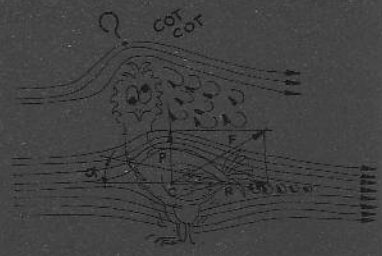
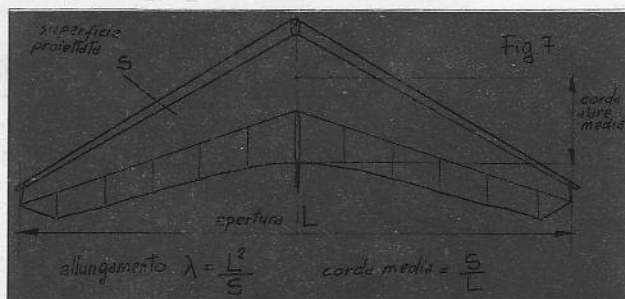


PORTANZA E RELATIVO COEFFICIENTE DI PORTANZA



Abbiamo fin qui visto quale influenza può avere il profilo in un rendimento di un mezzo volante. c'è da dire però che per definire un'ala non basta solo il suo profilo. Altro valore geometrico è dato dalla forma stessa che dà l'ala ad una proiezione su di un piano che contenga dimensionalmente la corda e l'apertura alare. Anche in questo caso, come in quello dei profili, le ali possono avere le forme più varie e più strane, con infinite possibilità quindi di combinazione tra profilo alare e forma dell'ala. Il fattore più importante nella definizione di forma alare è l'allungamento, che viene indicato con λ lambda.

L'allungamento è dato dal rapporto tra l'apertura [fig. 7] alare e la sua corda; $\lambda = L/l$. tale operazione è facilmente attuabile con un'ala dalla forma rettangolare. Nel caso dei nostri aquiloni, dove l'ala non ha affatto una forma rettangolare e quindi una corda costante per tutta l'apertura, con un passaggio matematico otteniamo, moltiplicando il numeratore ed il denominatore del nostro precedente rapporto per l'apertura L , un discorso di questo genere: $L/l \times L/L = L^2/L \times l$. Ma il prodotto di L (apertura) ed l (corda) dà come risultato la superficie S della nostra ala.



L'allungamento sarà quindi dato dal rapporto tra l'apertura al quadrato e la superficie, L^2/S . Tale formula vale per tutti i tipi di ala. Per fare un esempio pratico con due macchine attualmente in uso adesso, il Comet 165 avrà un allungamento di 6,5, ottenuto rapportando al sua apertura di 10 mt al quadrato divisi per una superficie di 15, 30 $m^2 = 6,535$. L'Azur ha un allungamento di 6,8 il Vampyr II (14,2 m^2) di 6,8 e così via. Ognuno potrà benissimo calcolarsi il proprio.

L'allungamento alare, che indica praticamente la snellezza di un'ala, ha una importanza determinante nella aerodinamica dell'ala, in quanto da esso dipendono la resistenza indotta e soprattutto l'efficienza alare.

Per fare un esempio pratico possiamo fare un paragone indicativo tra i nostri aquiloni che con allungamenti di 6 o 7 sono dotati di efficienze che si aggirano sui valori di 9 o 10; valori dichiarati dal costruttore, ed un moderno aliante che con allungamenti a volte superiori a 20, forniscono efficienze che si aggirano sui valori di oltre 50. Non lasciatevi però impressionare solo dall'allungamento, l'efficienza è sì legata all'ungamento, ma anche alla superficie ed al profilo alare.

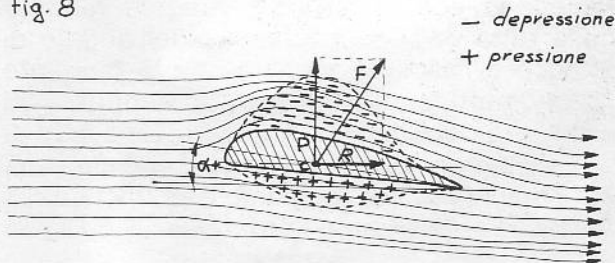
Si definisce inoltre "corda media alare" il rapporto tra superficie ed apertura alare. Prima di immettere la nostra ala in una massa d'aria in movimento ed esaminare il comportamento aerodinamico, dobbiamo dire due parole su di un certo Bernoulli ed il suo teorema. Questo signore francese vissuto nel 1700, periodo molto ricco d'emozioni in Francia, precisamente nel 1738, all'età quindi di 38 anni, mise in piedi tutto un discorso strano che in poche parole diceva: la somma dell'altezza geodetica, della pressione statica espressa in colonna di liquido, della pressione cinetica $v^2/2g$ è costante per una vena fluida che non perda energia per attrito e per altri lavori esterni. Bernoulli in verità era un idraulico, no, non uno di quelli che vi viene ad aggiustare i lavandini e che quando ne avete bisogno non si trova mai, ma un teorico dello studio dei movimenti dei fluidi.

Ci crediate o no, il teorema di Bernoulli detto anche teorema di continuità, è alla base di tutti gli studi inerenti l'aerodinamica di un profilo alare, negli studi per progettazioni di turbine od impianti industriali che sfruttino movimento di fluidi. Ultimamente anche la "formula uno" ha usato questo accorgimento nella costruzione delle famose minigonne; che non sono altro che un profilo alare rovesciato, un mezzo tubo di Venturi, altro cultore assieme ad un certo Pitot, del teorema della continuità.

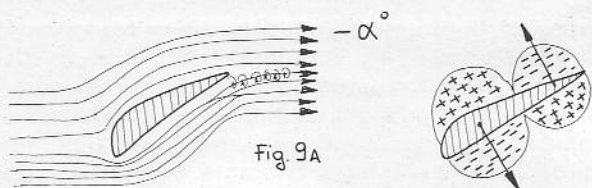
Ma mettiamo la nostra ala (prendiamo un profilo piano convesso) in una vena di fluido e vediamo cosa succede. Diamo al nostro profilo una incidenza relativa ed investiamola con un flusso d'aria.

L'ala provoca nelle sue vicinanze una perturbazione del fluido, i filetti cambiano già direzione nella zona anteriore vengono cioè deviati dall'alto tendendo a passare sopra il dosso dell'ala; dopo aver superato la parte più alta del profilo la direzione tende ad assumere un percorso verso il basso, e come la lastra piana

Fig. 8



vista all'inizio, tenderà a sollevarsi [fig. 8]. Perché succede questo fenomeno? Torniamo un attimo alla nostra vena fluida. Questa in virtù della posizione dell'ala ed alla sua forma è costretta a passare per delle sezioni che prima diminuiscono e poi aumentano per la parte superiore del profilo, mentre per la parte inferiore il discorso è inverso. Per il teorema della continuità visto prima, il fluido dorsale dovendo passare per una sezione più stretta è costretto ad accelerare, diminuendo di conseguenza la sua pressione statica; avremo quindi una depressione. Al contrario dove la sezione aumenta, cala la velocità del nostro fluido, ma aumenta la pressione statica, avremo cioè una sovrappressione. Visto più o meno come funziona il discorso delle depressioni e sovrappressioni in generale, vediamo cosa succede variando il valore dell'angolo d'incidenza al nostro profilo alare. Partiamo da un valore di α negativo, con l'ala cioè in assetto decisamente picchiato. Sul dorso della nostra ala la sezione del tubo di flusso ha un andamento che tende prima ad aumentare con conseguente diminuzione di velocità e relativo aumento della pressione, poi a calare con diminuzione della pressione. Esattamente l'inverso accade sotto il profilo dove la sezione prima si restringe e poi si allarga con come conseguenza la formazione nella zona relativa al bordo d'attacco di una zona di depressione ed una di pressione nella zona relativa al bordo d'uscita. Come potete notare meglio dalla figura 9A la nostra ala, data la sua instabilità, tenderà sempre più accentuatamente a rovesciarsi. Chi vola da almeno

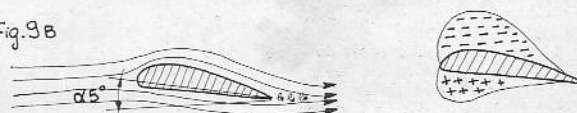


tre o quattro anni ricorderà benissimo quello che accadeva ai Jet della Mouette. Il delta ad assetti picchiati cadeva in tumbling e ciò succedeva perché come abbiamo visto precedentemente, la zona dell'infradosso vicino al bordo d'entrata dell'ala era soggetta ad alta depressione. Il Jet, uno dei primi doppia superficie non aveva stecche nella zona inferiore delle vele che, deformandosi a causa della depres-

sione, accelerava il processo di capovolgimento del delta che tra l'altro non usava ancora i cavi antidrappo.

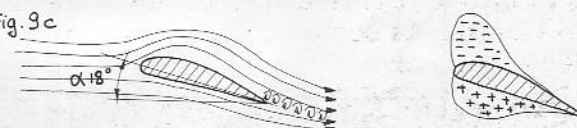
Diamo ora all'ala una incidenza positiva di circa 5° come mostra la figura 9B. Mantenendo sempre costante la velocità avremo una zona in corrispondenza del bordo d'attacco dell'ala ove la sezione si restringe, accelerando di conseguenza la velocità dei filetti fluidi nella zona dorsale del profilo, e rallentandoli al contrario sotto il ventre dove la sezione tenderà ad allargarsi. Questa differenza di velocità viene anche accentuata dal fatto che i filetti del dorso debbono percorrere una traiettoria maggiore rispetto a quelli della zona ventrale.

Fig. 9B



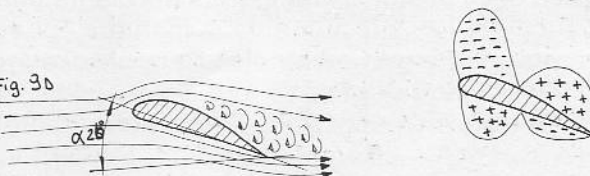
Causa le depressioni dorsali e le pressioni ventrali la nostra ala a circa 5° di incidenza svilupperà una forza aerodinamica F composta come abbiamo già detto da circa un 70% di depressione ed un 30% di pressione. Aumentando ancora l'angolo d'attacco, sempre a velocità costante aumenterà ancora la portanza e di conseguenza la resistenza, ma si inizia ad osservare verso il bordo d'uscita dell'ala un fenomeno che tende a staccare i filetti fluidi ed a creare scie turbolente. Esempio la figura 9C.

Fig. 9C



Come abbiamo già detto, il centro di pressione per le superfici curve, all'aumentare dell'angolo di incidenza tende a spostarsi verso il bordo anteriore dell'ala facendola diventare decisamente instabile. Attenti però che non possiamo fare crescere la portanza aumentando ancora a piacimento l'angolo di incidenza del profilo. C'è anche qui un limite conosciuto con il famosissimo nome di "stallo". Vediamo come succede. Aumentiamo ancora l'angolo di incidenza, tenendo sempre costante la velocità del fluido. Come mostra la figura 9D, dopo un notevole restringimento della sezione in prossimità del bordo d'attacco, questa aumenta bruscamente. Causa ciò, i filetti fluidi che prima

Fig. 9D



accelerano, rallentano altrettanto bruscamente. Sul dorso dell'ala avremo quindi dopo una ristretta zona di depressione, una zona più ampia di sovrappressione verso il bordo d'uscita dell'ala. Questa sovrappressione distacca i filetti dal dorso dell'ala con conseguenze di creazione di vortici. Si può sempre notare dalla fig. 9D che la parte inferiore dell'ala, verso il bordo d'uscita, si trova in depressione. La portanza cade bruscamente a zero ed altrettanto bruscamente l'ala cade in stallo.

Cerchiamo ora di calcolare il coefficiente di portanza di un'ala. La formula della portanza per le ali è la stessa che abbiamo visto all'inizio per le piastre piane. Avremo quindi che la portanza P sarà direttamente proporzionale ad un coefficiente di portanza C_p , alla densità dell'aria ρ , al quadrato della velocità del vento relativo V^2 ed alla superficie alare S , rapportando il tutto a 2. Come abbiamo visto precedentemente **mantenendo costante la velocità, la portanza aumenta all'aumentare dell'angolo di incidenza, fino ad una incidenza critica in cui si cade nello stallo.** Essendo però S e ρ dei valori costanti, si deduce che anche il valore relativo al coefficiente di portanza C_p vari al variare dell'incidenza. La variazione del coefficiente di portanza in funzione dell'angolo di incidenza, come mostra la figura 10, che rappresenta più o meno il diagramma del C_p di un'ala della quinta generazione, non segue un andamento lineare!

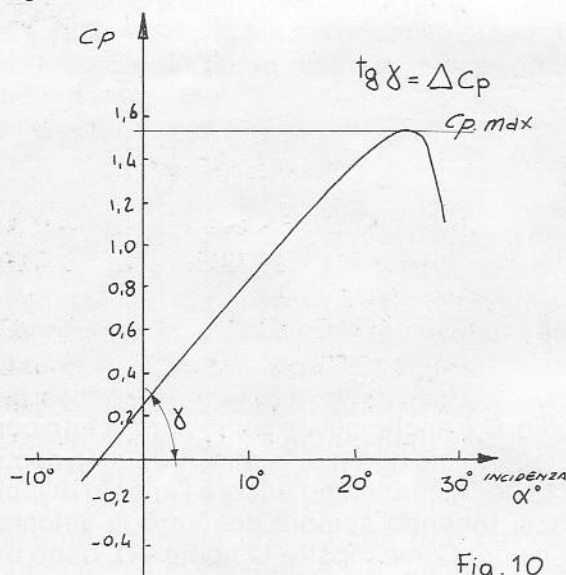


Fig. 10

Il coefficiente di portanza vale zero per un angolo di incidenza di portanza zero, che nel caso della nostra ala raffigurata nel diagramma, vale circa -2° , poi aumenta in maniera lineare direttamente proporzionale all'angolo di attacco fino a raggiungere un limite massimo e poi cadere bruscamente al raggiungimento dell'incidenza critica, che nel nostro caso è di circa $+26^\circ$.

Indicando con la lettera χ l'angolo formato dalla retta del C_p in funzione dell'angolo di attacco e l'ascissa, avremo che la tangente trigonometrica di χ ($\text{tg } \chi$) corrisponderà al gradiente del C_p . Cioè di quanto varia il C_p al variare di ogni grado dell'angolo di incidenza. Ma nel nostro caso, abbiamo il coefficiente di portanza che varia da zero a circa 1,5 in una escursione di 28° (da -2° a $+26^\circ$). Calcolando la $\text{tg } \chi = \Delta C_p / \Delta \alpha = 1,5 / 28^\circ = 0,0535$.

All'aumento cioè di ogni grado per Δ , il coefficiente di portanza aumenterà di un valore di 0,053. Ricordate che il C_p è un numero puro e che varia a seconda dei vari profili alari. Mediamente per le ali di un normale aereo da turismo il gradiente del C_p vale da 0,06 a 0,09. Per le ali di un delta della quinta generazione il valore medio si aggira sull'ordine di 0,05-0,06. Naturalmente tutti questi valori sono molto teorici, tutti sappiamo che in pratica le cose non sono mai perfettamente come calcolato; ma ritengo che le varie prove che si fanno nelle gallerie del vento portino ad un risultato pratico assai soddisfacente.

Testo e disegni di
ERIO ATTI

NON ALLENTATE GLI "ANTIDRAPPO"

Cari amici, scriviamo quanto segue nella speranza di correggere una comune, ma errata convinzione sulle funzioni degli antidrappo sul deltaplano. Frequentemente si sente di piloti, anche di un certo livello, che allungano o addirittura tolgono gli antidrappo così che le loro ali volino più veloci o girino meglio. In realtà non è possibile che gli antidrappo, in un aquilone ben regolato, abbiano alcun effetto sulla maneggevolezza o sulla velocità in condizioni normali di volo. Gli antidrappo, come l'antenna, non hanno nessun carico in assetto normale di volo (guardate quello dei vostri vicini di termica e vedrete che gli antidrappo sono completamente molli). Solo quando l'angolo di attacco del vostro aquilone è minore di 0° (ovvero sta picchiando oltre la verticale) i cavi superiori, antidrappo, ed antenna subiscono un carico. Quando l'aquilone è in una picchiata del genere gli antidrappo si tendono e costringono il bordo di uscita ad avere un profilo inverso che agisce come i piani di coda su di un aereo normale generando un forte momento cabrante. In effetti funzionano meglio dei piani di coda perchè funzionano automaticamente quando è necessario e non fanno niente in volo normale.

Allungandoli non fate altro che aumentare l'angolo di picchiata necessario a farli entrare in funzione. Se li levate vi mettete nel notevole ed inutile pericolo di picchiare fino a terra o fare "tumbling" fino a che l'aquilone si rompe. Antidrappo e tips ben regolati sono essenziali per un volo sicuro ed efficiente.

per POLARIS
(Tino Venturi, Piero Alberini, J.C. Brown)