

# PIUMA EVOLUZIONE

di Tiziano Danielli  
Seconda parte

Continuiamo l'analisi delle caratteristiche di disegno e delle scelte progettuali operate nella costruzione della versione ad alte prestazioni del motoalante Piuma, interamente costruito in legno e alla portata di qualsiasi appassionato. Dal prossimo numero analizzeremo i calcoli strutturali



## Alettoni: forma e dimensionamento

Sono stati realizzati in forma trapezoidale, come la parte rastremata dell'ala, e il loro movimento è differenziale con rapporto di circa 1 a 2. Il posizionamento nella parte di ala rastremata non occupa tutto il bordo di uscita, ma si ferma a 20 cm dall'estremità, e verso l'attacco alare comincia una centina dopo la rastremazione. Forma e dimensionamento dell'alettone, unitamente al movimento differenziale, provocano sforzi modesti al cassone antitorsione, pur assicurando una sufficiente autorità di rollio e limitando l'imbardata inversa, sempre presente con ali di forte allungamento. La combinazione dell'ala svergolata con il movimento differenziale assicura l'efficacia degli alettoni anche in condizioni di bassa velocità e di alta incidenza, scongiurando il pericolo di stallo dell'ala con l'alettone abbassato, cosa che potrebbe provocare la vite. La superficie dei due alettoni è di circa 1,2 metri quadri, pari all'11% della superficie alare.

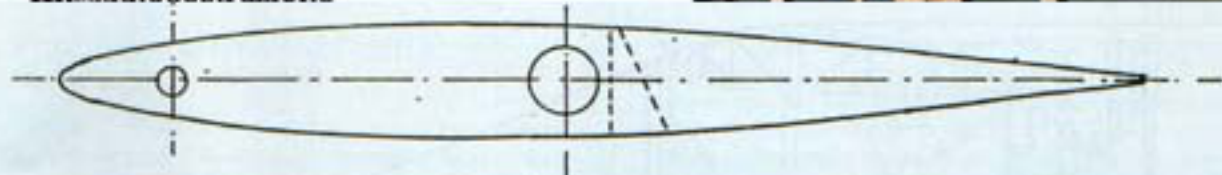
## Piani di quota: dimensionamento

La teoria ci insegna che la funzione dei piani di quota è quella di consentire il volo con diverse incidenze aerodinamiche dell'ala, e conseguentemente con differenti velo-

cità. Ciò si ottiene modificando con la barra la posizione dell'equilibratore, così da generare dei momenti (cabranti) di intensità tale da equilibrare i momenti (picchianti) dell'ala, alle varie incidenze. Il momento generato dai piani di quota di un motoalante (per sua natura destinato a volare spesso in aria agitata) al variare dell'incidenza per cause esterne, deve essere inoltre di considerevole entità, così da correggere automaticamente l'assetto e non costringere il pilota ad intervenire continuamente, è necessaria cioè una buona stabilità. Dalla teoria conosciamo gli elementi che determinano il momento generato dall'ala e siamo pure in grado di determinare il modo per controbilanciarlo efficacemente, al fine di ottenere la buona stabilità richiesta al nostro aeromobile; vediamo in dettaglio questi elementi:

**a)** Profilo alare: il momento instabilizzante dell'ala è generato dallo spostamento del centro di pressione al variare dell'incidenza; un profilo concavo convesso, ad esempio, abbina ad una notevole portanza una altrettanto elevata resistenza, nonché una grande escursione del centro di pressione al variare dell'incidenza. Un profilo piano convesso avrà una escursione del CP minore, ma comunque maggiore di un biconvesso asimmetrico; anche l'incarnamento del profilo ed il suo spessore hanno notevole influenza sullo spostamento del CP. Per contro un biconvesso simmetrico (ad esempio NACA 0012 o NACA 64010) ha un CP sempre al 25% della corda, per le incidenze di normale utilizzo. Da queste con-



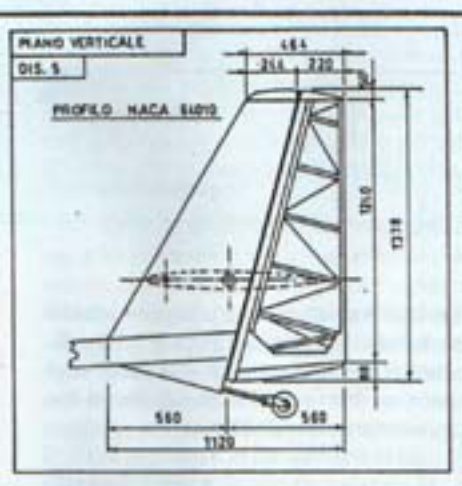


%corda	1.25	2.50	5	7.5	10	15	20	30	40	50	60	raccordo
Base 100	1.29	1.70	2.34	2.83	3.22	3.84	4.30	4.86	4.99	4.60	3.94	

PROFILO DEL PIANO DI QUOTA-NACA 64010

DIS. 4 EIS

Disegno del Piano verticale ( dis. 5 )



Quote del verticale - NACA 64010

% corda quote →	Centina base	1 1000	2 870	3 740	4 610	5 480
1.25	1.48	12.9	11.2	9.5	7.9	6.2
2.50	2.00	17	14.8	12.6	10.4	8.2
5	2.70	23.4	20.4	17.3	14.3	11.2
7.5	3.25	28.3	24.6	20.9	17.3	13.6
10	3.67	32.2	28	23.8	19.6	15.5
15	4.34	38.4	33.4	28.4	23.4	18.4
20	4.82	43	37.4	31.8	26.2	20.6
30	5.34	48.6	42.3	36	29.6	23.3
40	5.30	50	43.4	37	30.5	24
50	4.88	46	40	34	28.2	22.1
60	-	39.3	34.3	29	24	18.9
100	-	2	2	2	2	2

Il complesso dei piani di coda pronto per l'intelaggio, si nota il collegamento al tubo di fusoliera in anticorodal ed il trim a comando elettrico

Il profilo dei piani di quota e verticale

Il disegno e le quote del piano verticale

La struttura della fusoliera, si nota la nuova balestra con profilo a goccia



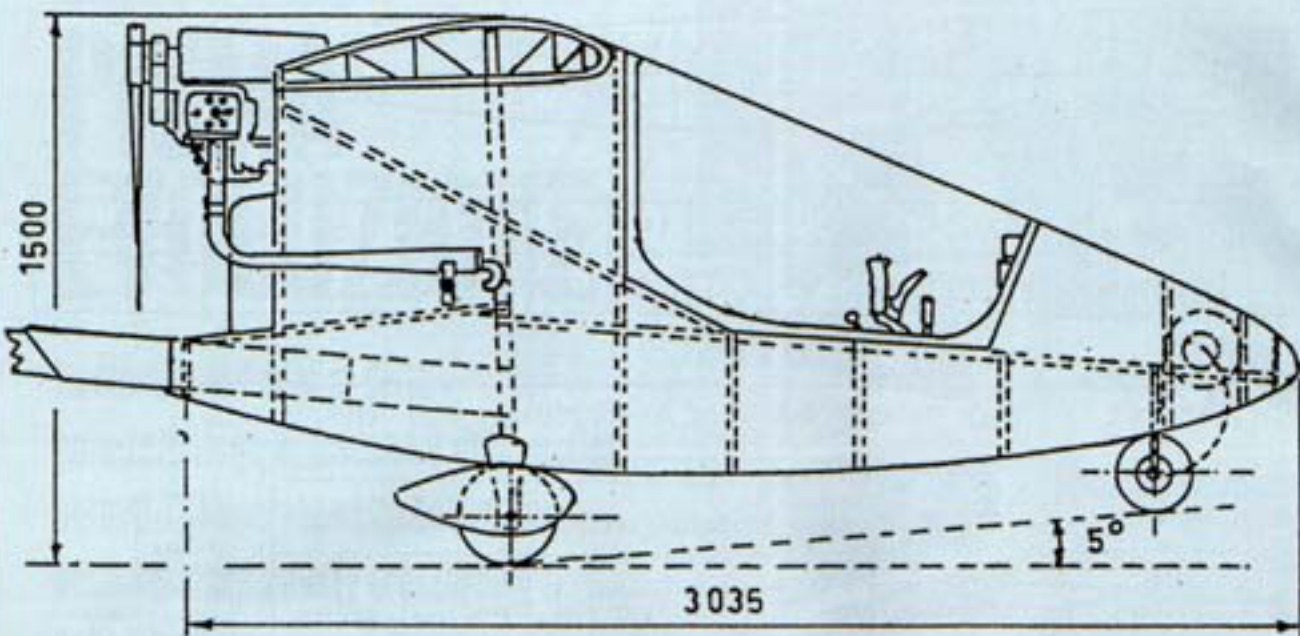
siderazioni si può comprendere quanto la scelta del profilo influisca sulla stabilità dell'aeromobile, e quindi sul dimensionamento dei piani di quota.

**b)** Corda alare media (lm): lo spostamento (in valore assoluto) del CP sulla corda alare è ovviamente proporzionale alla corda medesima; appare quindi conseguente che, a parità di superficie alare, a maggior allungamento corrisponda un minore spostamento del CP (dovuto alla minore corda) ed un minore momento instabilizzante. Quindi, a parità di superficie alare, ad ali più lunghe sono necessari piani di quota più piccoli.

**c)** Superficie alare: è evidente che il momento sarà direttamente proporzionale alla superficie alare.

**d)** Braccio di leva del piano di quota: poiché il momento è definito come il prodotto di una forza per il braccio, è indifferente che lo stesso sia generato da una piccola forza per un grande braccio o viceversa; se questo tuttavia è valido per l'ottenimento della stabilità statica, lo stesso non si può dire per quella dinamica, che deve tenere conto anche dell'inerzia





FUSQLIERA

DIS. 6

Le quote della fusoliera

e della distribuzione delle masse (distanza delle medesime dal baricentro). Senza eccedere, un grande braccio accoppiato ad un piano di piccole dimensioni è preferibile ai fini della stabilità dinamica: questa configurazione consente un rapido smorzamento delle oscillazioni che si possono innescare attorno alla posizione di equilibrio, e a questo scopo è bene che il braccio "a" sia almeno maggiore di 3 lm. Il braccio si misura dal baricentro dell'aereo (circa il 30% di lm) al CP del piano di quota che, essendo biconvesso simmetrico (nel nostro caso NACA 64010), è posizionato al 25% della corda. Avendo posto in sede di progetto  $a = 3,3 \text{ m} = 3,5 \text{ lm}$ , dalla geometria provvisoria dei piani ricaviamo i seguenti valori

S	Superficie alare	10,64 mq
Sc	Superficie piano di quota	1,4 mq
lm	Corda alare media	0,95 m
a	Braccio di leva piano di quota	3,3 m
K	Rapporto volumetrico di coda	da 1,8 a 2,2

Dalle considerazioni del punto a) si può dedurre che dovranno essere adottati per il rapporto volumetrico di coda i valori più bassi per i profili spessi o concavo convessi, cioè a forte escursione del CP. Nel caso di profili piano convessi di medio spessore sono accettabili anche valori leggermente più elevati. Nel nostro caso il valore di K corrisponde a 2,19, quindi soddisfacente.

e) profilo del piano di quota: è stato utilizzato il biconvesso simmetrico NACA 64010 in quanto ha il massimo spessore al 40% della corda, e questo ci torna utile per ragioni meccaniche di costruzione (doppio longherone di supporto al tubo per il fissaggio del piano verticale); il calettamento è stato

fissato a  $0^\circ$  mentre l'ala è calettata a  $+2^\circ$ . La parte mobile del piano di quota è stata incernierata a circa il 50% della corda, per assicurare notevole autorità di comando, ed è libera di ruotare per  $+ \text{ o } - 30^\circ$  (angolo di barra), quindi con una escursione superiore ai necessari  $25^\circ$ .

### Piano verticale: dimensionamento

Le dimensioni e la posizione del piano verticale devono tenere conto delle funzioni che lo stesso è chiamato a svolgere e del fatto che in un motoalante alcune di esse necessitano di più autorità rispetto ad altri tipi di aeromobile: ad esempio l'imbardata inversa, dovuta al movimento degli alettoni su ali di elevato allungamento, necessita di un comando del timone molto efficace. Il piano verticale dovrà inoltre assicurare che la risultante del Centro di Spinta Laterale si collochi ben posteriormente al baricentro, possibilmente non troppo in alto; dovrà inoltre essere sufficientemente efficace in caso di vite accidentale. Dovremo inoltre considerare l'entità del diedro alare, al variare del quale varia, in modo direttamente proporzionale, la necessità di superficie del piano verticale. Rispetto al Piuma il braccio di leva è leggermente aumentato, mentre sono stati diminuiti il diedro alare (da 3 a 2 gradi) e la superficie alare; ciò ha consentito una modesta riduzione della superficie che ora risulta di 1 mq; il movimento del timone è sempre di  $+ \text{ o } - 30^\circ$ . Il profilo è il NACA già utilizzato per il piano di quota. Vediamo nel disegno le dimensioni del piano verticale, nonché i valori che assumono le centine che lo formano.



## Fusoliera e trave di coda: dimensionamento

Rispetto al Piuma la fusoliera è più larga di 2 cm, mentre la forma del seggiolino è stata maggiormente profilata ed imbottita, con una seduta più distesa e confortevole per i lunghi viaggi, come sugli alianti; pure da alianti è la plancia portastrumenti. Parallelamente alla ricerca di maggior comodità è stata studiata la forma più aerodinamica per abbassare la resistenza e lo si è fatto operando su più fronti:

- a) il carrello principale è ora a balestra profilata a goccia anziché a traliccio di acciaio saldato; una delle maggiori fonti di resistenza è stata così ridotta.
- b) il ruotino anteriore è ora a scomparsa ad azionamento elettrico anziché fisso.
- c) la parte inferiore della fusoliera è ora arrotondata e raccordata alle fiancate, anziché a spigoli vivi.
- d) il musetto è più appuntito per una maggiore penetrazione.
- e) l'ordinata che supporta il motore è più piccola ed è inoltre carenata a goccia inferiormente anziché tronca; ciò consente una minor formazione di vortici.
- f) è stata aggiunta una carenatura alla parte superiore del motore per raccordare la puleggia di riduzione dell'elica.
- g) il ruotino posteriore ed il suo supporto sono stati carenati.

Al momento di effettuare il calcolo della resistenza vedremo quanto questi interventi hanno influito sull'efficienza del velivolo. La fusoliera è costruita con ordinate in compensato di betulla da 6 mm in 5 strati, opportunamente sagomate ed alleggerite, i collegamenti vengono effettuati con correnti di Tiglio Slavonia (stagionato, uniforme e senza nodi, calibrato in perfette sezioni), le necessarie controventature di irrigidimento vengono realizzate con lo stesso materiale; il rivestimento è in compensato di betulla da 1,5 mm e, in alcune zone, da 1 mm. Le due ordinate principali, anteriore e posteriore, supportano rispettivamente gli attacchi per i montanti dell'ala, il carrello ed il trave di coda anteriormente; il motore, l'attacco alare posteriore ed il trave di coda, posteriormente. Queste due ordinate devono rispondere a particolari criteri di robustezza, e vengono realizzate con tre strati di compensato di betulla da 6 mm, listelli di tiglio e tavolette di spruce. Il tutto è alleggerito e rivestito in compensato da 1,5 mm.

Il trave di coda è realizzato con un tubo estruso di anticorodal, lega 6060 - UNI 3569 - 66 bonificato TA 16 con diametro esterno di 124,5 mm e spessore 1,5 mm; può essere utilizzato anche il tubo del Quicksilver del diametro esterno di 127 mm, spessore 1,25 mm, lega 6061 che ha caratteristiche ancora migliori, nonostante il minor spessore. È previsto un rinforzo lungo 900 mm, costruito con un pezzo dello stesso tipo di tubo tagliato nel senso della lunghezza sul lato inferiore, incollato con resina

epossidica, previ alcuni accorgimenti descritti nel manuale di costruzione, sopra il tubo principale e posizionato, come da disegni, nella zona di maggior sollecitazione. Un costruttore del Piuma ha ritenuto, di propria iniziativa, di togliere questo rinforzo, ritenendolo superfluo; esso è invece indispensabile per togliere elasticità alla trave a sbalzo, ed aumentare di molto la resistenza a fatica della trave nella zona soggetta a continui sforzi di flessione, sia in volo che nelle manovre a terra; appare evidente che l'eventuale rottura del trave di coda comporterebbe la distruzione del velivolo (in generale non è mai consigliabile effettuare modifiche strutturali rispetto ai disegni).

continua 

L'ordinata principale anteriore in tre strati con gli attacchi delle balestre

Il ruotino anteriore retrattile elettricamente



**Nota:** le foto sono relative alla costruzione del Piuma di Elio Giulianini, via Savio 1087 - 47023 Cesena (FO)

**Per informazioni:** Tiziano Danieli, via dei Tamburini 14 - 36015 Schio (VI), il nuovo sito internet del Piuma è [www.schio.it/piuma](http://www.schio.it/piuma)