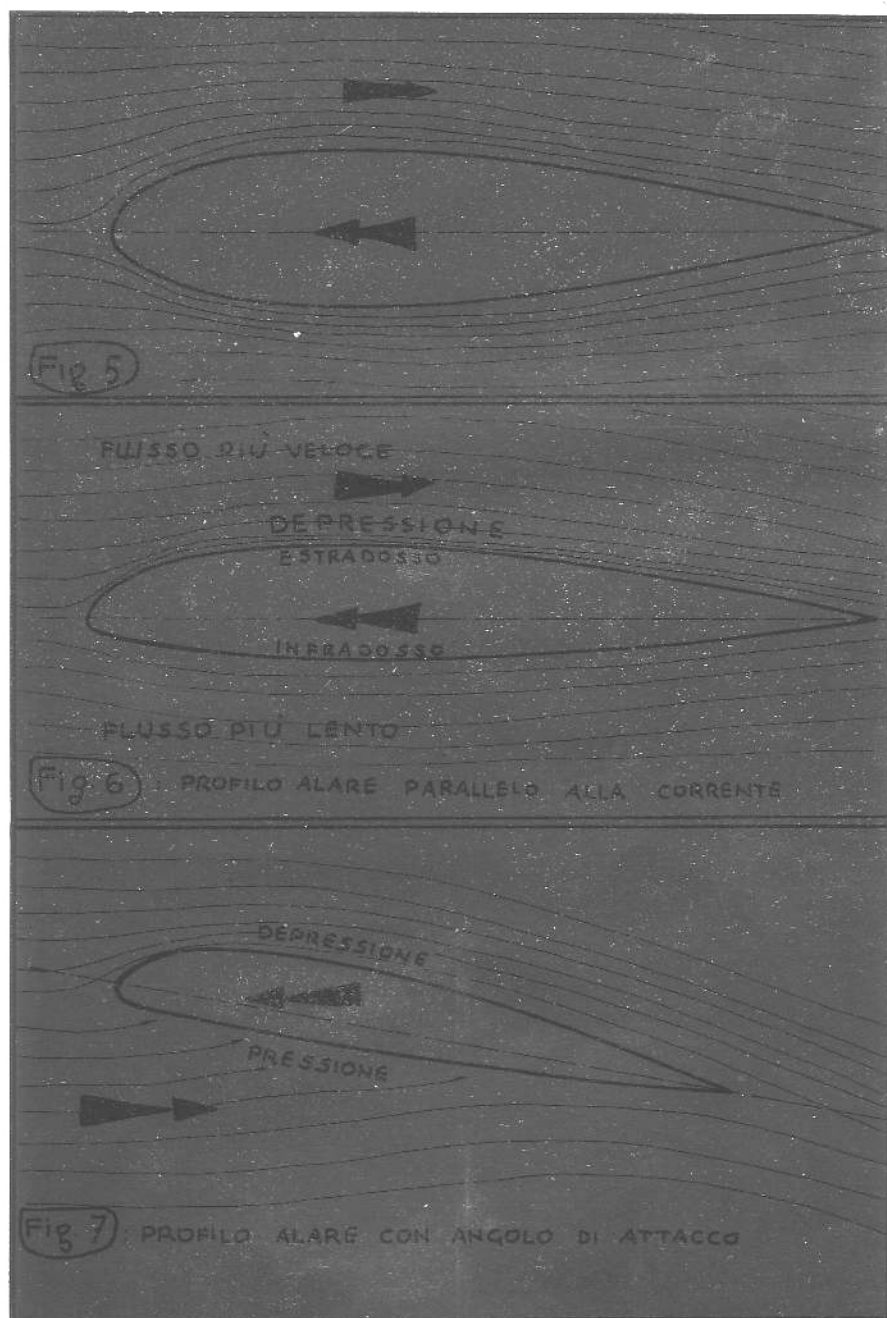
Facile! sarà sufficiente defor-

marlo quel tanto che basta a rendere la parte inferiore (che chiameremo INFRADOSSO) meno curva, quindi più corta, della parte superiore (che chiameremo ESTRADOSSO). Il risultato di tale operazione è visibile nella fig. 6 e funziona così; le molecole del fluido a ridosso del nostro oggetto dovranno percorrere l'estradosso e l'infradosso nella stessa unità di tempo (in quanto il moto relativo considerato è uniforme) solo che l'estradosso, più lungo, le costringerà ad andare più veloci! Semplice no?

Ora, poichè sappiamo grazie a Bernoulli che la maggior velocità di un fluido comporta depressione, il nostro oggetto, che ora chiameremo PROFILO ALARE, verrà sospinto verso l'alto da una forza che chiameremo ANDREA oh pardon! che chiameremo PORTANZA. La PORTANZA è sempre perpendicolare alla direzione del moto. Se ora proviamo ad inclinare il nostro profilo alare come nella fig. 7, in modo che l'infradosso incontri il flusso con un certo angolo, provocheremo un ulteriore aumento della pressione inferiore; la conseguenza di un simile accorgimento sarà una maggior portanza e parallelamente una maggior resistenza. L'angolo di cui sopra lo chiameremo ANGOLO DI ATTACCO o anche ANGOLO DI INCIDENZA.

Attenzione però; aumentando l'angolo di attacco oltre un certo valore l'aria non sarà più in grado di seguire il profilo dell'estradosso grazie alla sua adesione molecolare, ma se ne distaccherà e produrrà solo TURBOLENZA, come risultato il nostro profilo alare perderà totalmente la portanza con conseguenze facilmente immaginabili. QUESTO FENOMENO È CHIAMATO **STALLO**, ed angolo di stallo è il limite massimo a cui possiamo portare il nostro profilo: fig. 8.

A titolo di curiosità l'angolo ideale che offre il miglior rap-



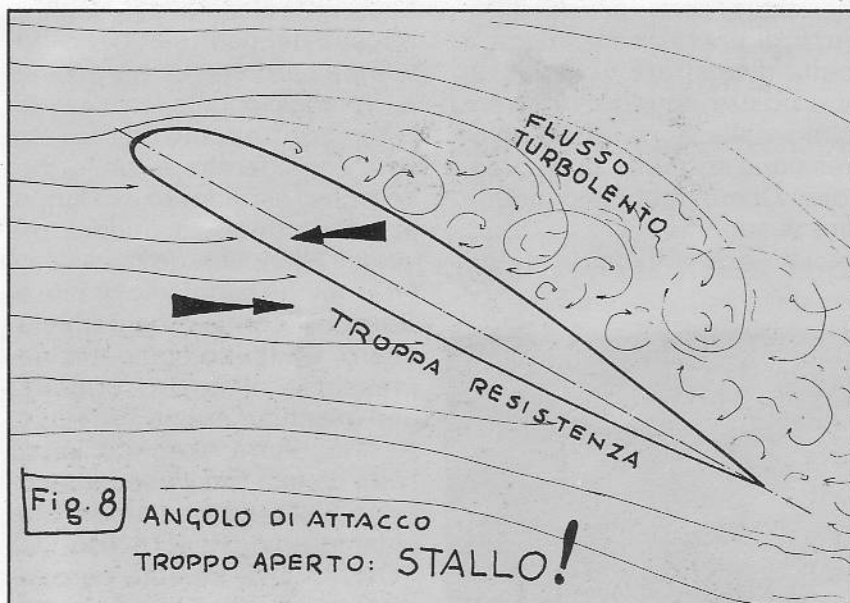
porto tra portanza e resistenza è di circa 4° per gli aerei, mentre il loro angolo di stallo è di circa 15° o 20° . L'angolo di stallo dei moderni aquiloni è di circa 25° . È ovvio quindi considerare che **PORTANZA** e **RESISTENZA** sono forze strettamente con-

nesse; è la resistenza prodotta nel fluido dal movimento che origina quelle differenze di pressione che, opportunamente controllate, provocano il fenomeno della portanza. Altro passo in avanti; come per ogni oggetto esiste un bari-

centro statico, vi è per ogni profilo aerodinamico una sorta di baricentro di volo, esso rappresenta il punto di applicazione delle forze fin qui considerate; tale punto è noto come **CENTRO DI PRESSIONE** e per noi piloti di aquilone corrisponde grosso modo al punto di aggancio.

Il centro di pressione non è però fisso come il classico baricentro; esso varia in funzione dell'angolo di attacco in quanto tale angolo fa variare resistenza e portanza: l'avanzamento o l'arretramento del centro di pressione sono rappresentati nella **fig. 9**.

Comunicato per i più curiosi: l'aggancio flottante creato dal francese Darlet è studiato per rendere più maneggevoli gli aquiloni dove il pilota spostando sé stesso sposta, grazie al suddetto marchingegno, ulteriormente il centro di pressione. La forma di resistenza di cui



abbiamo parlato finora non è l'unica che si incontra studiando l'aerodinamica, esistono altresì la **RESISTENZA PARASSISTICA** e la **RESISTENZA INDOTTA**:

— la **resistenza parassistica** è dovuta a quelle strutture dei mezzi volanti che non contribuiscono alla creazione della portanza, nel nostro caso sono imputabili i cavi, i tubi del trapezio e dell'antenna se non sono profilati (cioè contornati da un profilo aerodinamico) la massa del pilota e così via.

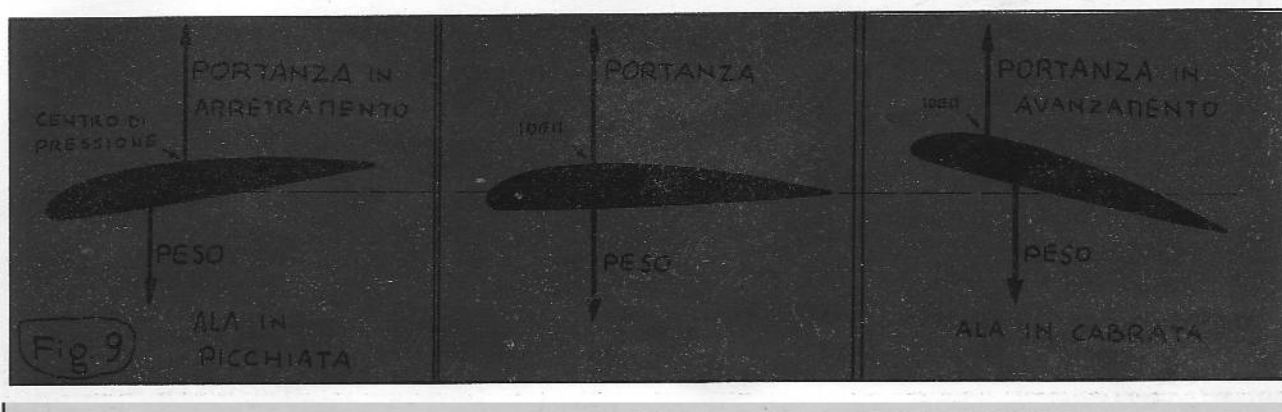
— la **resistenza indotta** è invece una conseguenza delle

differenze di pressione sopra e sotto l'ala. Come potete vedere nelle **fig. 10 ed 11** l'aria che scorre nell'infradosso tende, a causa della maggior pressione, a defluire verso il bordo esterno ed ad andare nell'estradosso, dove la pressione è minore.

La conseguenza di ciò sono dei **vortici d'aria** che le estremità alari formano mentre volano; questi vortici richiedono una certa quantità di energia che va a discapito della portanza. Detta resistenza indotta è un fenomeno necessariamente presente se vi è portanza, e

raggiunge il suo massimo di energia quando l'ala è prossima allo stallo, cioè quando alla velocità minima si ottiene la massima portanza. Potrete "toccare con mano i vortici d'aria" suddetti quando sarete in grado di volare e proverete a passare nella scia turbolenta di un altro aquilone. Io una volta l'ho fatto in fase di atterraggio e sto ancora aspettando i pezzi di ricambio.

Oggi mi sento buono, veramente molto buono e rinuncio perciò a parlarvi delle altre cosette dell'aerodinamica come gli strati



intermedi, i flussi instabili, il vortice iniziale e quello obbligato, l'effetto Magnus, l'effetto Wagner e altre robacce del genere; ne parleremo poi nelle prossime puntate, voi continuate pure ad abbonarvi.

Diamo invece una breve occhiata (la daremo MOLTO lunga più avanti) ad alcune cosette più attinenti agli aquiloni; voi tutti saprete, spero, che una semplice ala, per quanto ben profilata, non è un mezzo aerodinamicamente stabile e saprete pure (voglio sperare anche questo) che nei comuni alianti ed aeroplani la stabilità e la governabilità sono ottenute grazie agli impennaggi mobili fissati in coda ed agli alettoni che si trovano sul bordo d'uscita delle ali.

Come sono invece ottenute stabilità e governabilità negli aquiloni? Prima di procedere ad una rapida indagine è meglio anteporre una considerazione di questo tipo; stabilità e governabilità sono uno l'opposto dell'altro, infatti un aquilone troppo stabile sarebbe difficilmente governabile in quanto la poca maneggevolezza costringerebbe il pilota a sforzi mostruosi, se non impossibili, per modificare l'assetto del proprio velivolo. D'altra parte troppa maneggevolezza richiederebbe

un'alta dose di instabilità con necessità di continue correzioni ed una vitaccia da bestia da parte del pilota.

Occorre quindi ricercare un valido compromesso per ottenere un delta piacevolmente maneggevole e nell'ambito di una stabilità capace di garantire la massima sicurezza, se poi consideriamo che queste caratteristiche sono strettamente connesse alle prestazioni possiamo già formarci un'idea sulla complessità del problema. Quali sono gli elementi che determinano queste contrapposte caratteristiche? Sarò brevissimo: TUTTI! e con tutti intendo: svergolamento, diedro, anedro, profili alari, cavi antidrappo, camber progressivi, floating-tips, cross-bar flottante, stecche radiali, reflex positivo, altezza del trapezio, peso della struttura, deformazioni dei materiali, angoli di punta, allungamento, tensione della vela, tipo di smorzamento, ali tronche, spostamento del tunnel, ecc... Coraggio! Non dimentichiamo che il deltaplano è il mezzo volante più semplice che esista.

Non spaventatevi, non c'è bisogno di sapere tutto delle cose elencate, anche perché non dobbiamo costruire deltaplani, ma solo volarli per divertirci; tuttavia alcune cosette sarà

bene impararle perciò preparatevi perché nella prossima puntata ne studieremo alcune fra le più importanti come ad esempio SVIRGOLAMENTO, REFLEX DEL PROFILO, IMPORTANZA DEL PESO DEL PILOTA NELLA STABILITÀ LATERALE, SPOSTAMENTO DEL TUNNEL, DIEDRO.

Riguardo alle prestazioni mi limiterò, per ora, a ricordare la famosa legge di ROBBY NUDO: — ALL'AUMENTO NOTEVOLE VERO O PRESUNTO DELLE PRESTAZIONI DI UN MEZZO VOLANTE CORRISPONDE UN AUMENTO SCONSIDERATO DI GRANA NELLE TASCHE DEL RIVENDITORE E/O DEL COSTRUTTORE DEL DETTO MEZZO CON CONSEGUENTE FORMAZIONE DI PLUMA (*) NEI CALZONI DEI PILOTI.

(*) PLUMA = ragnatele nelle tasche.

**Testo e Disegni di
ROBERTO MESSORI
(alias Robby Nudo)**

