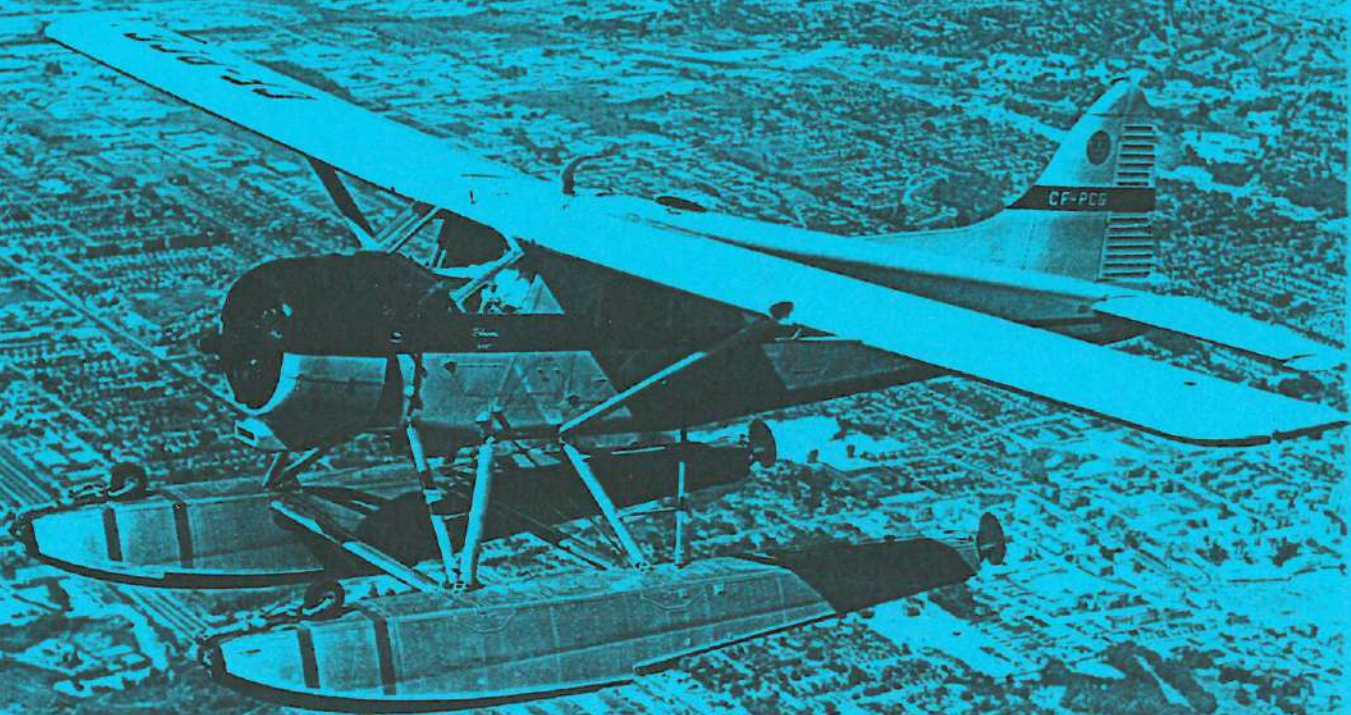


F. GALE'
**IDROVOLANTI
RADIOGUIDATI**



Tutti i diritti riservati. Tranne che a scopo di normale recensione, nessuna parte di questo libro può essere riprodotta oppure utilizzata in ogni forma e con qualsiasi mezzo, elettronico o meccanico, ivi compresi fotocopiatrice, registrazione e qualsiasi sistema di immagazzinamento e di recupero di informazioni, senza il permesso scritto dell'autore.

All rights reserved. Except for normal review purposes, no part of this book may be reproduced or utilised in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission of the author.

Tous droits réservés. Excepté aux fins de revues, aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite ou utilisée, sous aucune forme ou par aucun procédé, qu'il soit électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'enregistrement ou les systèmes de stockage et de reproduction d'information, sans l'autorisation expresse de l'auteur.

Alle Rechte vorbehalten. Ausgenommen zu normalen Vergleichs- oder Besprechungszwecken, darf kein Teil dieses Buches ohne die Erlaubnis des Autors wiedergegeben oder in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln verwendet werden, eingeschlossen Photokopien, elektronische oder mechanische Aufzeichnungen sowie jedes andere Informationsaufzeichnungs- und wiedergabesystem.

Copies not signed by the author
are to be considered counterfeited.

Copie non firmate dall'autore
sono da considerarsi contraffatte.

Additional copies can be obtained from
specialised booksellers or directly from
the author [Via Marconi 10, 28042 Baveno,
No. Italy]

Copie addizionali si possono ottenere da
librai specializzati oppure direttamente
dall'autore.

Baveno, Gennaio 1989
Stampato in proprio

COLLANA DI TECNICA AEROMODELLISTICA



FERDINANDO GALE'
Aero Club Vergiate

IDROVOLANTI RADIOGUIDATI

MANUALE PER AEROMODELLISTI NON-TECNICI



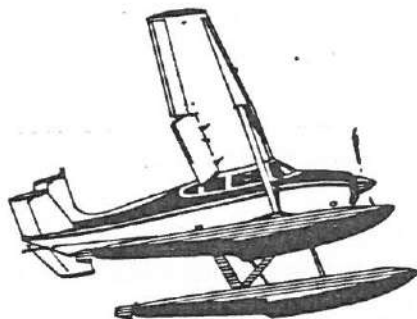
INDICE

PREMESSA

- 1 IDROSTATICA
- 2 IDRODINAMICA
- 3 FLOTTAGGIO - DECOLLO - AMMARAGGIO
- 4 STABILITA' DIREZIONALE
- 5 IDROVOLANTI : GALLEGGIANTI
- 6 IDROPLANI : PINNE IDROPORTANTI
- 7 TRITTICI
- 8 BIBLIOGRAFIA

RINGRAZIAMENTO

L'autore è grato alla moglie Pia, per il costante incoraggiamento e l'aiuto prestato nella correzione del dattiloscritto.



PREMESSA

Nel periodo tra la prima e la seconda guerra mondiale, lo sviluppo della aviazione era basato notevolmente sugli idrovolanti, sia per i primati di velocità, sia per i trasporti a grandi distanze, tanto in America, quanto in Europa.

Dopo la fine dell'ultima guerra, gli idrovolanti gradualmente scomparvero : nel mondo occidentale, Russia esclusa, ne sono in servizio circa 700, tra idrovolanti ed anfibi.

Da alcuni anni tuttavia, si assiste ad una rinascita di interesse per idrovolanti ed anfibi, con serie di realizzazioni e di progetti, che interessano sia i costruttori privati (amatori), sia le grandi industrie aeronautiche.

Si è infatti riscoperto che molte località del nostro pianeta si possono facilmente raggiungere mediante idrovolanti, con un enorme risparmio nello allestimento delle strutture aeroportuali e nei costi di gestione.

Anche per i modelli volanti si sta verificando qualcosa di analogo; infatti la disponibilità di terreni aperti e pianeggianti, privi di alberi e di ostruzioni, e quindi adatti al volo di aeromodelli terrestri (sia per volo libero, sia per volo radioguidato) si va sempre più riducendo, anche nel nostro paese.

E' un problema comune a tutti i paesi sviluppati e densamente popolati ; non stupisce quindi, che un numero crescente di aeromodellisti si dedichi alla realizzazione di modelli idrovolanti radioguidati. Probabilmente, a favore di questa tendenza gioca un ruolo non trascurabile il fascino della "quarta" dimensione, cioè dell'acqua, e di tutti i problemi che essa crea.

Sia dal punto di vista tecnico, sia da quello strettamente spettacolare, l'involo e l'ammarraggio su uno specchio d'acqua sono enormemente più attraenti dei comuni decolli ed atterraggi.

La realizzazione di un idromodello radioguidato richiede la cognizione di norme elementari di aerodinamica, di idrostatica e di idrodinamica. Si suppone che le prime siano note a chi si accinge a progettare un idrovolante ex-novo, per tanto non saranno ripetute in questa monografia. In ogni caso, la bibliografia in fondo al fascicolo può essere utile per un adeguato approfondimento.

Per quanto riguarda gli idrovolanti, le nozioni fondamentali di idrostatica, e di idrodinamica, sono distribuite in una miriade di pubblicazioni, sia italiane, sia straniere.

Si è cercato di sintetizzarle in questa pubblicazione, nel modo più semplice possibile, limitando al minimo il ricorso a derivazioni teoriche.

Al contrario, sono riportate nozioni pratiche e regole empiriche, desunte dall'osservazione di una cinquantina di idrovolanti radioguidati, integrate da considerazioni basate sulla prassi corrente relativa agli idrovolanti "full size", che oggi costituiscono una piccola minoranza degli aeromobili costruiti in tutto il mondo.

La nomenclatura impiegata in queste note è un ibrido : accanto a termini di origine prettamente aeronautica ed aeromodellistica, ce ne sono di derivazione nautica.

Ciò consente di arrivare rapidamente all'essenza delle cose, conservando a queste note il carattere di guida pratica di rapida consultazione, anche da parte di aeromodellisti che non hanno una preparazione approfondita.

Ad essi appunto è destinata questa serie di monografie, della quale questo volumetto è il primo ad essere dato alle stampe.

L'autore ritiene doveroso ringraziare l'amico Licio Fanfani, che ha fornito i periodici, dai quali sono stati tratti molti dei trittrici presentati, nonchè il signor Felice Dassa, che ha messo a disposizione rare pubblicazioni tecniche, ormai introvabili.

L'autore

Baveno, Gennaio 1989.

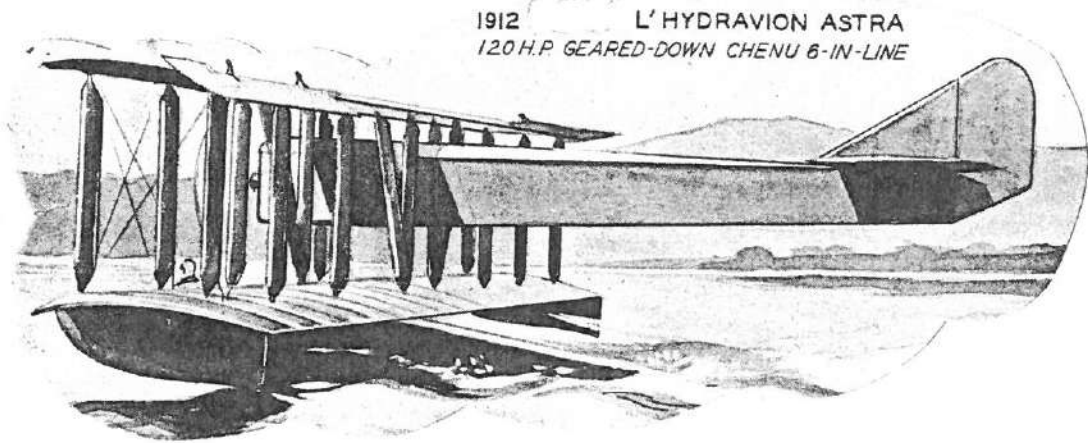
Avvertenze

Definizioni e simboli sono indicati all'inizio di ogni capitolo.

Le formule fondamentali sono contraddistinte con il segno *.

Formule e considerazioni pratiche sono contraddistinte con il simbolo ✱.

IDROSTATICA



SIMBOLI E DEFINIZIONI

CG	=	baricentro
CSI	=	centro di spinta idrostatica
Q	=	peso, Kg
SI	=	spinta idrostatica, Kg
M	=	metacentro
Ht	=	altezza metacentrica, m
d	=	spaziatura tra i galleggianti, m
W	=	larghezza massima galleggiante, m
VG	=	volume galleggiantino ausiliario, m ³
D	=	distanza tra mezzeria e galleggiantino stabilizzatore, m
θ°	=	(theta) angolo diedro galleggiantino ausiliario, °
Ho	=	altezza metacentrica senza galleggiantino stabilizzatore, m

Il peso specifico dell'acqua è di 1000 Kg/m^3 , cioè, in altre parole, un decimetro cubo d'acqua (cioè 1 litro) pesa 1 chilogrammo; questa nozione ci servirà per le successive considerazioni.

Altri liquidi comuni hanno pesi specifici assai diversi (relativi all'acqua); per esempio :

olio	0.9
benzina	0.7
alcool	0.8
mercurio	13.59

Come tutti i fluidi, anche l'acqua è compressibile, sia pure in misura limitatissima rispetto ai gas, tanto da richiedere pressioni elevatissime : in pratica, quindi, possiamo considerare l'acqua incompressibile.

L'acqua è elastica : togliendo la pressione acquista il volume primitivo.

I gas, invece, tendono ad occupare tutto il volume messo loro a disposizione.

Vale per l'acqua il noto principio d'Archimede, che è (o dovrebbe essere) patrimonio di chiunque abbia frequentato qualsiasi scuola, successiva alle cinque classi elementari.

Precisamente :

- ★ a) Principio d'Archimede : Un corpo solido, immerso in acqua, riceve una spinta, diretta verticalmente dal basso verso l'alto, uguale al peso del volume d'acqua spostato.

Ne consegue che :

- b) Un corpo che si trova in acqua galleggia, se il suo peso è inferiore al peso del volume d'acqua spostato;
- c) Un corpo, immerso in acqua, va a fondo se il suo peso è superiore a quello del volume liquido spostato;
- d) Un corpo, immerso in acqua, rimane sospeso in essa, ad una altezza qualsiasi, tra superficie e fondo, se il suo peso è uguale a quello del volume liquido spostato;
- e) Un corpo, quindi riesce a galleggiare se il suo peso specifico apparente è inferiore a quello dell'acqua (cioè inferiore ad 1 Kg/dm^3);
- f) Nel caso e), il corpo immerso perde una parte del suo peso, esattamente uguale a quello del volume liquido spostato.

ESEMPI PRATICI

Una lastrina di piombo, avente spessore di qualche millimetro, messa in acqua, affonda immediatamente (conseguenza c).

Proviamo a martellare questa lastra di piombo, assottigliandone lo spessore, e sagomandola a barchetta : con questa configurazione anche il piombo riesce a galleggiare, in quanto il peso specifico apparente dello scafo grossolano così formato (peso del piombo più peso dell'aria contenuta nella barchetta) risulta inferiore a quello del volume d'acqua spostato.

E' un esempio della conseguenza e ; questo spiega perché si possono costruire galleggianti anche con materiali, che come tali andrebbero subito a fondo, quali leghe d'acciaio e d'alluminio.

Durante l'ultima guerra mondiale, quando i materiali metallici erano scarsi, in tutti i paesi belligeranti, in America vennero costruite centinaia di navi da carico (classe Victory), interamente in cemento armato (per quanto riguarda l'opera viva). Alcune di esse solcano tuttora i mari.

Anche i galleggianti degli idromodelli (radioguidati e non) si comportano esattamente secondo le considerazioni sopracitate.

STABILITA' STATICA DEI GALLEGGIANTI

★ Un galleggiante qualsiasi si trova in equilibrio tanto più stabile, quanto più basso è il suo centro di gravità: per esempio, una ampolla di vetro, contenente un po' di pallini di piombo sul fondo, galleggia agevolmente in acqua, in posizione verticale. Scostata da questa posizione, vi ritorna immediatamente.

Nelle navi, e nelle imbarcazioni in genere, si ottiene una grande stabilità idrostatica, caricandole dei maggiori pesi verso il fondo.

Negli idrovolanti (sia modelli, sia "full size") il baricentro complessivo (aerodina più galleggiante) è sempre molto alto, a differenza di quanto avviene con l'ampolla sopracitata.

Ciò nonostante, la stabilità statica è assicurata; come mai ?

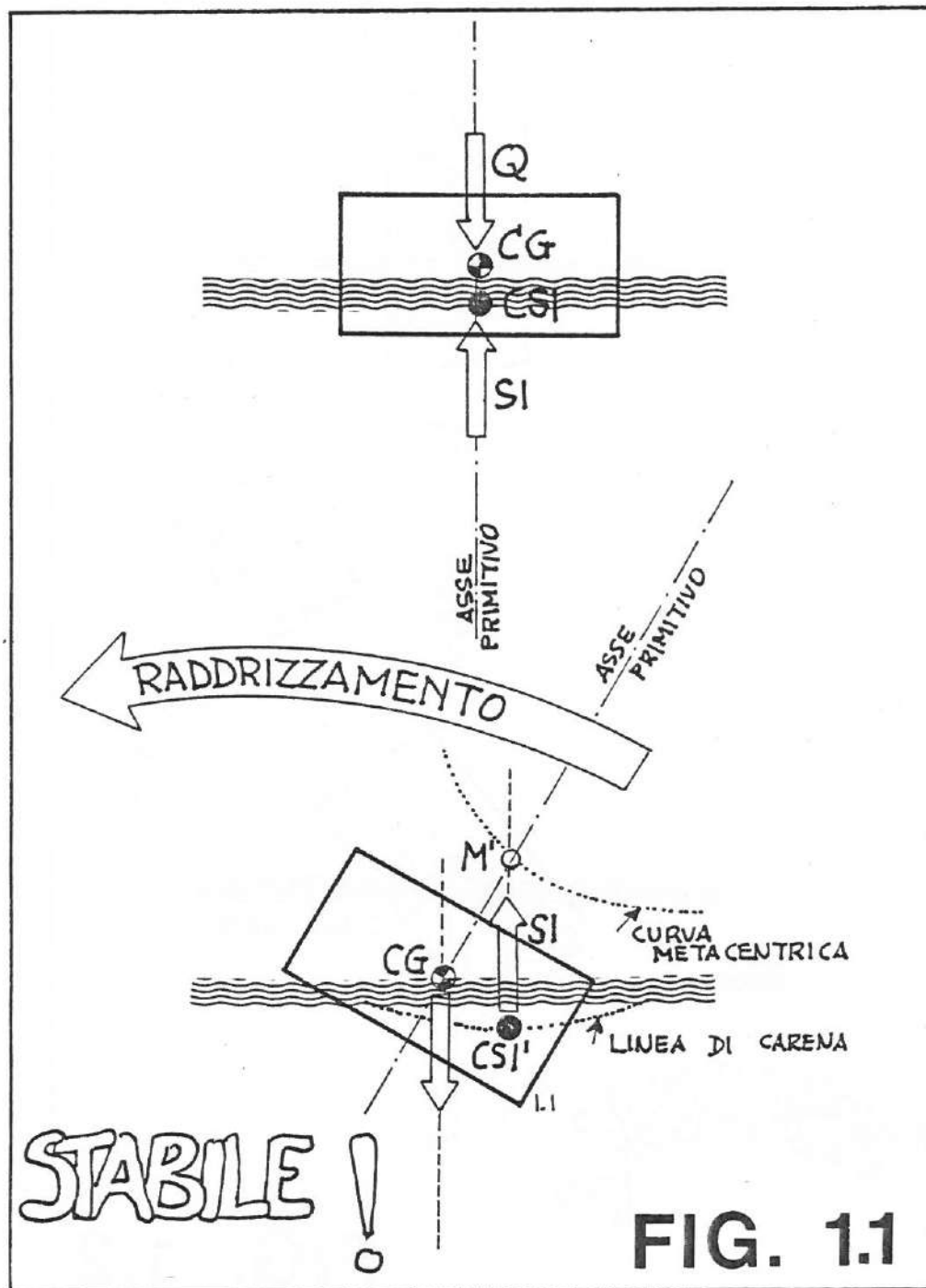
Su un generico galleggiante, avente sezione rettangolare (FIG. 1.1), agiscono due forze, il peso Q , applicato al baricentro del galleggiante, e la spinta idrostatica, SI , (Principio di Archimede), applicata al centroide (= baricentro) del volume di galleggiante che si trova sotto il pelo liquido (punto CSI).

In condizioni normali, le due forze Q (peso) ed SI (spinta idrostatica) agiscono su una stessa retta : la loro linea d'azione è sempre - per definizione - verticale.

Là retta che congiunge i punti CG e CSI viene definita asse primitivo. Quando un galleggiante, per un motivo qualsiasi, si sposta dalla posizione di equilibrio, il baricentro CG rimane immutato, mentre il centro di spinta idrostatica CSI (cioè il centroide del volume immerso), varia e la spinta archimedeana SI si trova così ad essere applicata in un punto diverso dal precedente.

L'asse primitivo si inclina : il galleggiante è ora sollecitato da due forze parallele e discordi (cioè di senso opposto), che fanno ruotare il galleggiante, rimettendolo in equilibrio. (Equilibrio stabile).

Immergendo invece lo stesso galleggiante per il lato più corto della sua sezione trasversale, (FIG. 1.2), l'asse primitivo risulta sempre inclinato, ma la coppia di forze Q ed SI , anziché raddrizzare il galleggiante, lo inclina, facendo gli assumere la posizione di FIG. 1.1 (cioè rovesciandolo, a tutti gli effetti pratici.).



In tal caso l'equilibrio si definisce instabile. In entrambi i casi, la verticale passante per il nuovo centro di spinta CS' , interseca l'asse primitivo in un punto, M , detto metacentro.

Dagli esempi di FIG. 1.1 e di FIG. 1.2 si deduce una regola fondamentale :

- ★ Se il metacentro è più alto del baricentro, il galleggiante è staticamente stabile, se il metacentro è più basso del baricentro, il galleggiante è staticamente instabile.

Per convincervi di tutto questo, provate a far galleggiare, in posizione verticale, un tappo di sughero, alto e stretto !!

Quando baricentro e metacentro coincidono, (come nel caso di galleggianti a sezione circolare, adottati durante il periodo pionieristico della

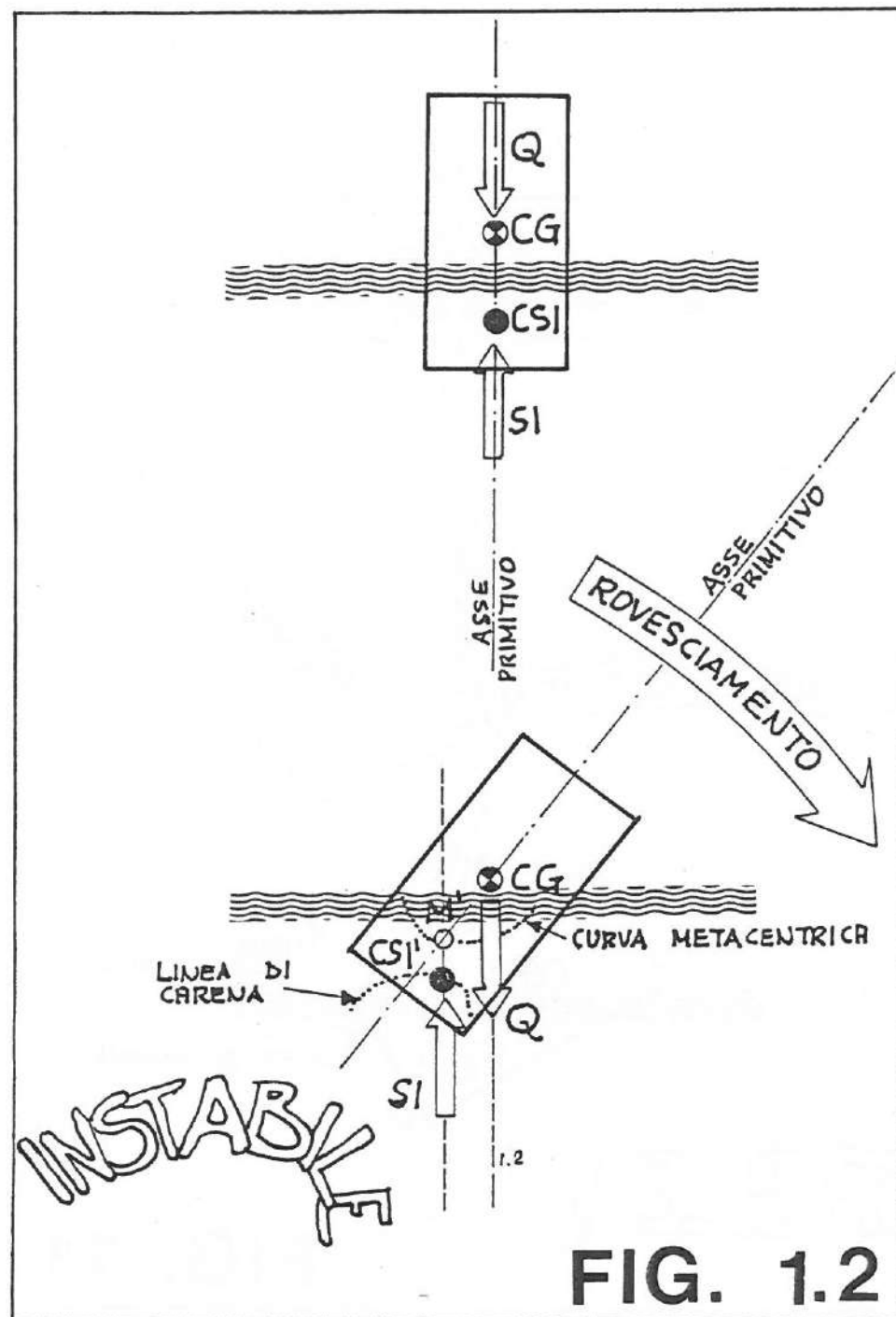


FIG. 1.2

aviazione), l'equilibrio è indifferente.

Quanto sopraesposto riguarda ogni singolo galleggiante : va da sè che un sistema di due galleggianti paralleli, ognuno dei quali intrinsecamente instabile, può risultare staticamente stabile, purchè il metacentro dell'intero sistema sia il più alto possibile, rispetto al baricentro.

Volendo approfondire queste cognizioni elementari, si nota che per ogni posizione inclinata del galleggiante si ha una precisa posizione del centro di spinta idrostatica CSI, e del risultante metacentro M.

Unendo tutti i punti CSI tra di loro si ottiene una linea curva, detta linea di carena (o linea di spinta idrostatica).

Unendo tra di loro tutti i metacentri si ottiene una linea curva, detta svilupata metacentrica.

★ Senza addentrarci in complicate dimostrazioni matematiche, poco consone al carattere pratico di questo manuale, è sufficiente ricordare che quanto le linee di carena e metacentrica sono ampie, tanto più il sistema galleggiante è stabile. Al contrario, quando queste linee sono molto curve (a ricciolo), i galleggianti non sono sufficientemente stabili.

Un galleggiante in acqua, può subire oscillazioni attorno a due assi: longitudinale (rollio) e trasversale (beccheggio), esattamente come avviene in volo per qualsiasi aeromodello.

Possiamo quindi parlare di due stabilità statiche : quella longitudinale e quella trasversale, alle quali corrispondono due diversi metacentri e relative curve sviluppate.

Anche le altezze metacentriche, H_t , cioè la distanza tra baricentro e metacentro, sono diverse nei due casi.

Per la stabilità longitudinale statica è sufficiente una altezza metacentrica (in metri) pari a

$$H_t = 0.9 \sqrt[3]{Q} \quad (1.1)$$

dove Q è il peso complessivo dell'idrovolante in Kg.

In pratica, è sufficiente realizzare galleggianti non troppo corti.

Quanto alla stabilità di rollio (trasversale), è di solito sufficiente dare all'altezza metacentrica il valore

$$H_t \geq 0.4 \sqrt[3]{Q} \quad (1.2)$$

dove Q è il peso dell'idrovolante in Kg.

Nel caso di idrovolanti veloci (come gli idrocorsa della Coppa Schneider), il volume e la disposizione dei galleggianti paralleli erano stabiliti in modo che l'altezza metacentrica fosse pari a

$$H_t = 0.5 \sqrt[3]{Q} \quad (1.3)$$

In prima approssimazione, la distanza, d , (in metri) tra i due galleggianti paralleli, si può stabilire con la relazione

$$d = \sqrt{\frac{W \cdot H_t}{0.85}} \quad (1.4) \quad *$$

dove

W = larghezza massima del galleggiante, metri,

H_t = altezza metacentrica, in metri, determinata con la (1.2) oppure

con la (1.3).

Gli idrovolanti a scafo centrale sono intrinsecamente instabili, in quanto il loro metacentro viene a trovarsi inferiormente al centro di gravità, CG: in tal caso, convenzionalmente, si dà all'altezza metacentrica il segno negativo (indice di instabilità).

Per renderli stabili, è indispensabile munirli di galleggiantini ausiliari, applicati ad una certa distanza dal baricentro; in prima approssimazione, il loro volume può essere determinato con la relazione

$$VG = \frac{Q \cdot [H_0 + 0.4 \sqrt[3]{Q}]}{D \cdot \cotg \vartheta} \quad (1.5) *$$

dove

VG = volume galleggiantino ausiliario, litri,

Q = peso dell'idrovolante in ordine di volo, Kg

D = distanza tra mezzeria e galleggiantino, m

ϑ° = angolo diedro del galleggiantino ausiliario (Vedere FIG. 1.3),

H₀ = altezza metacentrica dell'idro senza galleggiantini, m

Più avanti si vedrà come determinare il volume VG e la distanza D, in modo semplice, senza ricorrere a calcoli trigonometrici.

Nella realizzazione di idrovolanti radioguidati, non è mai necessario ricorrere a calcoli complicati per determinare le altezze metacentriche con le formule sopra esposte.

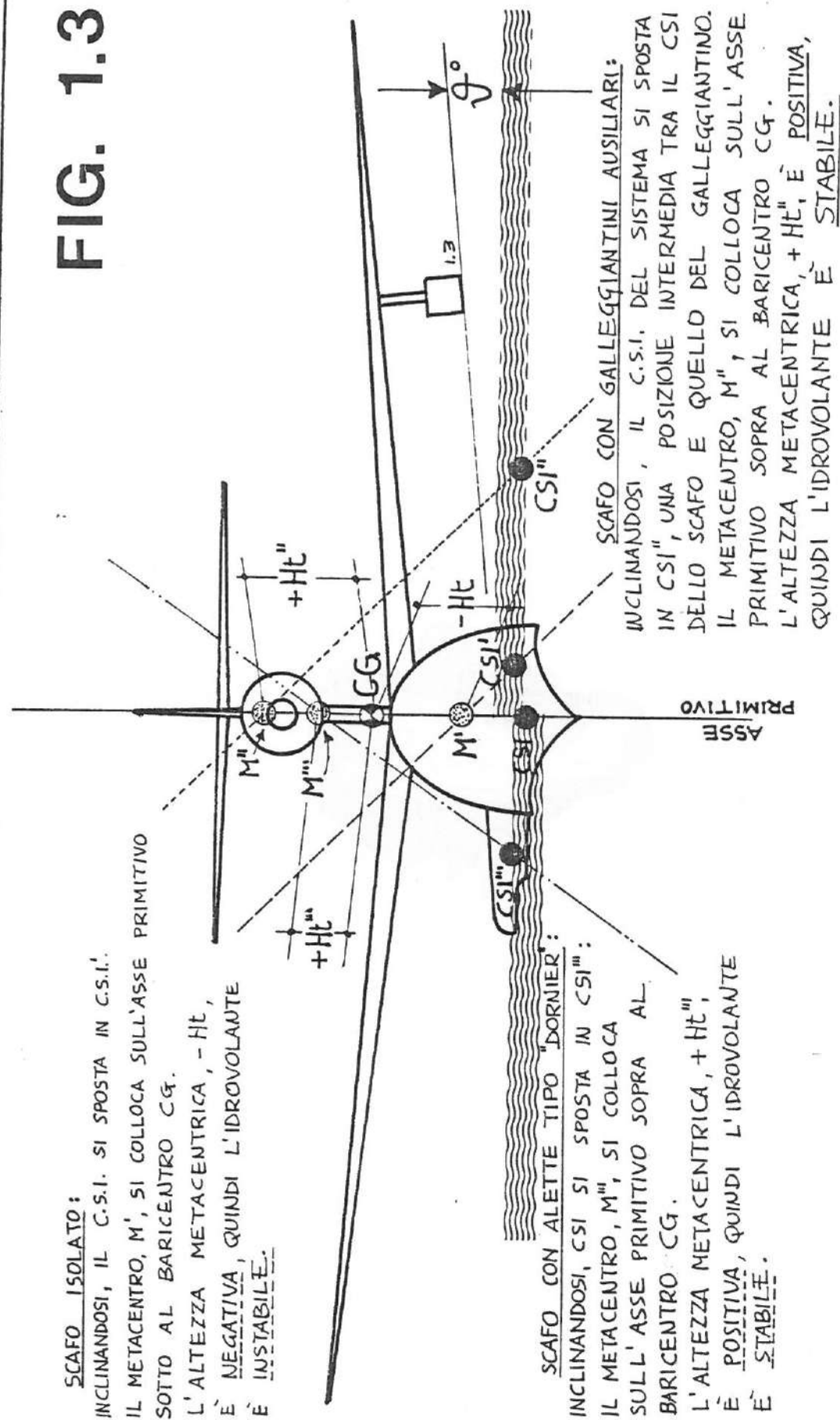
Esse possono servire per verificare idrovolanti dal comportamento anomalo; per esempio :

- 1) La stabilità è eccessiva, l'idrovolante oscilla continuamente attorno alla sua posizione di riposo, come si può constatare facilmente, osservando idromodelli alla fonda, in presenza di una lievissima brezza, (movimento oscillatorio periodico);
- 2) Se la stabilità è scarsa, l'idrovolante si avvicina periodicamente alla posizione di riposo, ma assai lentamente, a causa delle forze di smorzamento (oscillazioni aperiodiche).

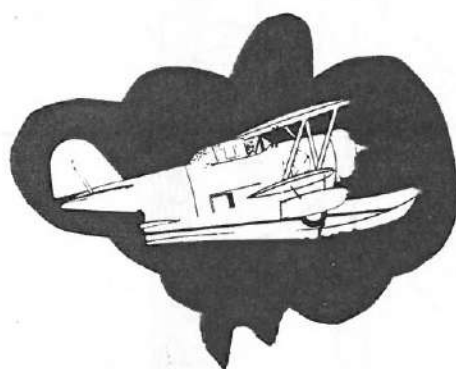
L'altezza metacentrica, pertanto, deve assicurare una stabilità compresa tra le due posizioni estreme 1) e 2) ; in pratica non ci sono formulette semplici per ottenere questo risultato.

Per l'analisi dettagliata di questo problema, occorre ricorrere al concetto di raggio metacentrico (che è l'altezza tra il metacentro M,

FIG. 1.3

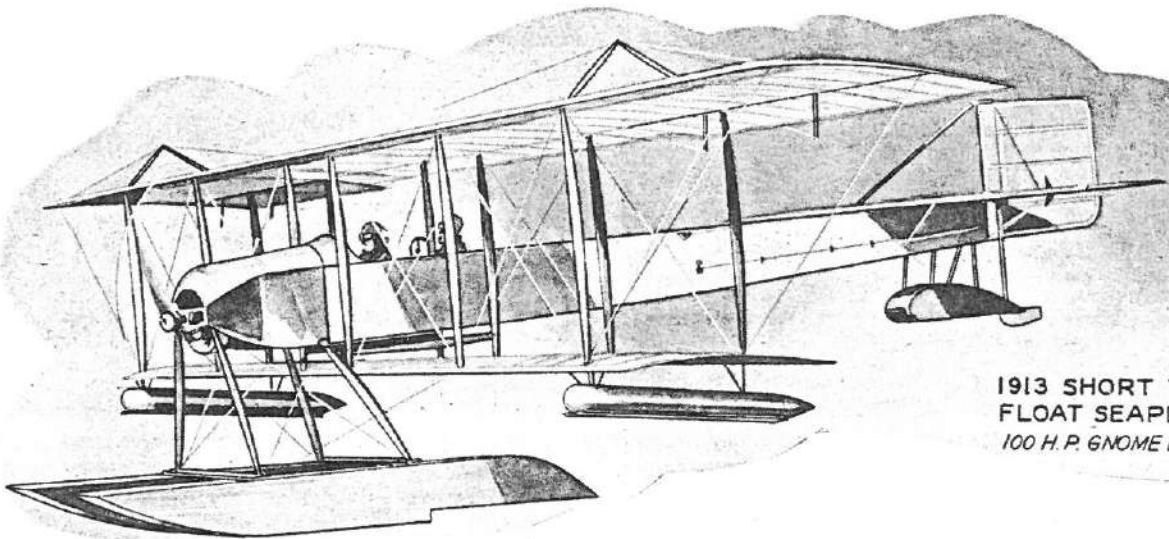


ed il centro di spinta idrostatica, CSI), e quindi ai momenti d'inerzia. Il che è inutilmente complicato per questo prontuario divulgativo.



2

IDRODINAMICA



1913 SHORT TWIN-
FLOAT SEAPLANE
100 H. P. GNOME ENGINE

SIMBOLI E DEFINIZIONI

NF	=	numero di Froude, adimensionale
V	=	velocità, m/s
G	=	accelerazione di gravità = 9.81 m/s^2
α°	=	(alpha) incidenza idrodinamica, °
Q	=	peso, Kg
SD	=	portanza idrodinamica, Kg
CSD	=	centro di spinta idrodinamica
CG	=	baricentro
RD	=	resistenza idrodinamica, Kg
RIo	=	resistenza d'onda, Kg
RIa	=	resistenza d'attrito, Kg

L'analisi del comportamento dei galleggianti durante le fasi di decollo e di ammaraggio, richiede qualche cenno di idrodinamica, la scienza che studia il moto relativo di liquidi e di corpi solidi in contatto. Per le applicazioni aeromodellistiche è sufficiente ricordare che l'acqua è circa 800 volte più densa dell'aria : conseguentemente una piccola superficie, opportunamente sagomata (cioè a fondo piatto e liscio), che si muova in acqua ad una certa velocità, produce una portanza (o spinta) idrodinamica, diretta verticalmente dal basso verso l'alto. E' un fenomeno analogo allo sviluppo di portanza in un'ala che si muove nell'aria.

Questo fenomeno è ancora più pronunciato, se il corpo è a contatto con l'acqua solo con la superficie inferiore, come nel caso galleggianti per idrovolanti : viene infatti a mancare la resistenza idrodinamica della parte superiore dello scafo.

Analogamente a quanto avviene in aerodinamica con il numero di Reynolds, (ben noto a chi si occupa di aeromodellismo con un minimo di impegno.....concettuale), le condizioni di impiego sono rappresentate dal numero di Froude, definito dalla relazione seguente

$$NF = V^2 / G \cdot L \quad (2.1) *$$

dove

NF = numero di Froude (adimensionale)
V = velocità, m/s
G = accelerazione di gravità, 9.81 m/sec²
L = lunghezza della linea d'acqua (= linea di galleggiamento), m

Analogamente a quanto si fa per la determinazione del numero di Reynolds, le grandezze in gioco devono essere espresse in unità congrue.

ESEMPIO

Per un galleggiante, avente linea di galleggiamento L = 0.8 m e velocità V = 10 m/sec, il numero di Froude risulta uguale a

$$NF = 10^2 / 9.81 \cdot 0.8 = 12.74$$

Il numero di Froude non è di impiego pratico nel progetto di idrovolanti radioguidati ; esso è di solito collegato allo studio delle onde di spostamento al crescere della velocità, con conseguente enorme aumento della resistenza, degli scafi a dislocamento.

Esso tuttavia, ci aiuta a capire, con un minimo di intuizione, le ragioni del decollo rapido di un idromodello leggero, e quelle di una lunga e sofferta scivolata sull'acqua di un idromodello pesantissimo (a parità di tutte le altre condizioni).

Quest'ultimo decolla ad una velocità assai più elevata; quindi il numero di Froude aumenta, aumenta la formazione di onde di spostamento, aumenta pure la potenza necessaria per vincere la maggior resistenza che così si crea.

In pratica si allunga la corsa necessaria al decollo.

- ★ Considerazione pratica : A parità di ogni altra condizione (configurazione, dimensioni, potenza installata) il decollo risulta tanto più difficoltoso, quanto più l'idrovolante è pesante.

I galleggianti (oppure lo scafo centrale degli idrovolanti (sia radioguidati sia "full size") sono tutti del tipo a carena planante, quasi sempre con uno o più gradini trasversali. I battelli fluviali, le navi da carico, le barche a remi invece, sono tutti scafi con carena a dislocamento.

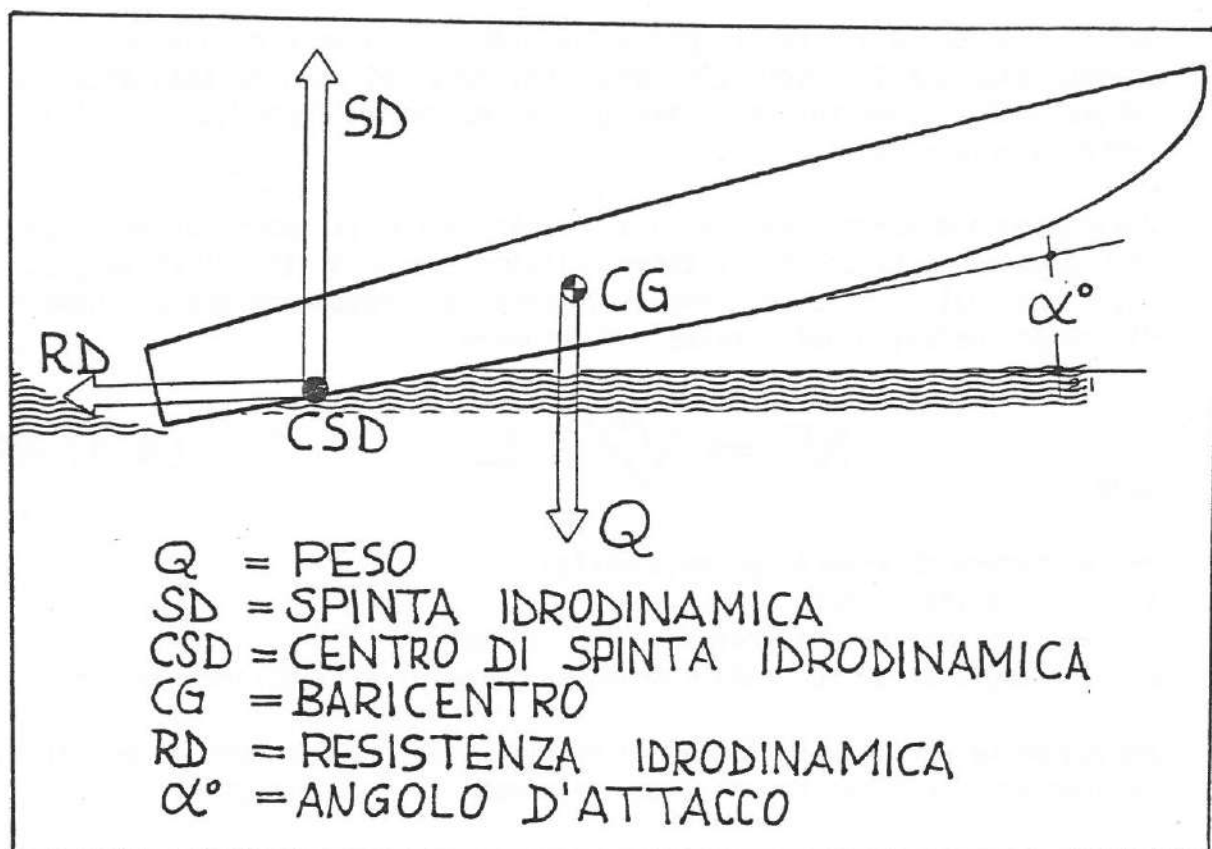


FIG. 2.1

Il fondo di un generico galleggiante a sezione rettangolare, é assimilabile, nella parte a contatto con l'acqua, ad una lastra piana.

Quando questa lastra piana si muove nell'acqua, con un certo angolo di incidenza, α° , (FIG. 2.1), su di essa si sviluppa una portanza idrodinamica, del tutto analoga alla portanza aerodinamica, che consente il volo di qualsiasi aerodina.

Durante la fase di accelerazione al decollo, la somma della portanza idrodinamica e della portanza aerodinamica, supera, anche di poco, il peso dell'idrovolante completo, si verifica l'involò.

La lastra piana presa in considerazione ha un coefficiente di spinta idrodinamica ed un coefficiente di resistenza idrodinamica.

La risultante idrodinamica, della quale la portanza (o spinta) e la resistenza sono le componenti rispettivamente verticale ed orizzontale, è applicata in un punto, detto centro di spinta idrodinamica, CSD ; la sua posizione varia secondo l'angolo di incidenza (rispetto al pelo dell'acqua), e secondo la forma della superficie bagnata.

Una analisi approfondita, porterebbe a fare una ulteriore distinzione tra due componenti della resistenza idrodinamica, R_D : quella dovuta alla formazione di onde, R_{Io} , e quella dovuta all' attrito di scorrimento della acqua sulla superficie, R_{Ia} . Entrambe variano moltissimo al variare della incidenza.

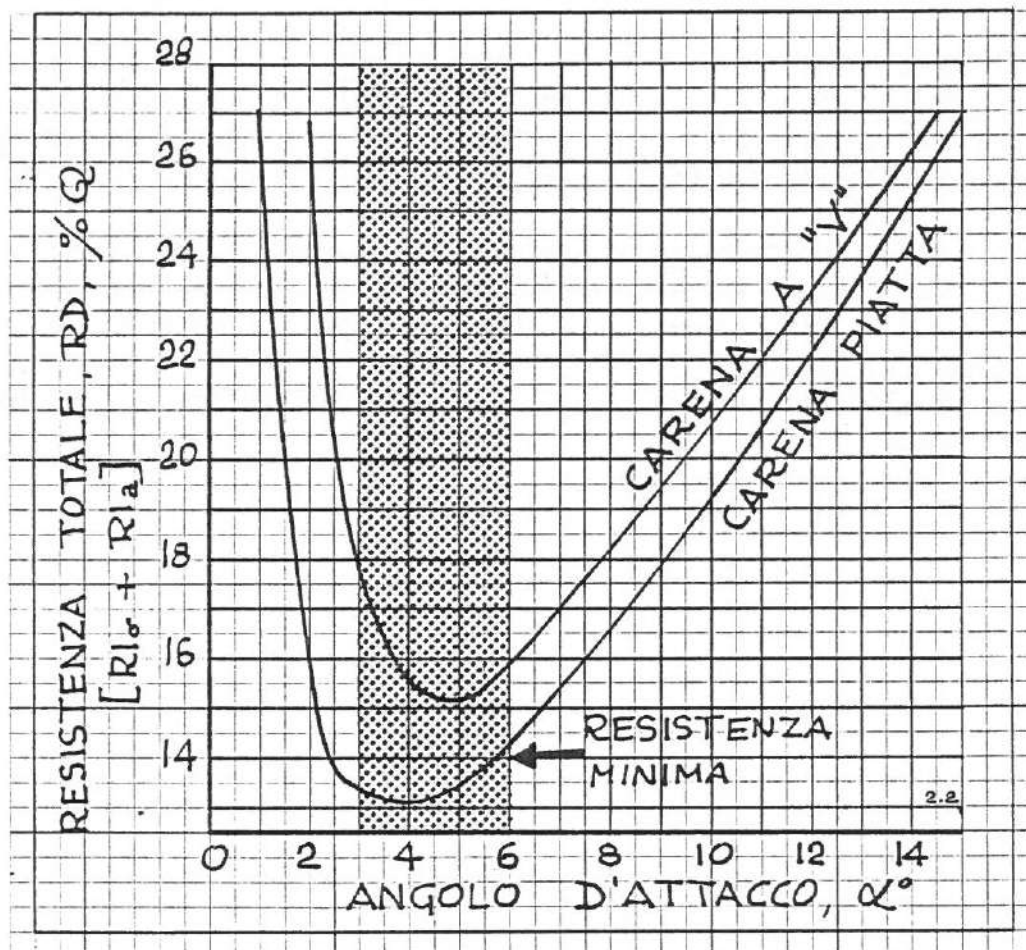


FIG. 2.2

Tipicamente ciò è indicato in FIG. 2.2 : da questo diagramma si vede che la resistenza totale minima, R_D (= $R_{Io} + R_{Ia}$) si ha con una incidenza di circa 4° per il fondo piatto, e di circa 5° per la carena a V. Idealmente, quindi il decollo dovrebbe avvenire a questa incidenza.

Si noti che, nella FIG.2.2 la resistenza totale, R_D , è espressa come percentuale del peso totale gravante sui galleggianti (cioè idrovolante PIU' galleggianti).

Durante la corsa al decollo, la resistenza aumenta gradualmente fino ad un

valore massimo, al quale l'intero peso dell'idromodello è sostenuto dalla portanza idrodinamica : si dice allora che l'idrovolante è planante.

- ★ Questa resistenza, quando il modello "è sul gradino" (come si dice in gergo), è tanto più ridotta, quanto più l'allungamento della superficie bagnata si avvicina ad 1 ; conseguentemente i galleggianti a fondo piatto non dovranno mai essere molto stretti (in rapporto alla loro lunghezza).

ESEMPIO

Un idromodello pesante 2 Kg, con galleggianti a fondo piatto, decollando ad una incidenza di circa 4° , deve vincere ANCHE una resistenza idrodinamica di 265 grammi circa (= $2000/100 \cdot 13.25$), in aggiunta alla resistenza aerodinamica, D, dovuta all'idromodello, completo di galleggianti.

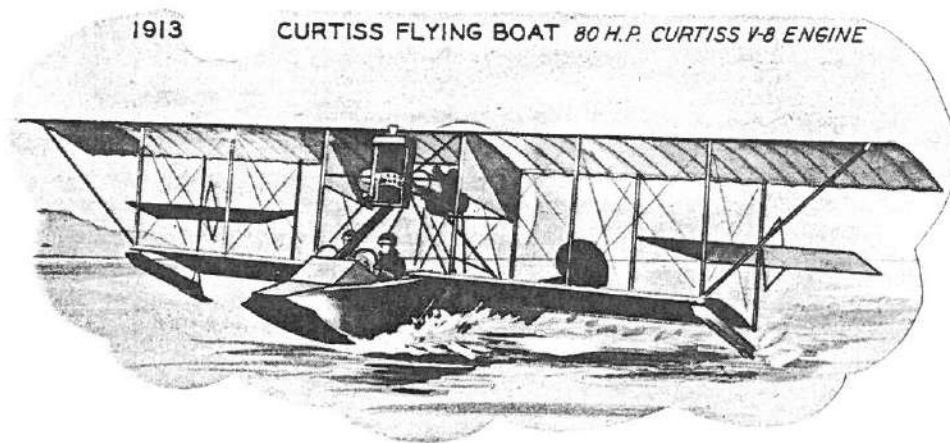
- ★ E' facile quindi arrivare alla nota regola empirica, secondo la quale l'idromodello (sia per volo libero, sia per volo radioguidato) deve avere una potenza installata superiore (dal 30% al 60%) rispetto ad un aeromodello di pari caratteristiche (configurazione, superficie alare, peso totale).

L'angolo α° , (incidenza idrodinamica), per il quale la resistenza idrodinamica totale, RD, è minima, dipende, in definitiva, dal peso e dalla velocità. Esso aumenta di qualche grado per galleggianti con fondo a V (diedro di chiglia).

In pratica α° oscilla tra 3.5° ed 8° per galleggianti di configurazione convenzionale.

3

FLOTTAGGIO DECOLLO AMMARAGGIO



SIMBOLI E DEFINIZIONI

CDL = centro di deriva galleggiante (parte immersa)
CSI = centro di spinta idrostatica
CG = baricentro

Essendo praticamente inesistente la letteratura tecnica relativa al funzionamento di idromodelli radioguidati, è opportuno fare riferimento a quanto avviene per gli idrovolanti "full size", potendosi ragionevolmente assumere che le situazioni reali siano confrontabili tra loro.

FLOTTAGGIO

Il flottaggio normalmente avviene a bassa velocità (cioè con motore a giri ridotti) : in assenza di vento forte (o di corrente nell'acqua, specialmente per modelli leggeri), non ci sono problemi particolari, specialmente se la superficie dell'acqua è liscia.

Il timone marino, se correttamente dimensionato e collocato, è sufficiente per mantenere la direzione voluta durante le manovre.

Nel caso di galleggianti a fondo piatto, (assai comuni, in quanto di facile realizzazione), una accettabile manovrabilità in acqua si può ottenere, talvolta, anche con il solo timone direzionale aereo, purchè non ci siano vento e correnti d'acqua, e la velocità sia ridotta.

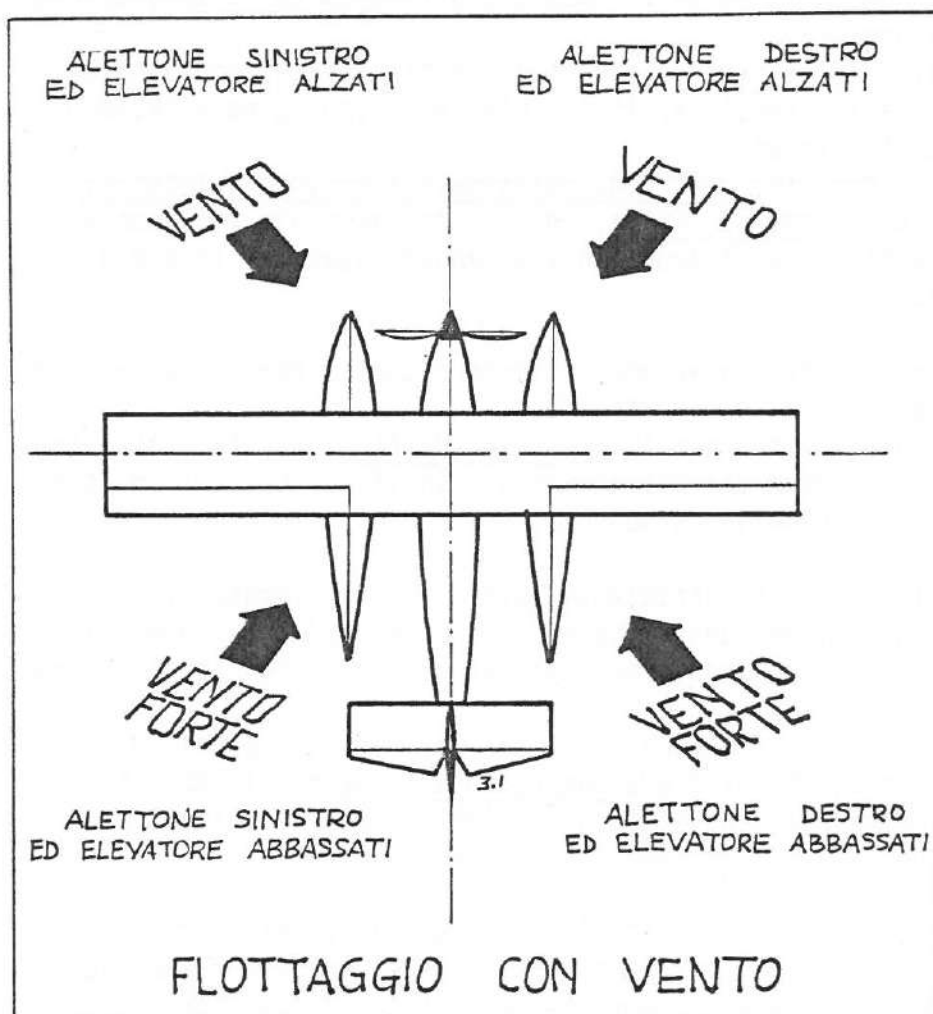


FIG. 3.1

In caso di vento di rilevante entità (escludendo quindi le brezzoline), è opportuno adoperare anche gli alettoni e l'elevatore, come indicato nella FIG. 3.1, per evitare che il vento sollevi la semiala sopravento, con il rischio di rovesciamento.

E' risaputo che in un qualsiasi aeromodello terrestre, esiste un punto

caratteristico, il baricentro, CG, attraverso il quale passano gli assi x-x (rollio), y-y (beccheggio), e z-z (imbardata), ai quali vengono riferite, per facilità di comprensione e di analisi, tutte le manovre di volo.

Nel caso di un idromodello a riposo in acqua, esiste anche un altro punto caratteristico, il centro di spinta idrostatica, CSI, al quale risulta applicata la spinta archimedeica, che consente appunto all'idrovolante di galleggiare.

★ Questo punto non è altro che il centroide del volume immerso del galleggiante.

Come si è visto nel Capitolo 1 - IDROSTATICA, qualunque sia la forma dei galleggianti, in condizioni di riposo (e di flottaggio lentissimo), il punto CSI si colloca esattamente sulla verticale baricentrica.

Spingendo leggermente, con un dito, sulla parete laterale del galleggiante verso prua, l'idrovolante tende a ruotare in una direzione; esercitando la stessa pressione su un punto verso la coda del galleggiante, l'idrovolante ruota in direzione opposta.

Tra queste due posizioni estreme esiste un punto caratteristico : infatti, applicando qui la stessa pressione, l'idrovolante si sposta parallelamente al proprio asse longitudinale.

★ Questo punto, CDL, è definito centro di resistenza a movimenti laterali (o, più semplicemente centro di deriva) ed è di fondamentale importanza per intendere le reazioni dell'idrovolante a manovre eseguite in acqua, in presenza di vento.

Infatti le rotazioni in acqua avvengono attorno a questo punto, CDL, mentre in volo avvengono attorno al baricentro CG.

In pratica, il CDL non è altro che il centroide di figura della proiezione laterale della parte immersa del galleggiante : lo si può determinare con classico metodo della sagoma in cartoncino.

A tutti gli effetti pratici è sufficiente spingere lateralmente il galleggiante con un dito, per determinare, approssimativamente, dove si trova il CDL ; ci interessa conoscerne solo la verticale, non la posizione esatta.

Si potrebbe dimostrare, con complicati calcoli matematici (peraltro qui non necessari), che il CDL si trova sempre anteriormente al CSI, in quanto tutti i galleggianti sono molto più voluminosi nella parte anteriore al gradino, e sono rastremati verso la coda.

Durante il flottaggio a bassa velocità, se si eseguono virate strette, è facile constatare che, con elica destrorsa, l'idrovolante vira meglio a sinistra, a causa della coppia di reazione dell'elica. Piccoli spunti di motore sono utilissimi nelle virate strette.

Ci sono tre regole fondamentali per il flottaggio a bassa velocità:

- a) Tenere sempre un pò di elevatore "a cabrare", in modo che la parte posteriore dei galleggianti sia sempre immersa, come quando l'idrovolante è a riposo. (FIG. 3.2).
Così facendo si riduce la formazione di spruzzi, in quanto il muso dei galleggianti si alza, rispetto al pelo liquido; inoltre si rendono efficaci gli eventuali timoni marini, migliorando la manovrabilità complessiva.
- b) Mantenere la velocità più ridotta possibile; quindi occorre installare motori che abbiano un minimo veramente affidabile.
- c) In caso di forte vento in coda ed onde molto alte e lunghe (condizioni piuttosto rare nella realtà aeromodellistica), negli idrovolanti "full size" è necessario mantenere un briciolo di elevatore "a picchiare", per evitare che, scendendo da una onda alta, si possano capovolgere.

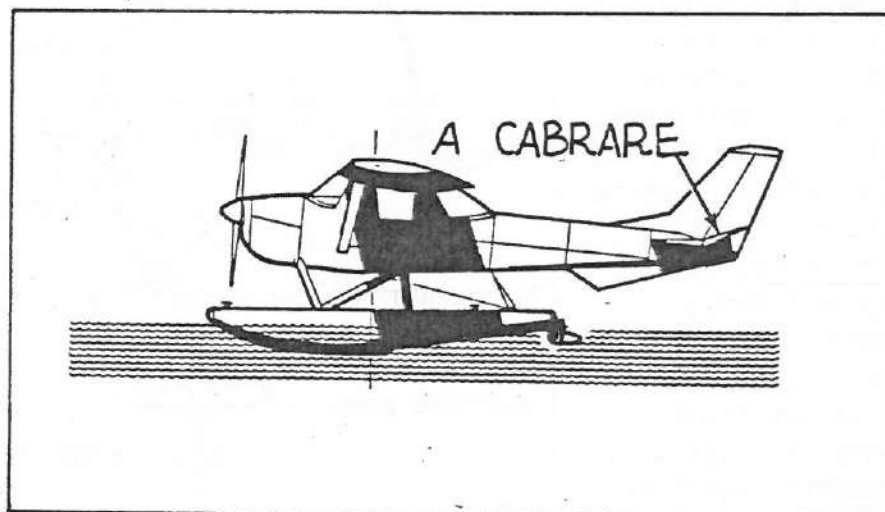


FIG. 3.2

In genere, per invertire il senso di marcia durante il flottaggio in condizioni di vento (non eccessivo), la manovra esatta è sintetizzata nella FIG. 3.3.

Dalla posizione di riposo (A) si inizia una leggera curva a destra, mediante il timone marino, utilizzando successivamente (B) sia il direzionale (a destra), sia l'alettone (a sinistra).

Sin dall'inizio, si dà un bel pò di elevatore "a cabrare" (come già detto), sempre col motore a bassi giri, in modo che la parte posteriore dei galleggianti si immerga, quasi ad "arare" l'acqua. (FIG. 3.4).

In tali condizioni il centro di spinta archimedeo, CSI, si sposta all'indietro generando la tendenza a mettersi sottovento: in tali condizioni una buona manovrabilità si ottiene tenendo sempre l'elevatore a cabrare.

Si noti, dalla FIG. 3.3, che una volta iniziata l'inversione di marcia, entrambi i timoni (aereo e marino) sono girati nel senso della curva, mentre

l'alettone viene sollevato, in modo da tenere abbassata l'ala sopravento (onde evitare il capovolgimento).

Quest'ultima condizione è esattamente il contrario di quello che si fa nelle normali virate in volo : in caso di vento, l'idrovolante in flottaggio vira abbassando l'ala verso l'esterno della curva.

A volte può essere necessario spostarsi rapidamente; a tale scopo, si accelera leggermente, aiutandosi con l'elevatore "a cabrare" (FIG. 3.5), in modo da mettere i galleggianti "sul gradino", in condizioni di planata (FIG. 3.6).

Durante questa manovra, i timoni marini non sono usati : pare che per i piloti di idrovolanti "full size" non sia una manovra facile da eseguire.

E per gli aeromodellisti ?

Durante le manovre in flottaggio, due sono le principali forze in gioco, per quanto riguarda la stabilità : la forza centrifuga, (che spinge l'idro verso lo esterno della curva) ed il vento. Virando da posizione controvento a posizione sottovento, la due forze si oppongono l'una all'altra, e tendono ad eliminarsi (FIG. 3.7).

Virando invece da posizione sottovento (vento in coda) a posizione sopravento (vento di fronte), con motore al minimo, l'idro ruota lentamente attorno al baricentro, con minima forza centrifuga.

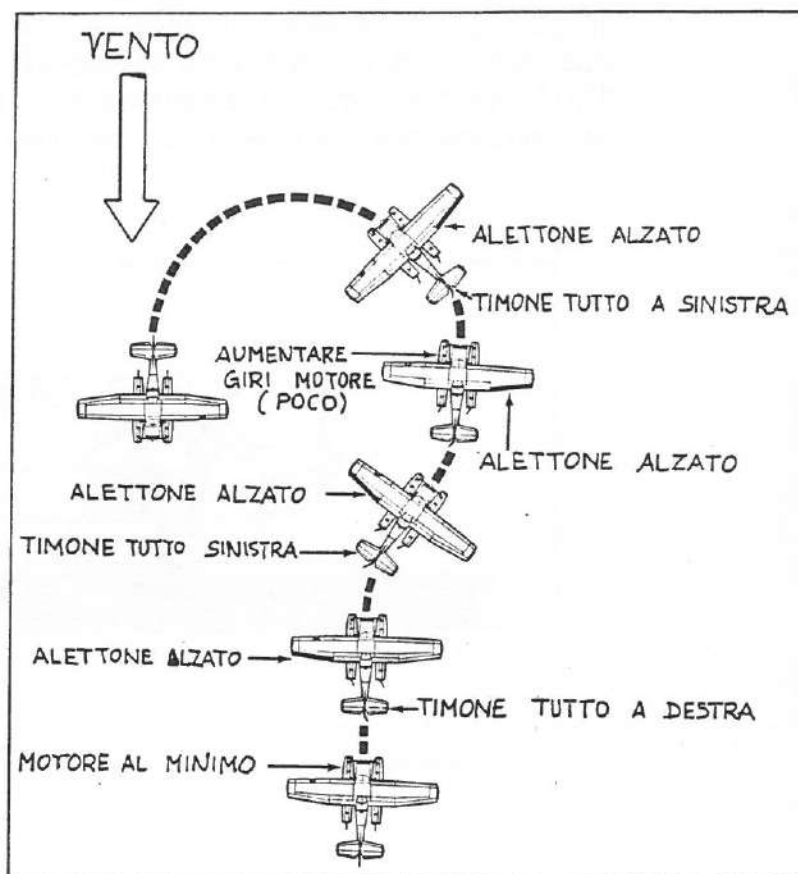


FIG. 3.3

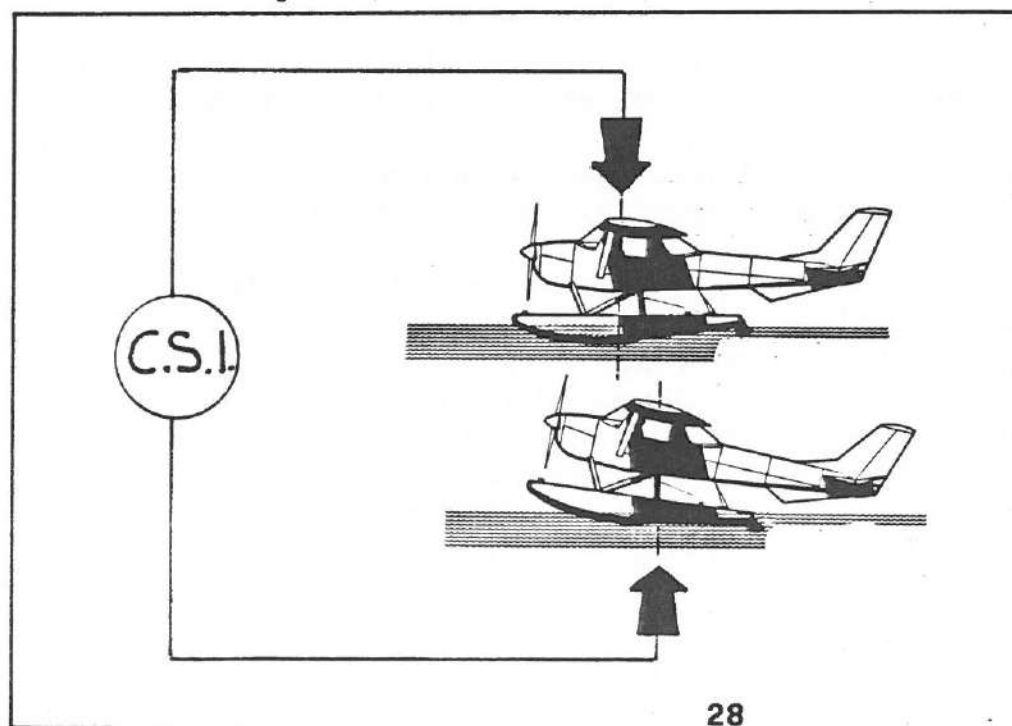
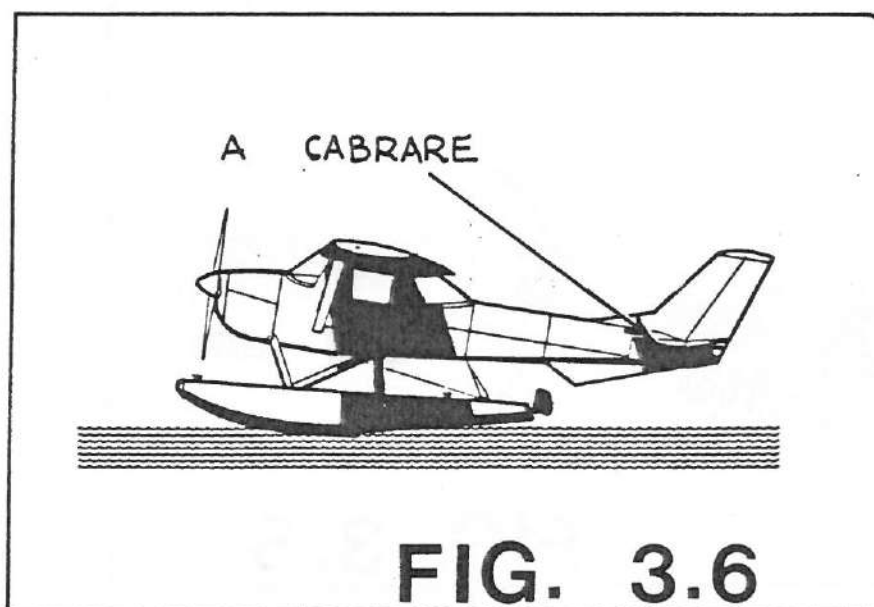
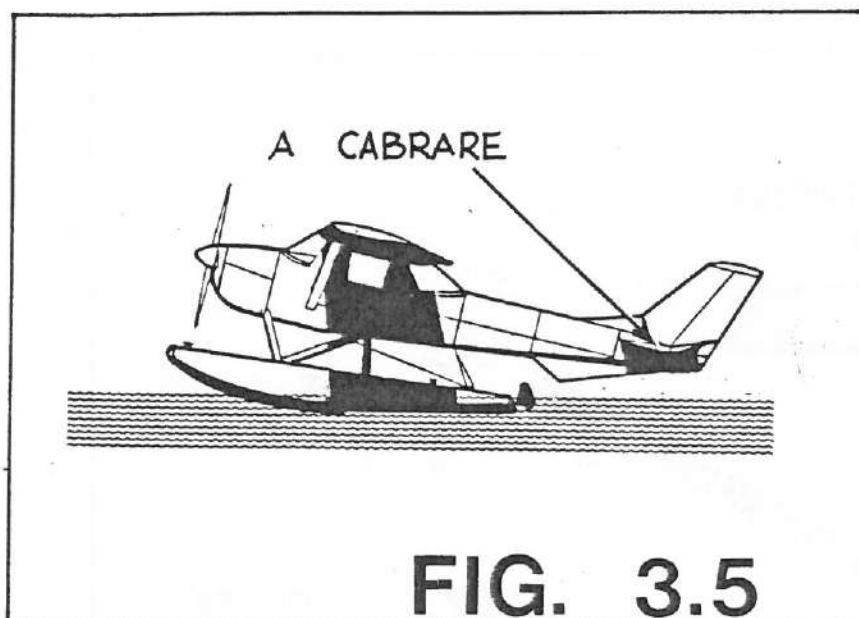
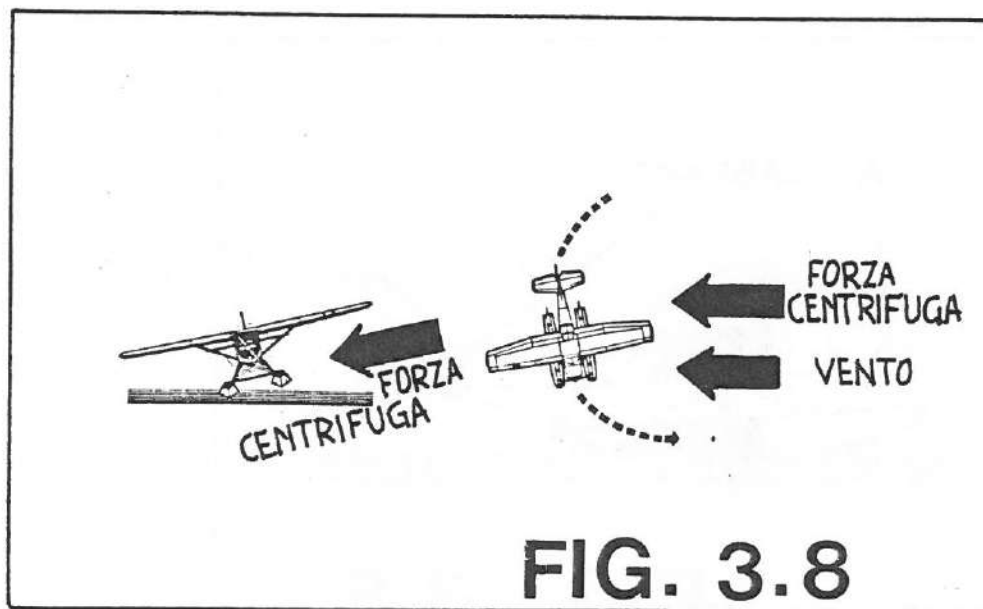
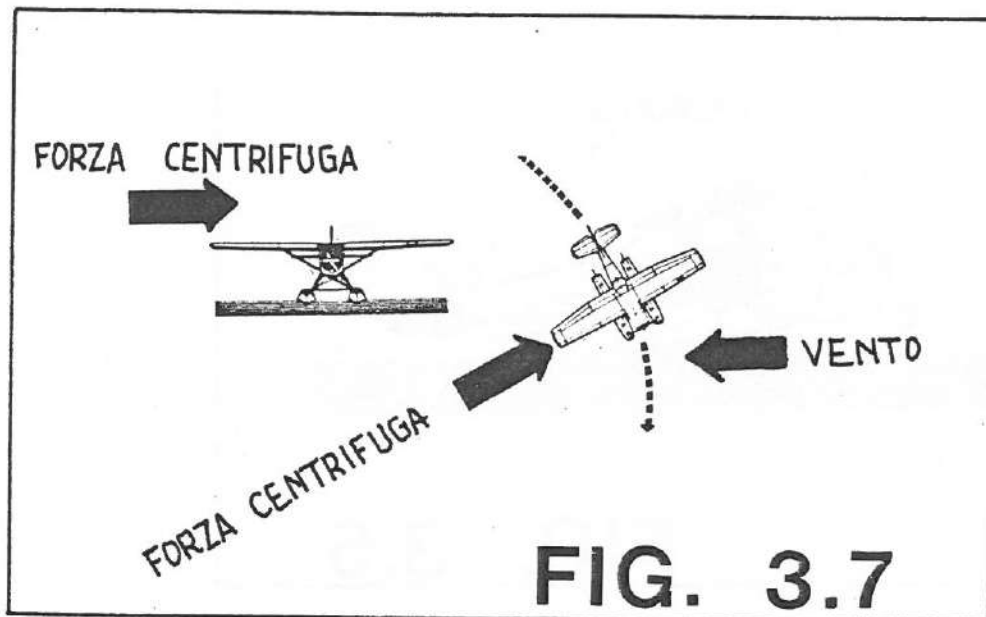


FIG. 3.4

Se la virata avviene in condizioni di planata (sul gradino), con adeguata velocità, la forza centrifuga può agevolmente capovolgere l'idrovolante (FIG. 3.8).



★ Quindi virate da sottovento a sopravento vanno eseguite in flottaggio lento, col motore a bassi giri, mai in assetto di planata sul gradino.



DECOLLO

Di regola, come è anche intuitivo, il decollo avviene controvento, esattamente come si fa per il decollo da terra.

La FIG. 3.9 mostra le fasi caratteristiche : in A, con l'idrovolante a riposo, in posizione leggermente cabrata, l'elevatore è pure "a cabrare", sia pure di pochissimo.

Quando l'idrovolante accelera, aumenta la resistenza totale che esso incontra, sino a raggiungere un massimo (detto "hump" dagli anglosassoni), poco prima che inizi la planata sul gradino (FIG. 3.10).

La FIG. 3.10 è solo un esempio indicativo, non essendo possibile quantificare le grandezze in gioco nel caso di idrovolanti radioguidati.

Ancorchè possibile, una calcolazione idro-aerodinamica non darebbe risultati attendibili, data l'incertezza e la scarsità dei dati disponibili.

★ Ci si può attenere alle consuete regole empiriche, e cioè (a parità di tutte le altre condizioni) :

- a) Più il modello è pesante, più potente deve essere il motore installato;
- b) Più il modello è pesante, più lunga è la corsa al decollo;
- c) Più il profilo alare è portante, più rapido e breve è il decollo;
- d) Più il profilo alare è resistente, più potente deve essere il motore.

Se si intende realizzare un idromodello radioguidato ex-novo, che voli come un autentico idrovolante, vale la pena di considerare l'installazione di dispositivi di ipersostentazione (aletta d'attacco, fessure, alette d'uscita, nonché una loro eventuale combinazione). (1).

Le caratteristiche puramente acrobatiche di un tale idrovolante potranno non essere eccellenti : ma chi ha mai visto un autentico idrovolante manovrare con gli scarponi per aria ?

Dopo una corsa più o meno lunga sul gradino, se l'idro ha raggiunto la velocità sufficiente per il decollo, i galleggianti si staccano dall'acqua, e la resistenza è totalmente aerodinamica.

Prima di questa condizione, alla resistenza aerodinamica si aggiungeva quella idrodinamica, già menzionata.

In B (FIG. 3.9), l'idrovolante con potenza al massimo, inizia la planata sul gradino, aiutato dall'elevatore leggermente "a cabrare".

In C, l'idrovolante è sostenuto interamente dalla portanza aerodinamica, (è "sul gradino"), e l'elevatore è in posizione neutra (o quasi).

Se, a questo punto la velocità uguaglia quella richiesta dalle caratteristiche aerodinamiche dell'ala per il decollo, l'idro si stacca dall'acqua.

In caso contrario, la corsa in planata va prolungata sino a raggiungere la velocità necessaria per il decollo (aerodinamico), di solito aiutato da un briciolo di elevatore " a cabrare".

(1) Un altro volumetto di questa collana sarà dedicato ai dispositivi di ipersostentazione : AEROMODELLI STOL RADIOGUIDATI.

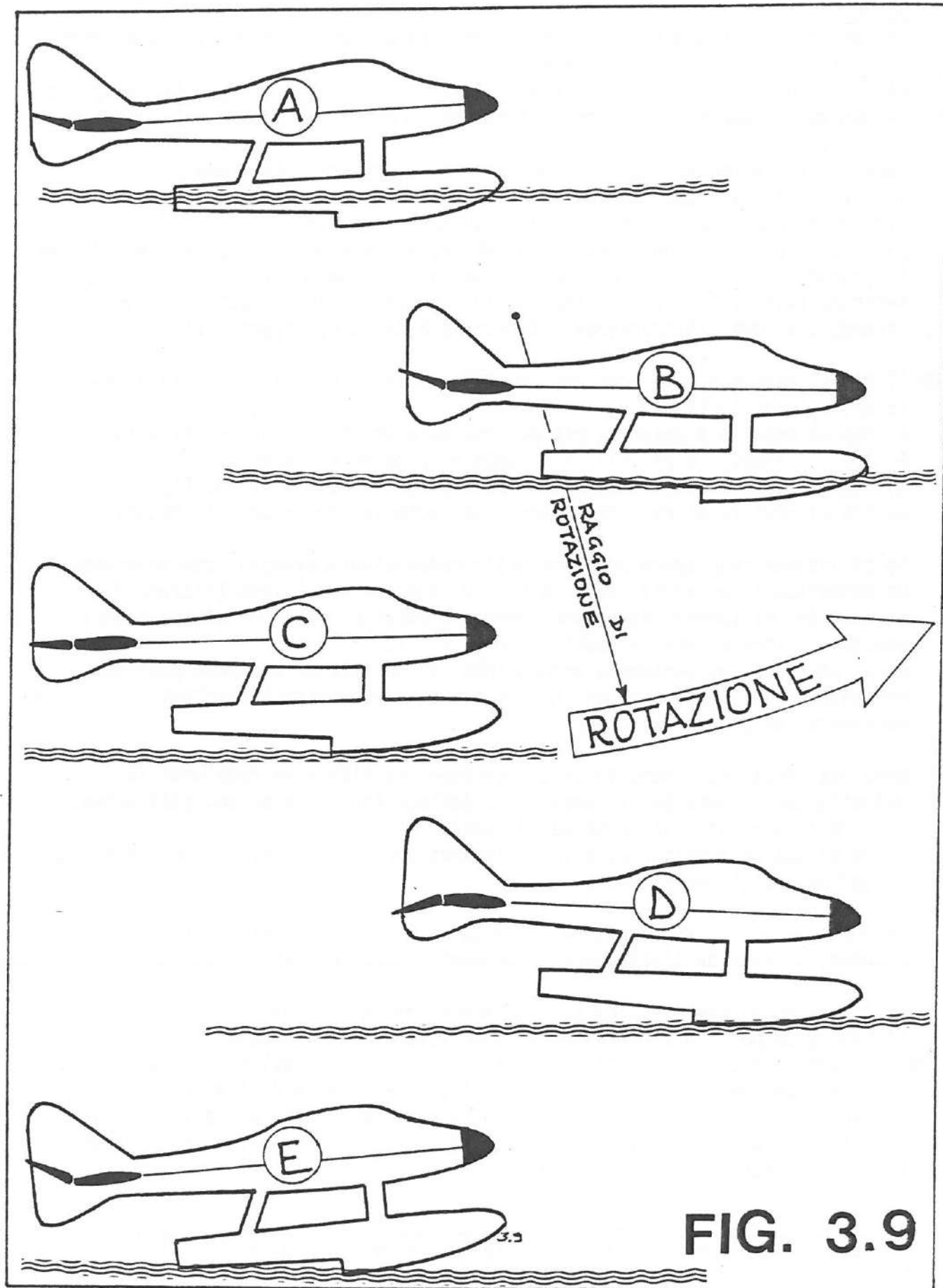


FIG. 3.9

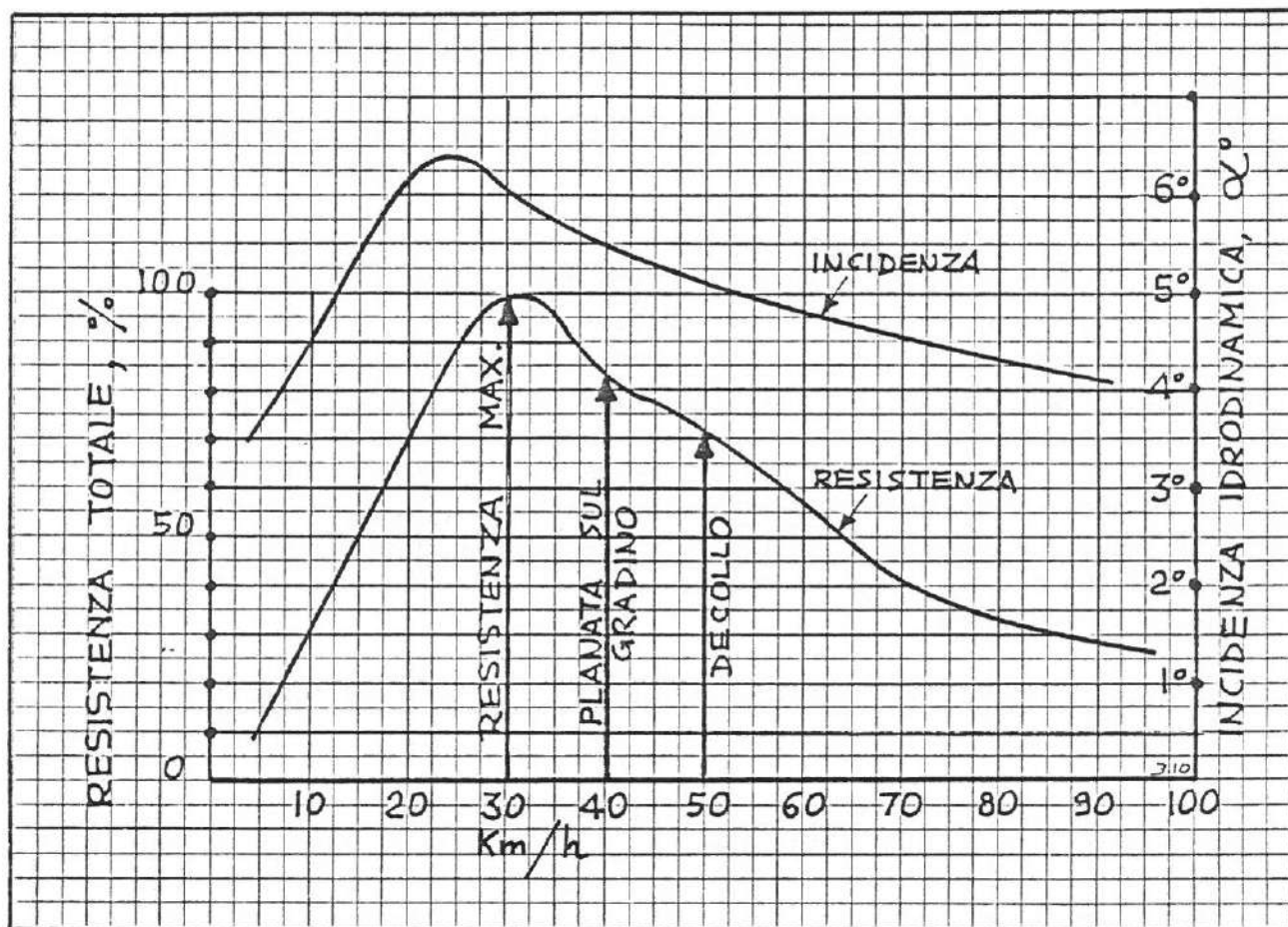


FIG. 3.10

E' quindi di primaria importanza che profili ed incidenze siano scelti accuratamente, onde evitare che il decollo (a causa della spinta idrodinamica) avvenga prima che sia raggiunta la velocità di sostentamento aerodinamico.

In tal caso l'idrovolante s'invola dall'acqua, ma vi ricade subito, eseguendo una serie di saltelli, movendosi come un delfino; questa involontaria manovra si chiama appunto "delfinaggio" ("Porpoising" per gli anglosassoni).

Questo inconveniente può anche essere causato dal fatto che, durante la corsa al decollo, l'idro non riesce a mantenersi entro i limiti di incidenza idrodinamica accettabili.

Visto che non è agevole modificare la parte aerodinamica dell'idrovolante, una volta che lo si è costruito, è buona norma realizzare il sistema dei galleggianti con una certa possibilità di regolazione, in modo che l'incidenza del piatto di chiglia (Verrà definito più avanti), rispetto a quella dell'ala, nonché la posizione del gradino rispetto alla verticale baricentrica, possano essere agevolmente modificati.

L'angolo di decollo è tipico per ogni idrovolante ; comunemente l'angolo di planata oscilla da 3° a 7° circa.

Se l'ala è calettata a 3° rispetto al piatto di chiglia, quando il galleggiante si trova nella posizione B, l'incidenza alare risulta di circa 10° ($7^\circ + 3^\circ$), ancora lontana da quella critica dello stallo (circa 15° , secondo il profilo, la forma dell'ala, ecc.).

In D ed in E (FIG. 3.9) sono indicate due posizioni "sul gradino", che possono essere foriere di guai : nel primo caso la poppa del galleggiante è troppo alzata, e l'idrovolante non riesce a decollare.

Nel secondo caso, la poppa è troppo immersa, ed il decollo è impossibile. Entrambi gli inconvenienti si eliminano agendo sull'elevatore.

Analogamente a quanto avviene con gli aeroplani, al momento del decollo l'idrovolante esegue una rotazione verso l'alto (FIG. 3.9 - C).

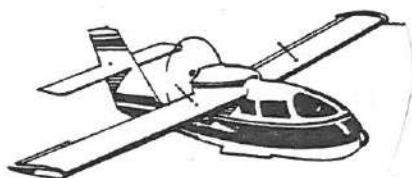
Più il modello è pesante (a parità di tutte le altre condizioni), più il decollo è lungo (come tempo e come distanza). Parimenti ampio risulta l'angolo di rotazione.

In effetti, il raggio di rotazione condiziona l'angolo di fondo, β° , dei galleggianti, come si vedrà più avanti.

Non essendoci passeggeri a bordo degli idromodelli, questi possono sopportare accelerazioni in decollo assai elevate, a differenza di quanto avviene sugli idrovolanti "full size", nei quali raramente si supera il valore $G/3$.

★ L'accelerazione al decollo non è altro che il rapporto tra la spinta fornita dall'elica, ed il peso dell'idro.

Poco si sa sulle spinte prodotte dai motori aeromodellistici, in quanto i produttori sono molto parchi nel fornire indicazioni sulla potenza.



AMMARAGGIO

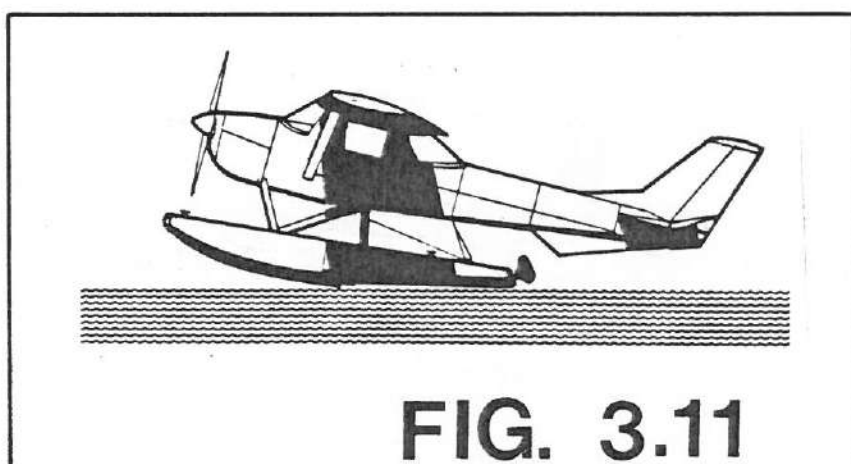
Analogamente agli aeromodelli terrestri, gli idrovolanti radioguidati ammarano sia a motore spento, sia a motore acceso (specialmente se non si dispone di una barca per il recupero), sempre contro vento, onde avere manovrabilità positiva anche a bassissima velocità.

In ogni caso è preferibile che l'ammarraggio avvenga alla velocità più ridotta possibile : quindi se ci sono dispositivi di ipersostentazione, devono essere impiegati, in modo da ottenere un assetto cabrato, come quello necessario per il flottaggio in planata (sul gradino).

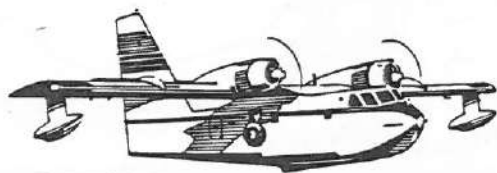
Idealmente i galleggianti devono toccare l'acqua con tutta la parte posteriore, dal gradino a poppa (FIG. 3.11).

Avvenuto il contatto con l'acqua, l'elevatore viene riportato gradualmente in posizione neutra, in modo da smaltire gradualmente tutta la velocità d'impatto.

- ★ La naturale tendenza dell'idrovolante a cappottare in ammaraggio è tanto più forte, quanto più elevata è la velocità di contatto con l'acqua.

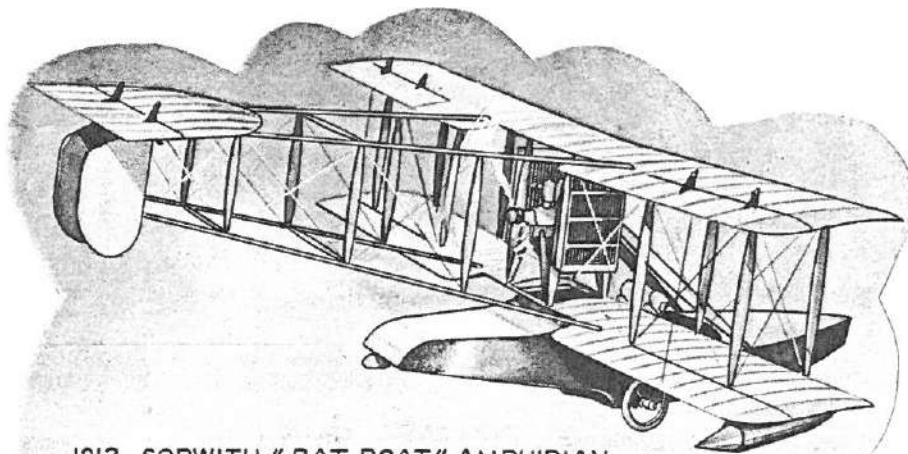


- Una volta posatosi sull'acqua, l'idrovolante passa attraverso tutte le fasi del decollo, ovviamente in senso inverso, sino all'arresto o al flottaggio a basso regime del motore.



4

STABILITA' DIREZIONALE



1912 SOPWITH "BAT BOAT" AMPHIBIAN
90 H. P. LIQUID COOLED, 6-IN-LINE AUSTRO-DAIM-
LER ENGINE FULLY RETRACTABLE LANDING GEAR

SIMBOLI E DEFINIZIONI

CSL	=	centro di superficie laterale
CG	=	centro di gravità
Rvd	=	indice di stabilità direzionale
Sv	=	superficie impennaggio verticale, m ²
lv	=	braccio di leva baricentrico di Sv, m
lf	=	lunghezza f.t. della fusoliera, m
lg	=	lunghezza galleggianti, m

Gli idromodelli radioguidati, particolarmente quelli realizzati sostituendo il carrello con galleggianti, presentano, a volte, problemi di stabilità direzionale in volo.

Ciò è dovuto alla superficie laterale dei galleggianti, che sposta in avanti, verso il baricentro, il centro di superficie laterale complessivo, CSL. Specialmente a basse velocità, e con potenza limitata, è auspicabile che il CSL si venga a trovare press'a poco all'altezza del baricentro, CG, e poco dietro ad esso (alcuni centimetri).

Se una raffica, oppure una manovra male eseguita, fa ruotare l'idrovolante attorno al suo asse verticale z-z (imbardata), il ritorno alla direzione originale è rapido se la superficie laterale complessiva, dietro al baricentro, è maggiore di quella anteriore ad esso.

E' il principio della banderuola segnamento, ben noto a chi ha approfondito lo studio della stabilità direzionale (Rif.9).

Il problema della stabilità direzionale era particolarmente sentito negli idrocorsa della famosa Coppa Schneider, a causa dei grandi galleggianti di cui erano forniti.

Una semplice verifica della stabilità direzionale si può fare determinando l'indice Rvd, dovuto all'ing. Ermanno Bazzocchi (Rif.17); tale indice, in qualche modo paragonabile al rapporto volumetrico di coda, tiene conto anche della lunghezza della fusoliera, e di quella dei galleggianti :

$$Rvd = \frac{S_v \cdot l_v}{l_f^3 + 2 l_g^3} \quad (4.1) *$$

dove

S_v = superficie della deriva, m^2
 l_v = braccio di leva della deriva, m
 (dal centroide di figura al baricentro CG)
 l_f = lunghezza totale della fusoliera, m
 l_g = lunghezza galleggianti, m

Si veda la FIG. 4.1 ; tale indice è stato usato con successo dall'ing. Bazzocchi, per il confronto ed il dimensionamento preliminare del timone verticale di aeroplani della stessa categoria.

A titolo di esempio, riportiamo i valori di Rvd di alcuni idrocorsa della Coppa Schneider :

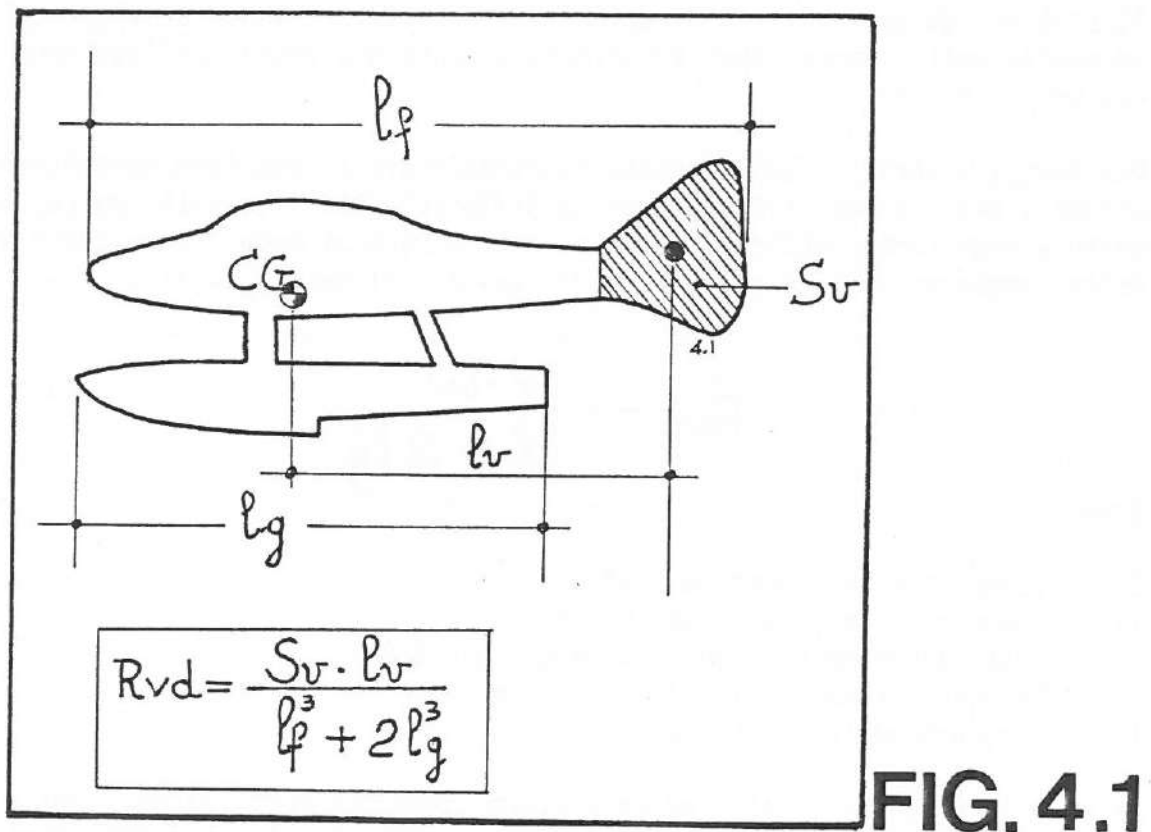
Macchi M.33	0.0200	Supermarine S-5	0.1000
Macchi M.52	0.0140	Curtiss R3C2	0.0090
Macchi M.39	0.0100	SIAI Marchetti S.65	0.0090
Gloster 6-B	0.0110	Supermarine S- 6B	0.0075
Macchi M.67	0.0105		
Macchi MC.72	0.0106		

Negli idromodelli esaminati (ivi comprese alcune riproduzioni in scala), si sono riscontrati valori di R_{vd} oscillanti tra 0.08 e 0.18.

In aggiunta al predetto indice di stabilità direzionale R_{vd} , il criterio del corretto posizionamento del CSL è più che adeguato per applicazioni aeromodellistiche.

Per aumentare la superficie laterale dietro al baricentro, si può ricorrere a sistemi molto semplici, assai comune negli idrovolanti "full size":

- Installazione di una pinna ventrale, in fondo alla fusoliera, sotto al direzionale (FIG. 4.2 - A);
- Installazione di due piccole derive ausiliarie, alle estremità dello stabilizzatore orizzontale (FIG. 4.2 - B);
- Installazione di piccole derive ausiliarie sullo stabilizzatore



orizzontale, al termine della parte mobile (timone di profondità); Queste derive, di consueto, hanno forma appuntita: sono perciò chiamate "pinne di squalo", ed a volte sporgono anche nella parte inferiore (FIG. 4.2 - C).

La stabilità direzionale in acqua, cioè durante il flottaggio, predecollo ed ammaraggio, manovre che si eseguono tutte a velocità inferiori a quella di volo, dipende essenzialmente dalla forma dello scafo, come la manovrabilità, che è assicurata essenzialmente dal timone marino; l'efficacia del direzionale aereo, a basse velocità, è molto limitata, specialmente con galleggianti ad elevata stabilità direzionale.

Sono muniti di pinna ventrale in coda i seguenti aeroplani convertiti in idrovolanti mediante l'aggiunta di due scarponi :

MAULE: M-5, M -6
M - 7 Super STOL Rocket

CESSNA:
206, Turbo 206, 150,
180 Skywagon,
Stationair

PIPER:
PA 22

De Havilland:
DHC-2 Beaver

Sono invece muniti di doppia pinna sullo stabilizzatore orizzontale i modelli CHAMPION 7ECA, 7GGBC, Citabria e 2GCBC Scout.

Le "pinne di squalo", invece si riscontrano in una moltitudine di idrovolanti convertiti da una moltitudine di tipi più assortiti.

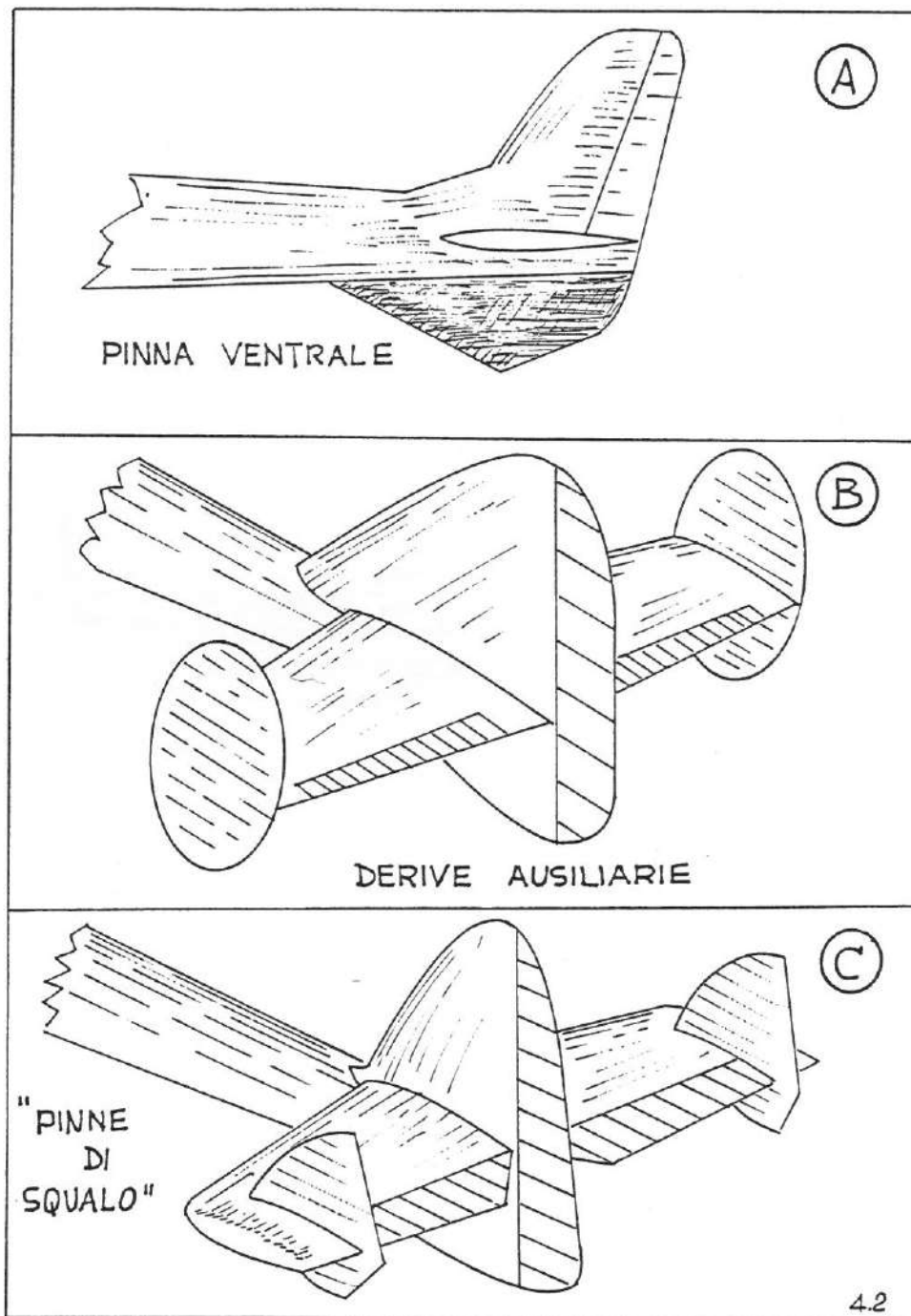
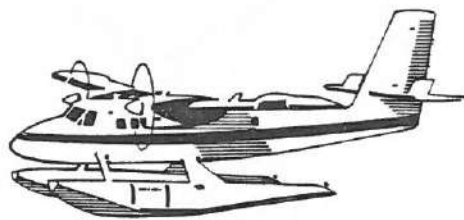
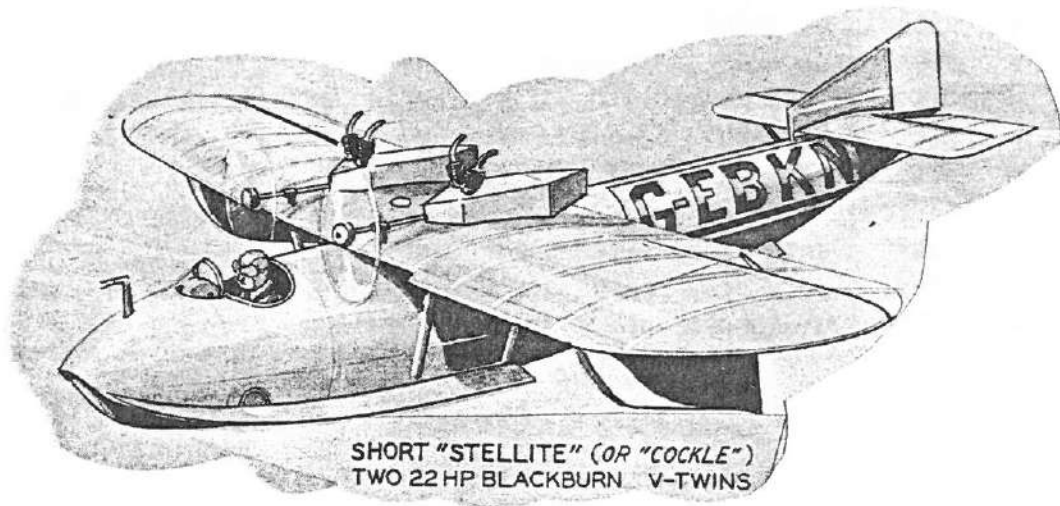


FIG. 4.2



5

IDROVOLANTI: GALLEGGIANTI



SHORT "STELLITE" (OR "COCKLE")
TWO 22 HP BLACKBURN V-TWINS

SIMBOLI E DEFINIZIONI

CA	=	carico aggiuntivo dovuto a coppia dell'elica, Kg
ME	=	momento dovuto alla coppia dell'elica, Kg.m
d	=	distanza tra i galleggianti, m
Q	=	peso totale, Kg
Ht	=	altezza metacentrica, m
W	=	larghezza massima galleggiante, m
L	=	lunghezza galleggiante (FIG. 5.3)
L	=	lunghezza opera viva del galleggiante (FIG. 5.9)
SI	=	spinta idrostatica, Kg
Vt	=	volume totale galleggianti, dm ³
F	=	volume galleggiantino anteriore, dm ³
T	=	volume galleggiantino posteriore, dm ³
L	=	distanza tra F e T, dm (FIG. 5.4)
A	=	braccio di leva anteriore, dm (FIG. 5.4)
B	=	braccio di leva posteriore, dm (FIG. 5.4)
CSI	=	centro di spinta idrostatica
Hc	=	altezza di chiglia al gradino
Hs	=	altezza di spigolo al gradino
g	=	altezza del gradino
P	=	piatto di chiglia
n	=	distanza tra gradino e verticale baricentrica
α°	=	(alpha) incidenza anteriore, °
β°	=	(beta) incidenza posteriore, °
W'	=	larghezza poppa
H'c	=	altezza di poppa
X	=	spostamento baricentrico, m
D	=	distanza tra mezzeria e galleggiantino stabilizzatore, m
K	=	fattore di maggiorazione
Hg	=	altezza baricentrica al flottaggio, m
CG	=	baricentro
CD	=	coefficiente di resistenza aerodinamica
CL	=	coefficiente di portanza aerodinamica
m	=	fattore di correzione

Da quanto si è visto nel Capitolo 1 - IDROSTATICA, la parte immersa dei galleggianti (o del galleggiante unico centrale), in condizioni di riposo, deve sostenere il peso del sistema completo (aeromodello più galleggianti). In altre parole, il peso dell'acqua spostata dai galleggianti (in litri), uguaglia il peso (in chilogrammi) dell'idromodello completo. (1 litro d'acqua = 1 chilogrammo di peso).

ESEMPIO

Se l'idrovolante pesa 2 Kg , la parte immersa dei galleggianti deve essere uguale a 2 litri (cioè a 2 dm³), e la spinta idrostatica equivale a 2 Kg. In tali condizioni il modello non affonda.

Se il volume dei galleggianti (in litri) fosse esattamente uguale al peso del modello (in chilogrammi), i galleggianti sarebbero completamente sommersi, ed il decollo impossibile, a causa delle onde di spostamento. Si ricordi quanto detto a proposito del numero di Froude.

In condizioni di riposo, il pescaggio dei galleggianti deve risultare il minimo possibile: normalmente, nei modelli volanti, il loro volume (in litri) oscilla da 1.8 a 2.5 (circa) il peso, in chilogrammi, del modello.

Per gli idrovolanti "full size", la Federal Aviation Authority americana prescrive una riserva di dislocamento (= volume = "galleggiabilità") di almeno l'80%.

In altre parole ciò significa che, se un idrovolante pesa - ad esempio - 1000 chilogrammi, il volume complessivo dei galleggianti deve essere di almeno 1800 litri.

ESEMPIO

Tipicamente, due (buoni) galleggianti paralleli, per convertire in idro un aeromodello terrestre, ne aumentano il peso di circa il 12%.

Avendo deciso di avere una riserva di dislocamento dell'80%, quale deve essere il volume di ciascun galleggiante ?

$$2 + \left(\frac{2 \cdot 1.12}{100} \right) = 2.24 \text{ Kg}$$

$$2.24 \cdot 1.8 = 4.03 \text{ l}$$

$$4.03 : 2 = 2.015 \text{ l } (= \sim 2 \text{ dm}^3)$$

Ogni galleggiante deve avere un volume di 2 dm³

Oltre alle considerazioni sopraesposte, nel dimensionare i galleggianti, occorre tenere presente la reazione alla coppia dell'elica, che equivale ad un carico aggiuntivo su uno dei due galleggianti.

In altri termini, se l'elica gira verso destra (destrorsa), il modello tende a ruotare in senso opposto : dal punto di vista pratico, ciò si traduce in un carico aggiuntivo sul galleggiante sinistro.

L'entità numerica di questo carico aggiuntivo, non è di facile determinazione

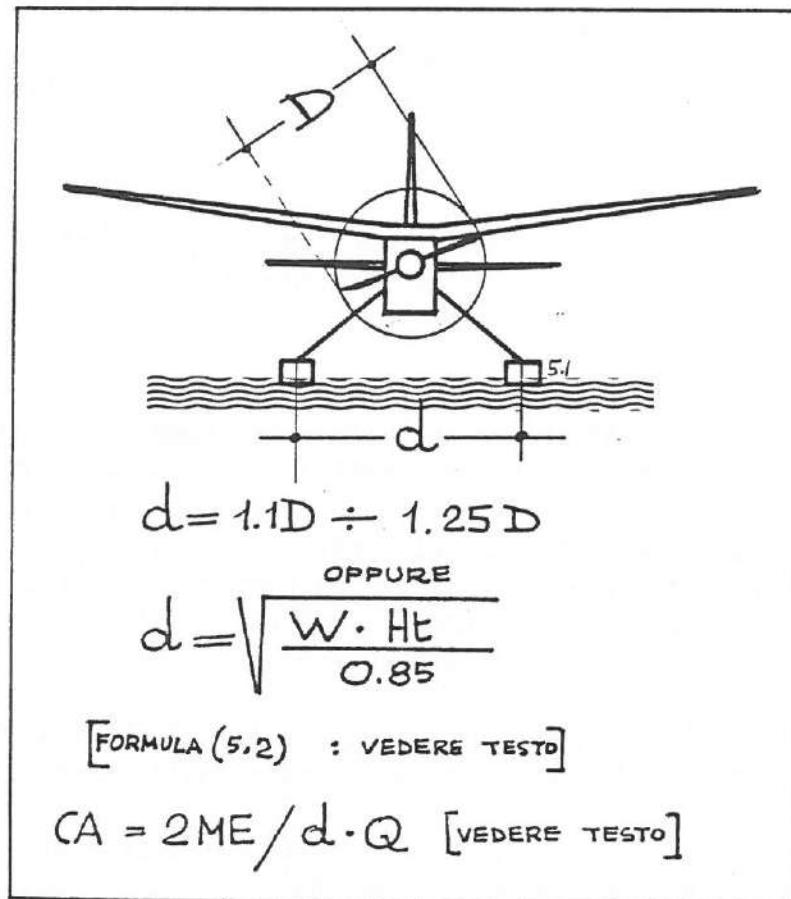


FIG. 5.1

nei modelli volanti, visto che - in genere - poco si sa sui motori e sulle eliche impiegate : concettualmente, esso è dato dalla relazione

$$CA = 2ME / d \cdot Q \quad (5.1) \quad *$$

dove

CA = carico aggiuntivo, Kg,
 ME = momento dovuto alla coppia dell'elica, Kg·m,
 d = distanza tra i galleggianti, m,
 Q = peso totale, Kg.

Per contrastare questo carico aggiuntivo ed asimmetrico, è abbastanza intuitivo ricorrere a due espedienti :

- ★ a) Aumentare la riserva di dislocamento degli scarponi. (Per gli idrocorsa della Coppa Schneider, tale riserva oscillava tra il 20% ed il 70%);
- ★ b) Aumentare la distanza, d, tra i galleggianti. Il limite a questo

provvedimento è costituito dalla necessaria stabilità direzionale in acqua, durante la corsa sul gradino, in fase accelerata, per il decollo. Probabilmente, la regola empirica più attendibile, a questo riguardo è quella che suggerisce di fare $\underline{d}$ poco superiore al diametro dell'elica (dal 10% al 25% circa). Vedere FIG. 5.1.

La relazione (5.1) ci suggerisce che la distanza, $\underline{d}$, va aumentata quando il decollo risulta difficoltoso o impossibile, nel caso di motorizzazione con forte coppia.

Se i galleggianti sono troppo spazati, la stabilità direzionale, durante il percorso in acqua diminuisce e l'idromodello vira da un lato.

Se i galleggianti sono troppo vicini, il modello può facilmente rovesciarsi di lato, in caso di raffica o di onde trasversali.

In teoria, la distanza ideale tra i galleggianti è data dalla relazione (cioè dalla formula 1.4 di pag.13) :

$$d = \sqrt{\frac{W \cdot Ht}{0.85}} \quad (5.2) *$$

dove

W = larghezza massima del galleggiante, m
Ht = altezza metacentrica, m.

Nella realtà, nessun aeromodellista si preoccupa di verificare la altezza metacentrica : normalmente non è necessario. A volte, però, il comportamento "strano" di qualche idromodello viene attribuito alle cause più strampalate, senza la preoccupazione di eseguire qualche semplice, elementare verifica.

La determinazione del volume di un qualsiasi galleggiante, si può fare mediante calcoli geometrici (semplicissimi, ma laboriosi), oppure immergendolo in un recipiente colmo d'acqua, tenendolo bloccato sul fondo mediante un peso (FIG. 5.2 - A).

Togliere quindi il galleggiante, e ripristinare il volume d'acqua, usando - per esempio - un cilindro graduato (FIG. 5.2 - B).

Il volume dell'acqua di ripristino è uguale al volume del galleggiante.

La norma FAA, che prevede una riserva di dislocamento dell'80%, bene si addice anche ai modelli volanti radioguidati, soprattutto quando si prevedono decollo ed ammaraggio in acqua dotate di notevole moto ondoso. Infatti, quando un galleggiante, già in fase di planata sul gradino, entra in un'onda, attraversandola, alla spinta idrodinamica si sostituisce - istantaneamente - una spinta idrostatica, che, come si è visto, è direttamente proporzionale al volume immerso.

Più il volume immerso è grande, maggiore è la spinta complessiva (idrostatica ed idrodinamica), che spinge il galleggiante fuori dall'acqua.

In prima approssimazione, il volume di un generico galleggiante, si può stimare, approssimativamente, col metodo seguente (FIG. 5.3) :

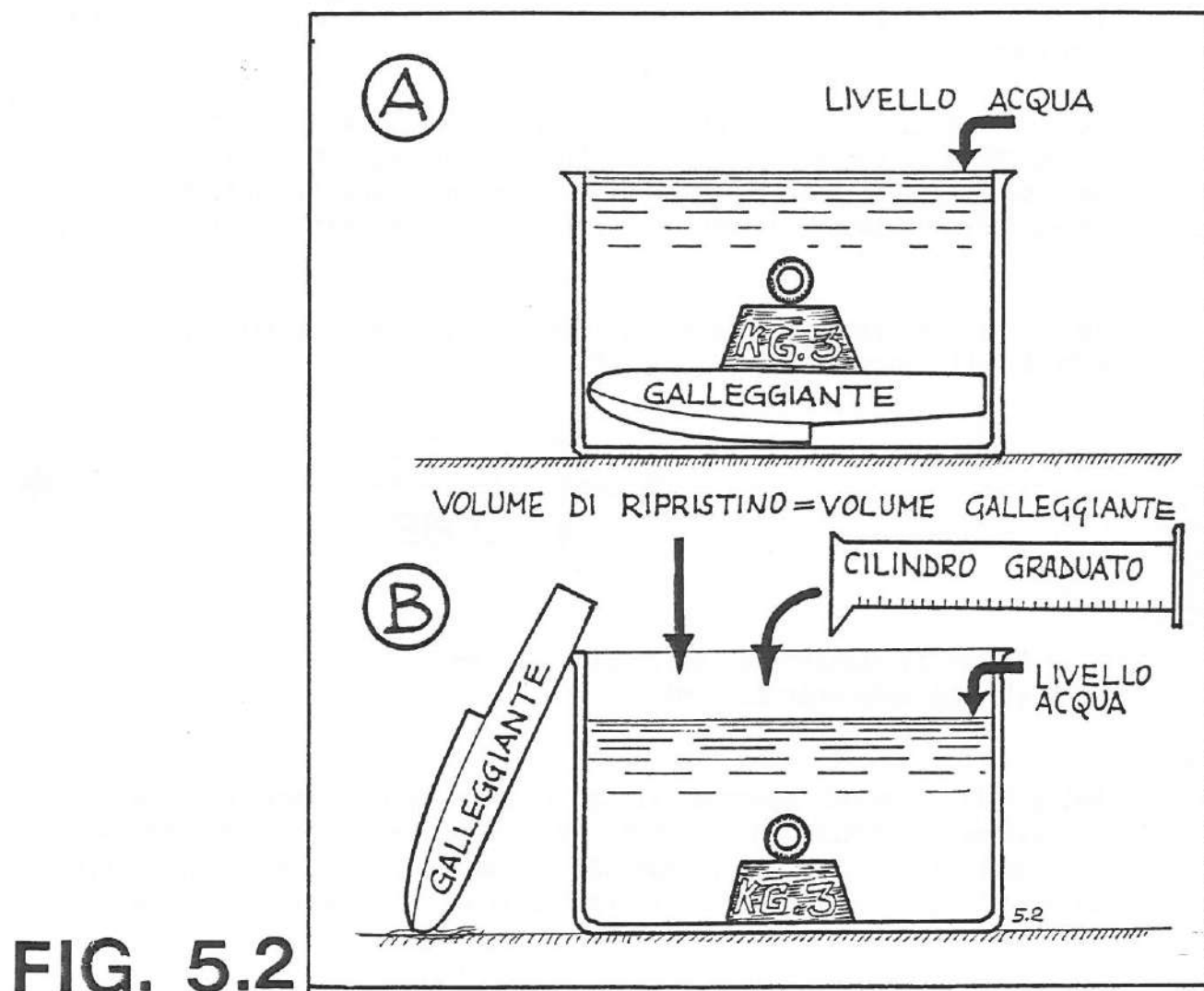


FIG. 5.2

- Tracciare almeno sei sezioni trasversali, preferibilmente equidistanti, partendo dalle viste in pianta e laterale, e misurarne l'area in cm^2 . l'operazione è agevolata se si usa carta quadrettata (lato da 1 cm).
- Riportare i valori così trovati su un diagramma ortogonale, avente per ascissa la lunghezza del galleggiante, L , (in cm), e per ordinate le sezioni trasversali, in cm^2 .
- Unire le estremità di ogni segmento verticale, che rappresenta l'area di ognuna delle sezioni tracciate.

La superficie (in cm^2) dell'area racchiusa tra l'asse orizzontale L e la spezzata così tracciata dà la misura (in cm^3) del volume approssimativo del galleggiante. In pratica, basta sommare tutti i quadratini e le loro frazioni.

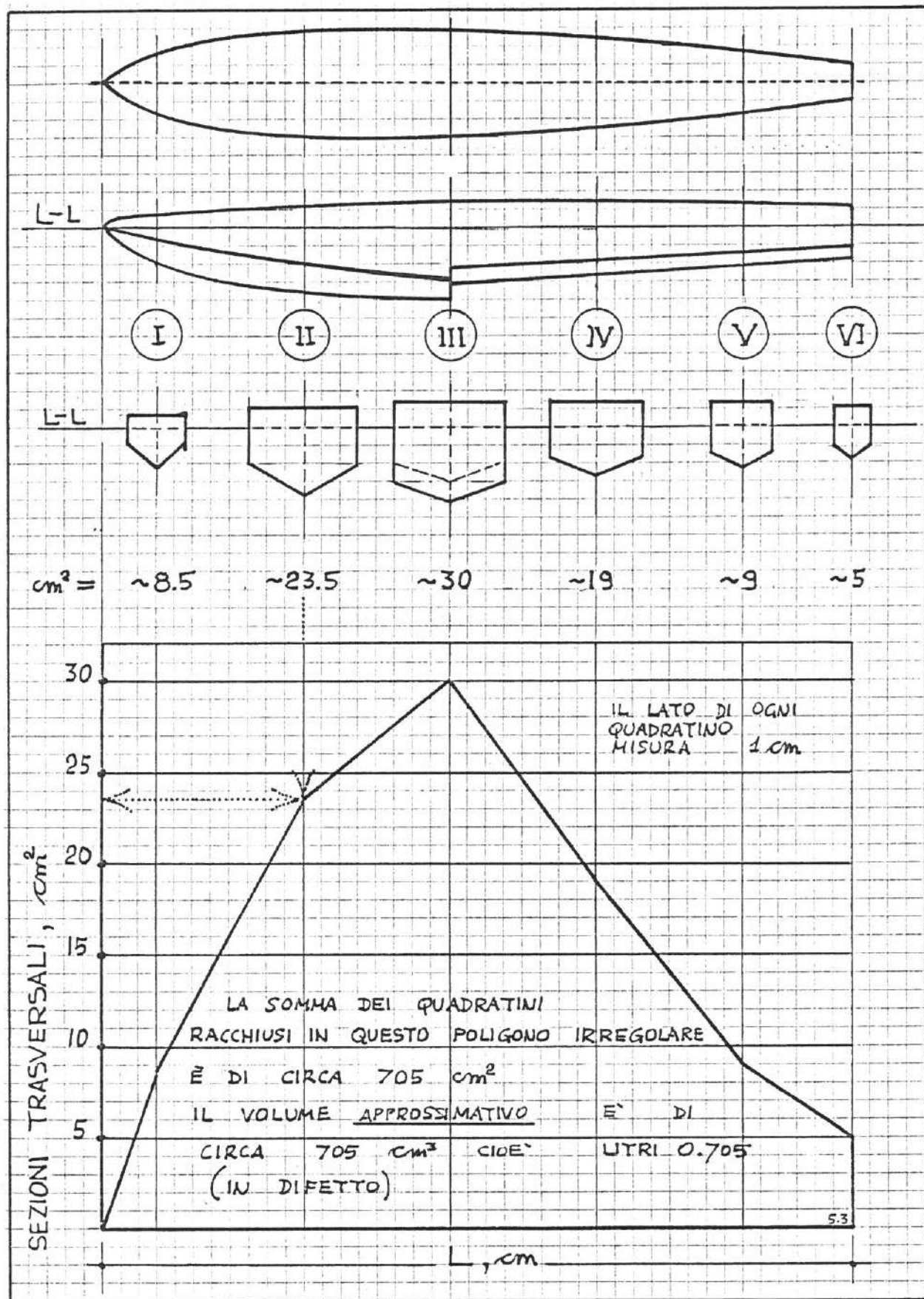


FIG. 5.3

La precisione che si ottiene, è più che sufficiente per applicazioni aeromodellistiche.

Nella pratica corrente, i sistemi galleggianti per idromodelli radioguidati si possono ricondurre a tre configurazioni tipiche. La prima, (FIG. 5.4), è del tutto analoga al carrello tradizionale con ruotino in coda (Tre punti). Anche i comportamenti sono simili : al decollo, l'aeroplano, dopo breve corsa, solleva prima il ruotino di coda, quindi corre un po' sulle due ruote anteriori, prima di staccarsi dal suolo. Nell'idrovolante, prima si stacca dall'acqua il galleggiantino di coda, e quindi, dopo breve corsa sui due scarponcini anteriori, avviene l'involò.

Questa configurazione, tuttora impiegata nei modelli per volo libero (sia a motore, che ad elastico), era usata, ai primordi della aviazione, quando le potenze installate erano modeste, ed i carichi alari assai ridotti.

Nel caso di modelli per volo libero, tuttavia, va notato che raramente il decollo avviene esattamente nel modo sopra detto : quasi sempre il modello schizza via istantaneamente dall'acqua, senza alcuna corsa. Ciò si verifica, soprattutto nei modelli ad elastico, a causa dell'enorme spunto iniziale della matassa di gomma. In pratica, con il sistema galleggiante sopradescritto, si realizza - nei modelli per volo libero, il decollo a tre punti, (il TPTO degli anglosassoni, "Three Points Take Off").

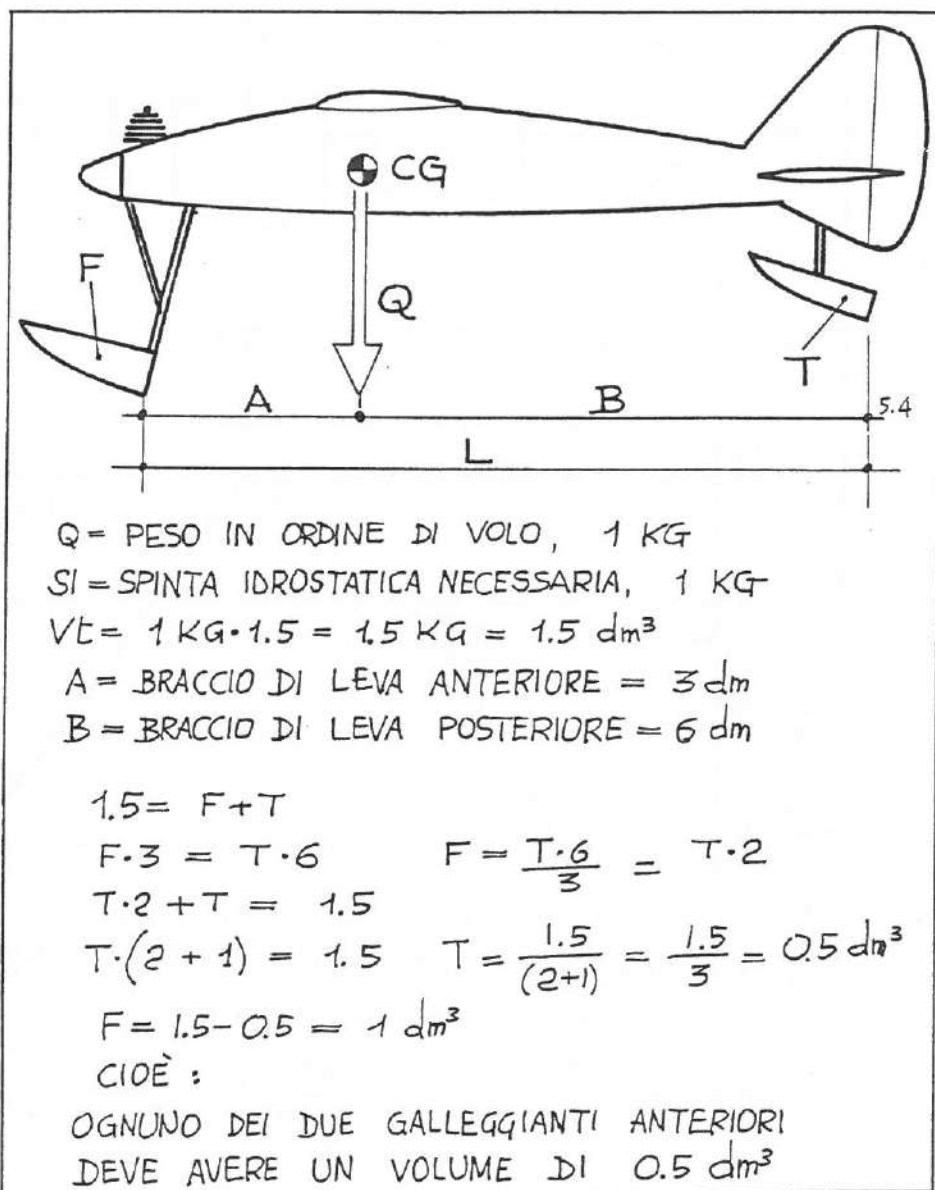


FIG. 5.4

La configurazione a due scarponi paralleli, ed a scafo unico centrale, sono quelle maggiormente usate, sia per gli idrovolanti "full size", sia per quelli radioguidati.

A favore della configurazione a due galleggianti paralleli sta una maggiore flessibilità : infatti la loro spaziatura, la loro incidenza idrodinamica, e la loro posizione rispetto al baricentro, si possono variare anche a costruzione ultimata (ovviamente prevedendo questa possibilità in fase di progetto).

La loro stabilità longitudinale risulta in genere adeguata, se si ha la avvertenza di dimensionarli accortamente; cioè tanto più lunghi quanto più lunga è prevista la corsa al decollo, a causa del peso e/o della scarsa potenza installata.

Se si vuole definire accuratamente la configurazione dei galleggianti, occorre considerare le caratteristiche da ottenere, e precisamente :

a) Adeguata "galleggiabilità" e stabilità statica. Non solo il sistema di galleggianti deve sopportare adeguatamente l'idrovolante completo, ma deve anche assicurarne la stabilità in acqua. A riposo, l'idromodello non deve inclinarsi da un lato, né situarsi in assetto troppo picchiato, né troppo cabrato. Nel primo caso, i galleggianti tendono ad immergersi, durante la primissima fase della corsa al decollo, con rischio di cappottatura; Nel secondo caso, la poppa dei galleggianti tende ad immergersi al decollo, rendendolo difficoltoso, se non impossibile in qualche caso.

★ Siccome l'involo è la manovra più difficile, vale anche per i modelli volanti la regola d'oro degli idrovolanti "full size" : quanto prima avviene il distacco dall'acqua, tanto meglio !

Non esistono prescrizioni ottimali circa la lunghezza del decollo ; semmai bisognerebbe parlare di tempi d'involo.

In genere, un buon idrovolante radioguidato si stacca dall'acqua dopo una corsa di poche metri (pari a circa 15 o 20 volte la propria lunghezza massima.

Se la corsa al decollo è superiore a ~30 volte la lunghezza dell'idrovolante, (ovviamente a parità di tutte le altre caratteristiche, peso, potenza installata, ecc.), l'idromodello - come tale - non è di grande pregio.

- b) Limitata resistenza aerodinamica (per la fase di volo) ed idrodinamica, per l'involo.
- c) Riduzione degli spruzzi, che sono micidiali se entrano nel disco della elica : sovente provocano lo spegnimento del motore.
- d) Stabilità idrodinamica, durante la corsa al decollo.
- e) Manovrabilità in acqua, durante le manovre in flottaggio.

Questi requisiti sono tutti in contrasto, uno con l'altro; come per tutte le realizzazioni aeromodellistiche (ed aeronautiche), occorre cercare il miglior compromesso, in funzione dell'idromodello che si vuole ottenere (da durata, da velocità, da semplice divertimento, ecc.).

Ad esempio, galleggianti voluminosi assicurano ottima "galleggiabilità" (a), ma con maggior resistenza al decollo ed in volo.

Quando possibile, la scelta del sistema di galleggianti non deve prescindere dalle caratteristiche dello specchio d'acqua sul quale l'idro dovrà operare. Con un idromodello leggero (carico alare non superiore a 30 g/dm^2 e specchio d'acqua calmo (stagni, laghetti, fiumi, invasi idroelettrici, ecc.) si può adottare la soluzione a tre galleggianti (FIG. 5.4). La loro sezione si fa, di solito, rettangolare, con fondo piatto raccordato al dorso con una curva avviata (nella vista laterale). In pianta hanno sezione rettangolare. E' inutile complicare le cose con un gradino, che viene sostituito dalla netta troncatura in poppa. Più gli spigoli sono vivi, più questi piccoli galleggianti sono efficaci.

I due galleggiantini anteriori sono situati molto avanti, con la poppa poco dietro il disco dell'elica; hanno solitamente forte incidenza idrodinamica, da 3° a 7° . La loro spaziatura è all'incirca uguale al diametro dell'elica. Il galleggiantino di coda ha una incidenza maggiore (circa doppia di quella dei due scarponcini anteriori); oscilla da 8° a 15° .

Il volume complessivo dei tre galleggianti è - per consuetudine - pari a circa $1,5 \div 1,8$ il peso complessivo dell'idromodello.

In altre parole, se l'idromodello pesa 1 Kg, il dislocamento (= volume) dei galleggianti deve essere compreso tra 1,5 ed 1,8 litri.

La FIG. 5.4 mostra il dimensionamento di un sistema a tre galleggianti per un idromodello pesante 1 Kg.

★ Come suddividere il volume totale tra i due scarponcini anteriori e quello di coda ?

Per ovvie ragioni di equilibrio, il momento dei due galleggiante anteriori, rispetto al baricentro, deve uguagliare l'analogo momento di quello di coda, cioè

$$F \cdot A = T \cdot B \quad (5.3)$$

dove

F = volume complessivo galleggianti anteriori, cm^3

A = braccio di leva anteriore, cm

T = volume galleggiante di coda, cm^3

B = braccio di leva posteriore, cm

I bracci di leva, A e B, cioè le distanze dei galleggianti dal baricentro, sono note, per cui si può ricavare F dalla (5.3), cioè

$$F = T \cdot B / A \quad (5.4)$$

Sappiamo inoltre che la cubatura totale del sistema galleggianti, V_t , è la somma di F e di T , cioè

$$V_t = F + T \quad (5.5.)$$

Inseriamo in quest'ultima relazione il valore F determinato con la (5.4), ottenendo

$$T \cdot B/A + T = V_t \quad (5.6)$$

il che equivale a

$$T \cdot (B/A + 1) = V_t \quad (5.7)$$

In definitiva

$$T = V_t / (B/A + 1) \quad (5.8)$$

Basta sottrarre il volume T , così determinato, dal volume totale V_t , per ottenere la cubatura dei due galleggianti anteriori, cioè

$$F = V_t - T \quad (5.9)$$

Per idromodelli con peso "normale" (cioè con un carico alare compreso tra 40 e 60 g/dm²) la soluzione a due galleggianti paralleli è di gran lunga la più comune, in quanto assai facile da realizzare, e molto flessibile.

Si è visto, a proposito del decollo, che al momento dell'involò, il peso complessivo del modello grava tutto sul gradino : la spinta dell'acqua, ormai interamente idrodinamica, è applicata su una sottilissima striscia trasversale di ciascun galleggiante.

Ricordiamo ora quanto avviene in un'ala, durante la traslazione orizzontale a velocità costante : su ogni centina, o, meglio su ognuno degli infiniti segmenti d'ala si sviluppa una piccola porzione di portanza.

In ogni segmento, questa portanza è applicata in un punto detto centro di pressione ; unendo tutti i centri di pressione, si ottiene una linea, detta appunto linea di pressione.

Per esempio, se il modello pesa 2 chilogrammi, ed ha apertura alare di 2 metri, possiamo dire che sulla sua linea di pressione grava un carico di 1 Kg/ metro lineare.

All'involò, tutto il peso del modello grava su quella sottilissima striscia di galleggiante, che abbiamo sopra citato, Si può quindi definire una analoga

linea di pressione, che attraversa i galleggianti (o lo scafo unico centrale) per tutta la larghezza : viene così definito il carico al galleggiante.

Se ognuno dei due galleggianti è largo 10 cm, nell'esempio di cui sopra si ha un carico al galleggiante pari a $2:0,2 = 10$ Kg/ metro lineare.

- ★ Il carico al galleggiante, a parità di tutte le altre condizioni, è uno dei criteri più validi per stabilire le doti di decollo di un idrovolante: più il carico è basso, tanto più agevole è il decollo.

L'osservazione di parecchi idromodelli radioguidati ha rilevato che il carico al galleggiante, in funzione del carico alare, ha l'andamento tipico

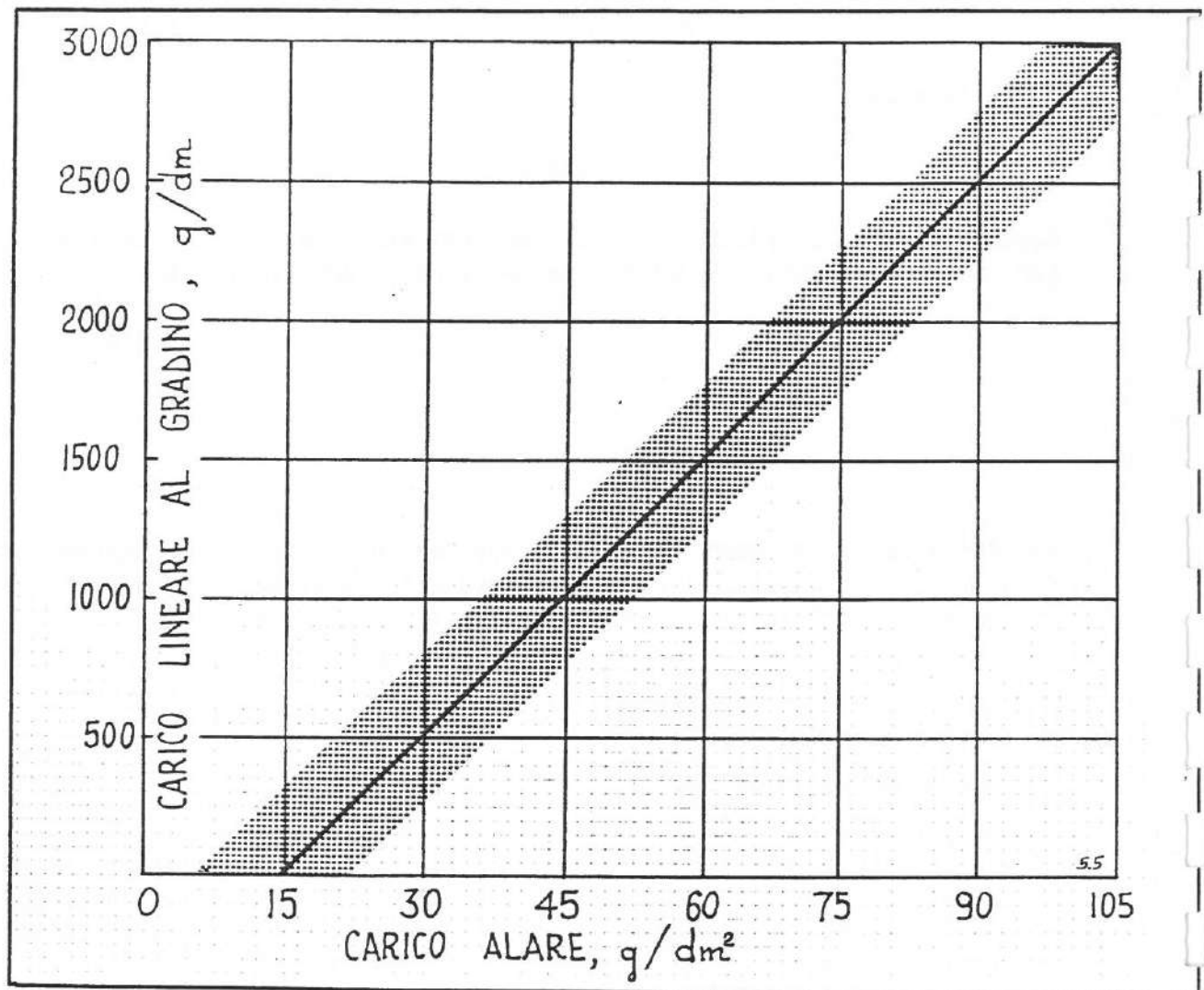
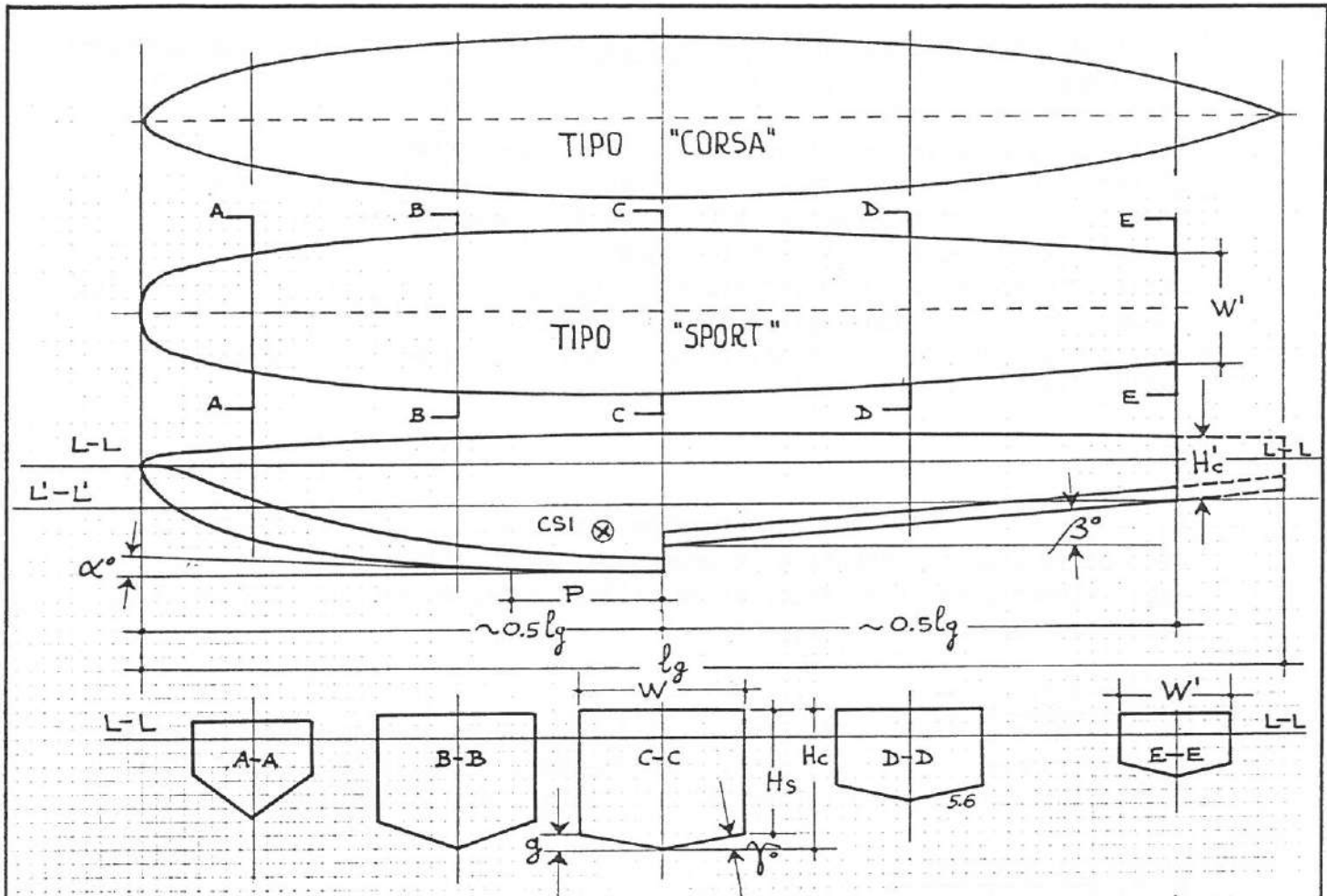


FIG. 5.5

della FIG. 5.5.

Se il carico al galleggiante è troppo elevato, ciò significa che gli scarponi sono troppo stretti : gli spruzzi d'acqua, specie a bassa velocità, sono troppo intensi, possono danneggiare l'elica e/o spegnere il motore. Il decollo risulterebbe oltremodo lungo.



V_t = VOLUME TOTALE, LITRI
 CSI = CENTRO DI SPINTA IDROSTATICA
 L-L = RETTA DI RIFERIMENTO, PARALLELA A L'-L'
 L'-L' = SUPERFICIE ACQUA, A RIPOSO
 * W = LARGHEZZA MASSIMA AL GRADINO
 H_c = ALTEZZA DI CHIGLIA AL GRADINO
 H_s = ALTEZZA DI SPIGOLO AL GRADINO
 g = ALTEZZA DEL GRADINO
 P = PIATTO DI CHIGLIA
 n = DISTANZA TRA GRADINO E VERTICALE BARICENTRICA
 α° = INCIDENZA ANTERIORE
 β° = INCIDENZA POSTERIORE
 γ° = ANGOLO DI CHIGLIA (DIEDRO)
 W' = LARGHEZZA A POPPA
 H_c' = ALTEZZA DI POPPA

V_t = DIPENDE DALLA RISERVA DI GALLEGGIABILITA' [VOLUME]

$W = 0.12 \div 0.16 l_g$
 $H_c = 0.09 \div 0.16 l_g$
 H_s = DIPENDE DAL DIEDRO, γ°
 $g = 0.08 \div 0.12 W$
 $P = 0.17 \div 0.10 l_g$
 n = VEDERE TESTO
 $\alpha^\circ = 0^\circ \div 2^\circ$
 $\beta^\circ = 7^\circ \div 12^\circ$
 $\gamma^\circ = 10^\circ \div 35^\circ$
 $W' = 0 \div 0.8 W$
 H_c' = DIPENDE DA β°

* W SI PUO' DETERMINARE ANCHE CON LA RELAZIONE EMPIRICA $W = 0.065 \sqrt[3]{V_t}$

ALCUNE SEZIONI TRASVERSALI TIPICHE SONO INDICATE IN FIG. 5.8

FIG. 5.6

Se il carico al galleggiante è troppo basso, ciò significa che i galleggianti sono troppo larghi : c'è il rischio che l'idrovolante si trovi sul gradino ("in redan", come qualcuno ama dire, in gergo) prima di aver raggiunto la velocità necessaria per il decollo. Una piccola increspatura potrebbe provocare il distacco dall'acqua; ma il modello vi ritornerebbe subito, non essendoci ancora sufficiente sostentamento aerodinamico.

Il pericolo di stallo è sempre in agguato.

Gravi problemi al decollo (ed all'amaraggio) sono probabili se ci si scosta troppo dalla zona punteggiata della FIG. 5.5.

★ Questo è uno dei punti essenziali da verificare, quando si disegnano galleggianti.

La FIG. 5.6 mostra forma e proporzioni tipiche di un buon galleggiante, secondo la prassi corrente e le esperienze della NACA.

Sugli elementi caratteristici di un galleggiante, si possono riassumere alcune considerazioni fondamentali :

VOLUME TOTALE, V_t

Si determina secondo la riserva di dislocamento (= galleggiabilità) che si vuole ottenere, quando sia noto, anche mediante stima grossolana, il peso totale dell'idromodello in ordine di volo (galleggianti compresi).

LUNGHEZZA MASSIMA, l_g

E' buona regola che i galleggianti sopravanzino (anche di poco) il disco dell'elica.

La lunghezza totale, l_g , è circa il doppio della distanza tra la prua ed il gradino. Non esiste, al riguardo, alcuna formuletta magica, bensì la esigenza che il volume della parte posteriore (dietro al gradino) sia, press'a poco uguale (o appena appena inferiore) a quello anteriore. Così facendo, a riposo il galleggiante assume un assetto leggermente cabrato, indispensabile per un agevole decollo.

In prima approssimazione, la lunghezza massima dei due galleggianti, nonché la loro larghezza al gradino, si possono stabilire mediante il grafico di FIG. 5.7, in funzione del peso complessivo in ordine di volo.

VISTA LATERALE

Immediatamente davanti al gradino, la sezione del galleggiante è costante per un breve tratto ; la parte di chiglia compresa - all'incirca - tra le sezioni B-B e C-C della FIG. 5.6 è rettilinea e parallela alla linea di livello L-L. Quest'ultima, a sua volta è parallela al livello dell'acqua (galleggiante isolato).

Normalmente tale tratto di chiglia, chiamato appunto piatto (o piano) di chiglia, equivale a circa 1/10 della lunghezza totale, l_g .

Esaminando accuratamente i cataloghi delle principali case specializzate in galleggianti (EDO, Wipaire, Capre, Canadian Aircraft Products), si nota che i valori degli angoli α° (incidenza anteriore) e β° (incidenza posteriore) oscillano entro una ristretta gamma di valori, e precisamente :

$$\alpha^{\circ} = 0^{\circ} \div 2^{\circ}$$

$$\beta^{\circ} = 7^{\circ} \div 10^{\circ}$$

L'angolo β° , come si è visto dipende essenzialmente dal raggio di rotazione al decollo: raggio di rotazione corto (cioè decollo molto cabrato) richiede un angolo β° relativamente elevato (e viceversa).

A completamento di queste note sulla vista laterale, va ricordato che, le incidenze sono, di regola, riferite al sopracitato piatto di chiglia.

DUE GALLEGGIANTI PARALLELI

L = LUNGHEZZA GALLEGGIANTE, cm.
W = LARGHEZZA MASSIMA, cm.

Rispetto all'aria, alla quale siamo abituati trattando di problemi aeromodellistici, l'acqua è circa 800 volte più densa,

ed immensamente più viscosa. L'acqua veramente "bagna" - nel senso fisico del termine - le superfici dei galleggianti, che, conseguentemente, faticano a distaccarsene.

Per agevolare il distacco dei filetti fluidi, occorre creare una certa turbolenza: il gradino è appunto il mezzo più semplice per ottenerla. Grazie ad essa il galleggiante si "scolla" dall'acqua, consentendo il decollo.

PRODOTTO L.W

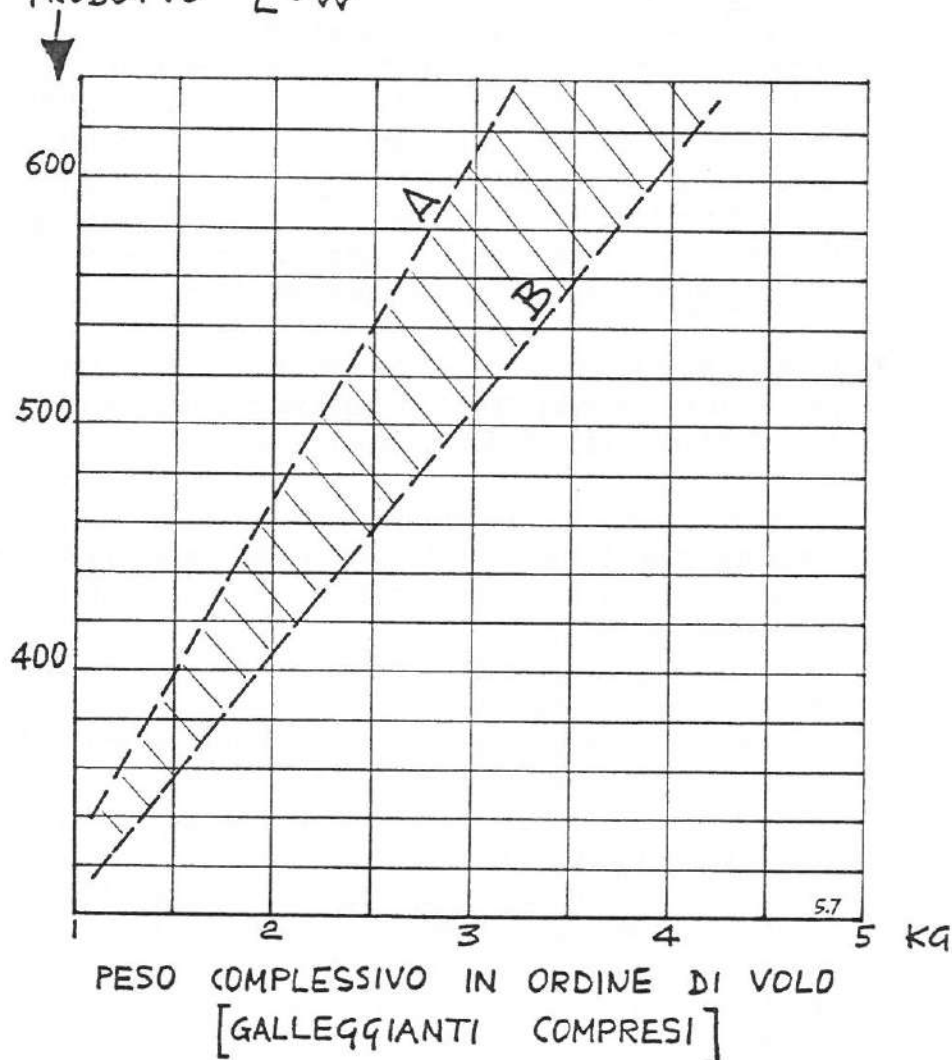


FIG. 5.7

VISTA IN PIANTA

La prassi comune presenta sagome più o meno affusolate, con troncatura in poppa, sia per semplicità costruttiva, sia per contenere la lunghezza posteriormente al gradino. Questo favorisce una rotazione al decollo con raggio corto, data la esuberante potenza di cui sono dotati, oggi, sia gli idrovolanti, sia gli idromodelli.

La troncatura in poppa peggiora le caratteristiche aerodinamiche in volo, mentre, probabilmente, migliora quelle idrodinamiche al decollo, soprattutto in acque mosse: al riguardo la letteratura scientifica è piuttosto limitata. Se invece si prevede di operare da acque calme, i galleggianti a poppa affusolata, come quelli degli idrocorsa della Coppa Schneider, migliorano le doti aerodinamiche, conseguendo, a parità di potenza, una velocità leggermente superiore.

SEZIONE MAESTRA

La forma della sezione maestra al gradino, contribuisce alle caratteristiche idrodinamiche ed aerodinamiche del galleggiante, in modo più determinante di quanto non facciano la vista in pianta ed il profilo laterale.

In qualsiasi (corpo) galleggiante, si distinguono due parti, quella sopra alla linea di galleggiamento, detta opera morta, e quella che si trova sotto alla linea di galleggiamento (o di livello), chiamata opera viva o carena.

La forma e le dimensioni di quest'ultima determinano la portanza (o spinta) idrodinamica, indispensabile per decollare.

- ★ L'opera morta può avere anche contorni curvilinei e/o spigoli arrotondati, per ridurre la resistenza aerodinamica, mentre gli spigoli vivi sono d'obbligo per l'opera viva, se non si vuole penalizzare la spinta idrodinamica.

Premesso quanto sopra, teoria ed esperimenti nelle vasche idrodinamiche concordano nell'indicare la sezione a fondo piatto come quella più efficiente, o, per essere più precisi, quella con il più elevato coefficiente di portanza idrodinamica, C_{li}.

In pratica, galleggianti a fondo piatto sono convenienti solo per modelli (preferibilmente leggeri) operanti da specchi d'acqua calmi.

La loro scarsa stabilità direzionale può essere migliorata mediante schermi longitudinali, come indicato nella FIG. 5.8.

Nella prassi corrente, tutti gli idrovolanti "full size", e quasi tutti gli idromodelli radioguidati di un certo pregio, mostrano galleggianti con fondo a V (cioè con un diedro di chiglia, come si dice in gergo).

Questa sezione a V, aumenta la resistenza e riduce l'effetto planante della carena, nei confronti di un galleggiante a fondo piatto.

Inoltre, se male disegnata e/o realizzata, comporta una maggior creazione di spruzzi.

Tuttavia, il diedro sul fondo del galleggiante è necessario per tre validi motivi:

- 1) Assicura una miglior stabilità direzionale in acqua, durante il flottaggio ed il decollo;
- 2) Assorbe meglio l'impatto all'amaraggio, specialmente se eseguito in modo poco ortodosso, con modelli pesanti;
- 3) Riduce notevolmente la possibilità di "spiattellare" in amaraggio.

Esperienze della NACA indicano in 20° l'angolo di chiglia ottimale (γ°) per idrovolanti a scafo centrale : per galleggianti paralleli (che costituiscono la configurazione più diffusa per idrovolanti da turismo e da lavoro), i cataloghi delle case specializzate già citate, indicano valori compresi tra

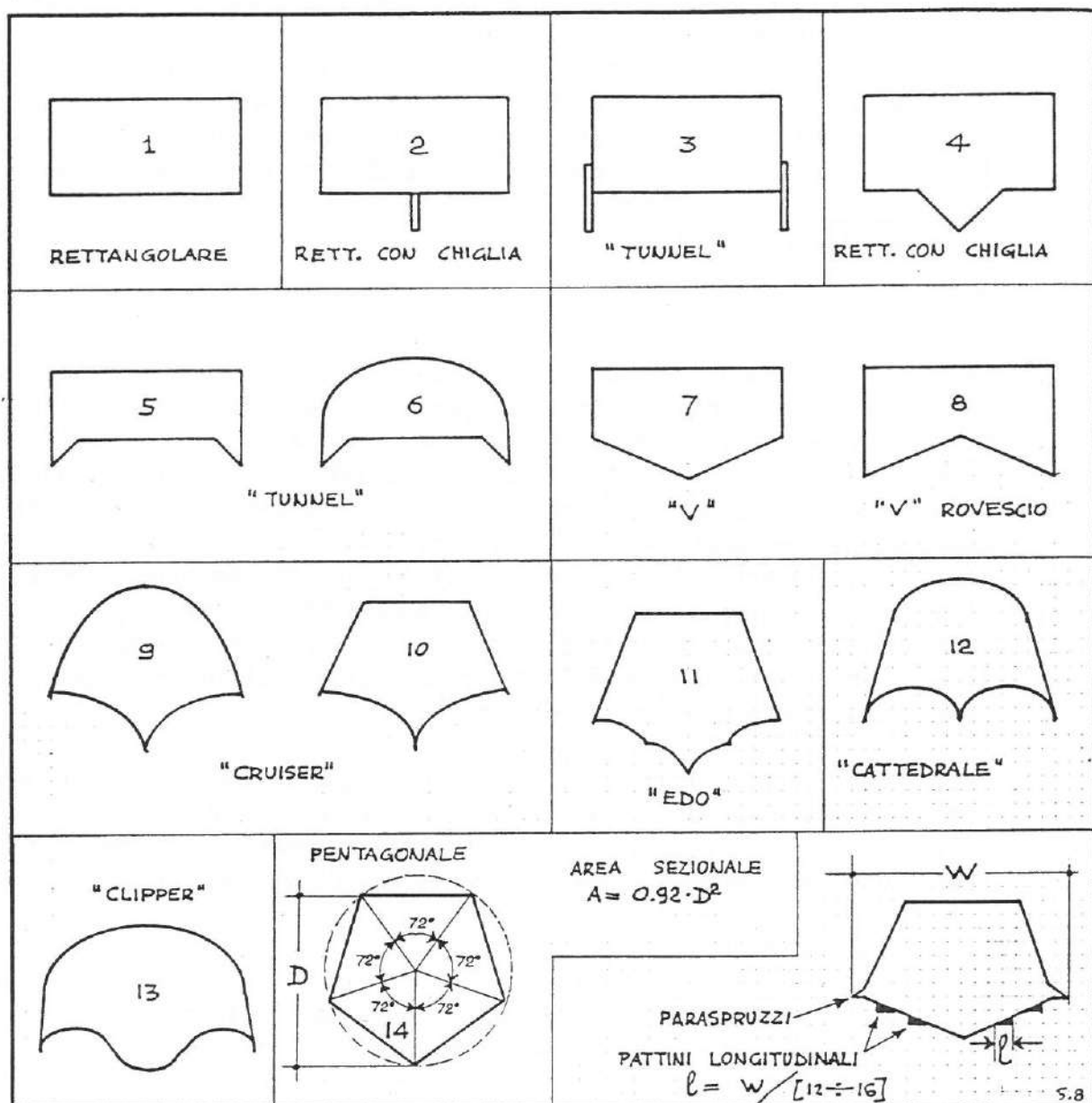


FIG. 5.8

$\gamma^\circ = 15^\circ \div 20^\circ$, mentre negli idromodelli si scende sino a $\gamma^\circ = 10^\circ$ circa.
Per gli idrocorsa della Coppa Schneider, l'angolo di chiglia ottimale risultò essere $\gamma^\circ = 18^\circ$ (Macchi MC.72).

La spinta idrodinamica di un galleggiante con fondo a V, diminuisce con l'aumentare del diedro di chiglia, in quanto la risultante idrodinamica ha anche una componente diversa dalla verticale.

Per rimediare, in parte, a questo inconveniente, si possono installare dei pattini longitudinali sul fondo del galleggiante (da due a quattro per lato), con larghezza variabile da $W/12$ a $W/16$.

E' quanto si riscontra in tutti i motoscafi veloci a carena planante, derivata da quella che l'architetto navale americano Hunt aveva ideato, alcuni decenni fa, per le barche a vela da competizione.

Tali pattini devono essere paralleli alla chiglia (almeno nella zona del piano di chiglia) ed avere la superficie di contatto con l'acqua parallela al pelo liquido (FIG. 5.8).

La configurazione a scafo unico (fusoliera-scafo), tipica degli idrovolanti commerciali per lunghi percorsi del periodo 1930-1945) è quella inerentemente più robusta ed efficiente, e con maggior capacità di carico : nel caso di modelli volanti, ciò significa impiegare un motore di minor cilindrata. Non esistono, in teoria dei parametri sicuri, in base ai quali stabilire quale delle due configurazioni sia migliore in assoluto : tutto dipende dalle specifiche in base alle quali gli idrovolanti vengono progettati. Alla fine dell'ultimo conflitto, molte esperienze furono eseguite sugli idrovolanti (anche dotandoli di motori a reazione), nella speranza che divenissero la colonna portante dei futuri trasporti intercontinentali, come avveniva nel periodo prebellico.

Dalle esperienze in proposito, eseguite dalla NACA americana (ora NASA), le dimensioni ottimali di un idro a scafo centrale sono quelle indicate nella FIG. 5.9. Quest'ultima si riferisce al tracciamento dell'opera viva dello scafo-fusoliera, mentre l'opera morta vi è indicata con la linea tratteggiata.

Si procede nel modo seguente :

- 1) Stabilita la lunghezza L dell'opera viva, e la larghezza massima, W , si traccia la vista in pianta, con le larghezze indicate alle varie stazioni (1), (2), (3), ecc.
Il gradino, sistemato al 42% della lunghezza L , a partire dalla prua, divide lo scafo in due parti, ognuna delle quali è caratterizzata da sei stazioni equidistanti.
- 2) Facendo riferimento alla retta $L-L$, si tracciano, nella vista laterale, le altezze di chiglia alle varie stazioni da (2) a (6).
- 3) Stabilita l'altezza del gradino ($g = 0.083 W$) e l'angolo di chiglia ($\gamma^{\circ} = 20^{\circ}$), si tracciano le varie stazioni trasversali alle predette stazioni, dando alla chiglia gli angoli indicati in FIG. 5.9 : come si vede, l'angolo di chiglia, γ° , aumenta dal gradino verso la prua.
In tal modo si determina lo spigolo della carena, nella vista laterale.

- 4) Il piatto di chiglia, cioè il tratto compreso tra le ordinate (5) e (6), è rettilineo, e parallelo a L-L.
- 5) Nella parte posteriore, cioè dall'ordinata (6) alla (11), l'angolo di chiglia rimane costante, $\gamma^\circ = 20^\circ$; si procede quindi a tracciare le altezze di chiglia, avendo assunto un angolo $\beta^\circ = 6^\circ$ (oscilla, di solito, tra 6° e 12°).
All'ordinata di poppa (11) l'altezza di chiglia è di circa 0,1 L.

A volte viene installata una controchiglia, con funzione di pattino di protezione, nella zona più sollecitata (a terra ed in acqua): è buona norma praticarvi dei fori, onde evitare la formazione di depressione nella zona del gradino.

Nella FIG. 5.9 sono anche indicate le coordinate ottimali del baricentro, CG, che - tipicamente - sono: $x = 0.077$ (della lunghezza della parte anteriore), ed $y = 0.33$ (della predetta lunghezza a partire dallo spigolo del gradino. L'angolo tra la verticale baricentrica, e la congiungente baricentro-spigolo del gradino, risulta così di circa 12° .

Va da sé, che per avvicinarsi a tali condizioni, occorre appoggiare l'ala sulla fusoliera-scafo, e montare il motore in capra, ad altezza appena sufficiente per la rotazione dell'elica.

Gli idrovolanti a scafo centrale hanno una corsa al decollo più lunga dei pari classe a scarponi paralleli, a causa della maggior resistenza in acqua.

(Ricordarsi del concetto di carico al galleggiante).

- ★ La resistenza nella fase finale della corsa al decollo, prima che l'idro sia "sul gradino", si riduce drasticamente (circa il 45%, secondo talune sperimentazioni), se il gradino, anziché rettilineo, viene realizzato a cuspidi, come indicato in FIG. 5.9 - B.

L'idrovolante a scafo centrale, molto stabile longitudinalmente, presenta una stabilità trasversale precaria, che può essere facilmente annullata da una qualsiasi causa esterna (colpo di vento, onda traversa, ecc.).

Due sono i sistemi comuni per ristabilire la stabilità trasversale: i galleggianti ausiliari, e le alette tipo Dornier (FIG. 5.10).

Il volume dei galleggianti (di solito fissati sotto le ali) deve assicurare adeguata spinta idrostatica per mantenere in equilibrio l'idrovolante a riposo.

E' altresì necessaria una elevata riserva di dislocamento (cioè un volume maggiorato rispetto alle reali esigenze) per far fronte a vento e/o onde trasversali, quando una semiala è alzata controvento, ed il relativo galleggiante è completamente fuori dall'acqua. In tali condizioni, l'altro galleggiante può essere completamente immerso, con pericolo di rovesciamento dell'idrovolante.

Il fondo di tali galleggianti deve essere piatto (non servono, qui, gradini o altre sofisticazioni) in modo da produrre anche una certa spinta idrodinamica, oltre a quella idrostatica.

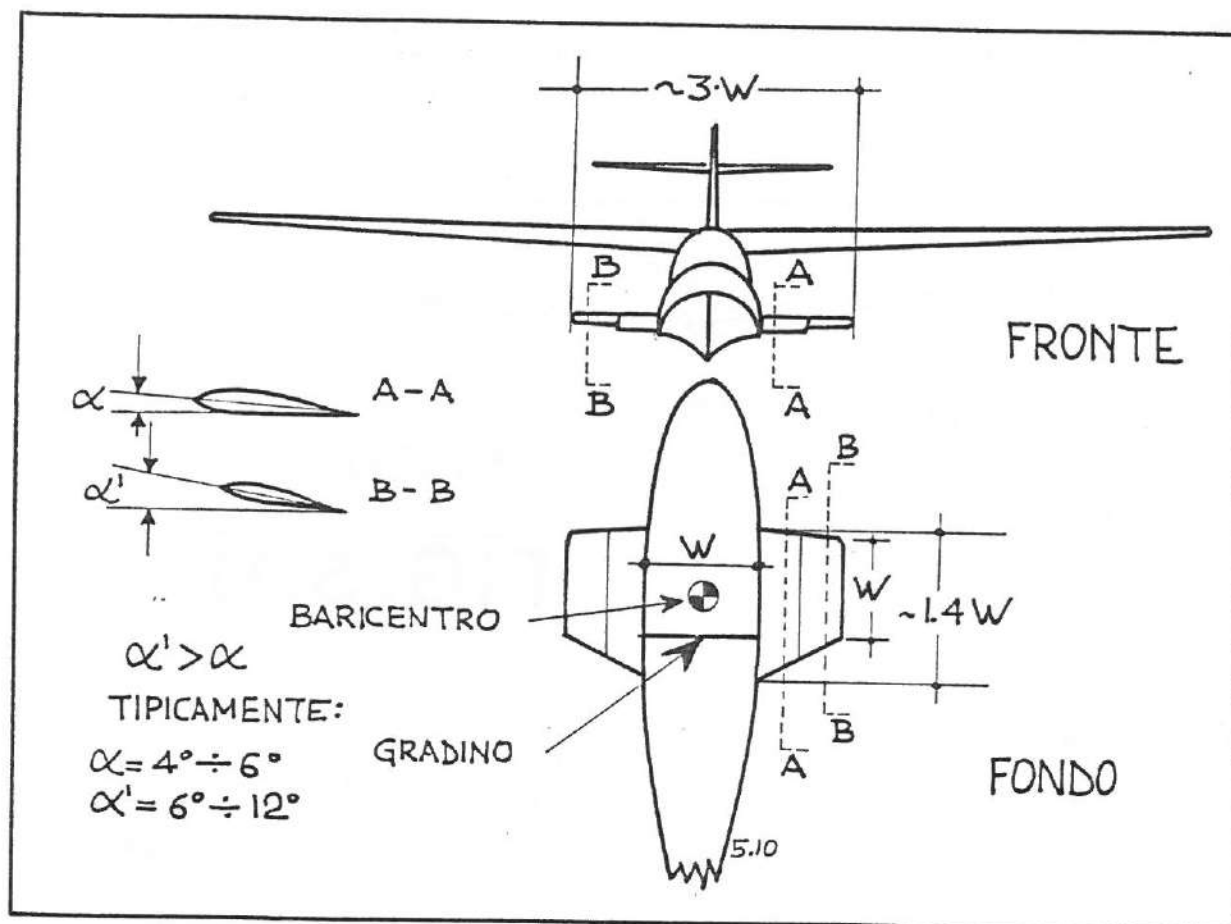


FIG. 5.10

Un idrovolante a scafo centrale è direzionalmente instabile sino a quando non è completamente "sul gradino", a differenza della configurazione a due scarponi paralleli, che è stabile sin dall'inizio del flottaggio.

Il momento destabilizzante, che si verifica quando il modello si inclina in acqua, è dato dal peso del modello, Q , (in chilogrammi), moltiplicato per lo spostamento lineare, X (in metri) del baricentro CG. (FIG. 5.11).

Il momento raddrizzante è dato dal volume del galleggiantino ausiliario, VG (in litri), moltiplicato per la sua distanza dalla verticale baricentrica, D (in metri); cioè

$$Q \cdot X = VG \cdot D \quad (5.10) *$$

dove

VG è il volume del galleggiantino sussidiario.

* Dalla relazione (5.10) è evidente che più i galleggiantini sono vicini alla fusoliera, più il loro volume deve risultare grande : quindi produrranno una maggior resistenza in volo.

I galleggianti ausiliari vengono - di regola - surdimensionati, con una ampia riserva di dislocamento (fino al 250 % !!) ; si calcola il loro

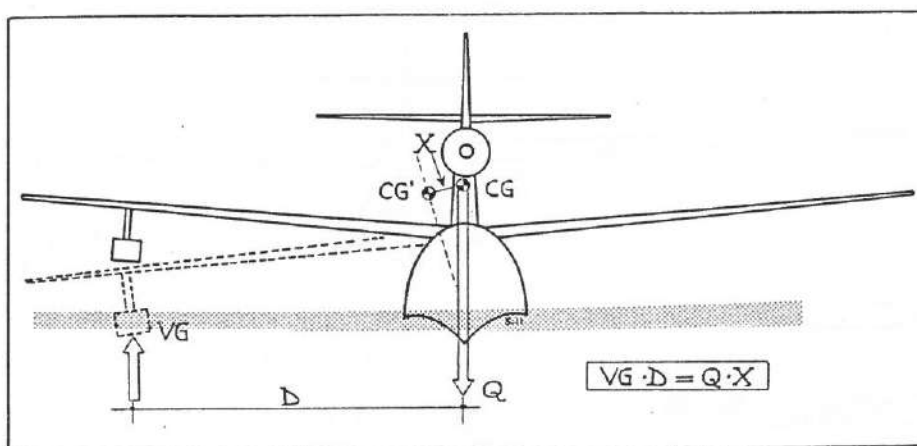


FIG. 5.11

volume con la relazione

$$VG = \left[\frac{Q \cdot X}{D} \right] \cdot K \quad (5.11) *$$

dove il coefficiente di maggiorazione K oscilla da 2 a 3.

Rispetto al piatto di chiglia, il calettamento dei galleggianti ausiliari oscilla da 4° a 9° circa.

L'altro sistema per stabilizzare trasversalmente l'idrovolante a scafo centrale è costituito da due grosse (e spesse) alette idroplane, situate alla base dello scafo, press'a poco in corrispondenza del gradino.

Sono dette "alla Dornier", in quanto la nota industria aeronautica tedesca cominciò ad usarle subito dopo la prima guerra mondiale, su molti dei suoi idrovolanti per lunghi percorsi, con notevoli successi sia in campo commerciale, che in campo militare.

In prima approssimazione, il loro volume può essere determinato come precedentemente indicato per i galleggianti alari.

I dati circa il loro calettamento, rispetto al piatto di chiglia, sono piuttosto scarsi nella letteratura tecnica : valori tipici sono indicati nella FIG. 5.10.

Frontalmente, le alette Dornier presentano un minimo diedro, pressoché parallelo al diedro alare.

La loro posizione in altezza va determinata sperimentalmente, la qual cosa comporta una notevole complicazione costruttiva.

★ Nel fissarli definitivamente allo scafo, occorre tener presente che, in ogni caso, la spinta idrodinamica ed idrostatica, da esse prodotte, devono risultare applicate anteriormente al baricentro dell'idromodello.

GRADINO E BARICENTRO

In tutte le costruzioni esaminate (sia idrovolanti, sia idromodelli), la verticale baricentrica passa poco più avanti del gradino (qualche centimetro nei modelli volanti, qualche decimetro sugli idrovolanti).

Non esiste una legge precisa, oppure un metodo rigoroso per stabilire la distanza, $\underline{n}$, tra verticale baricentrica e gradino, in quanto essa dipende da tanti fattori, quali altezza baricentrica, H_g , posizione dell'asse di trazione dell'elica, valore della trazione, forma dello scafo (fondo), ecc.

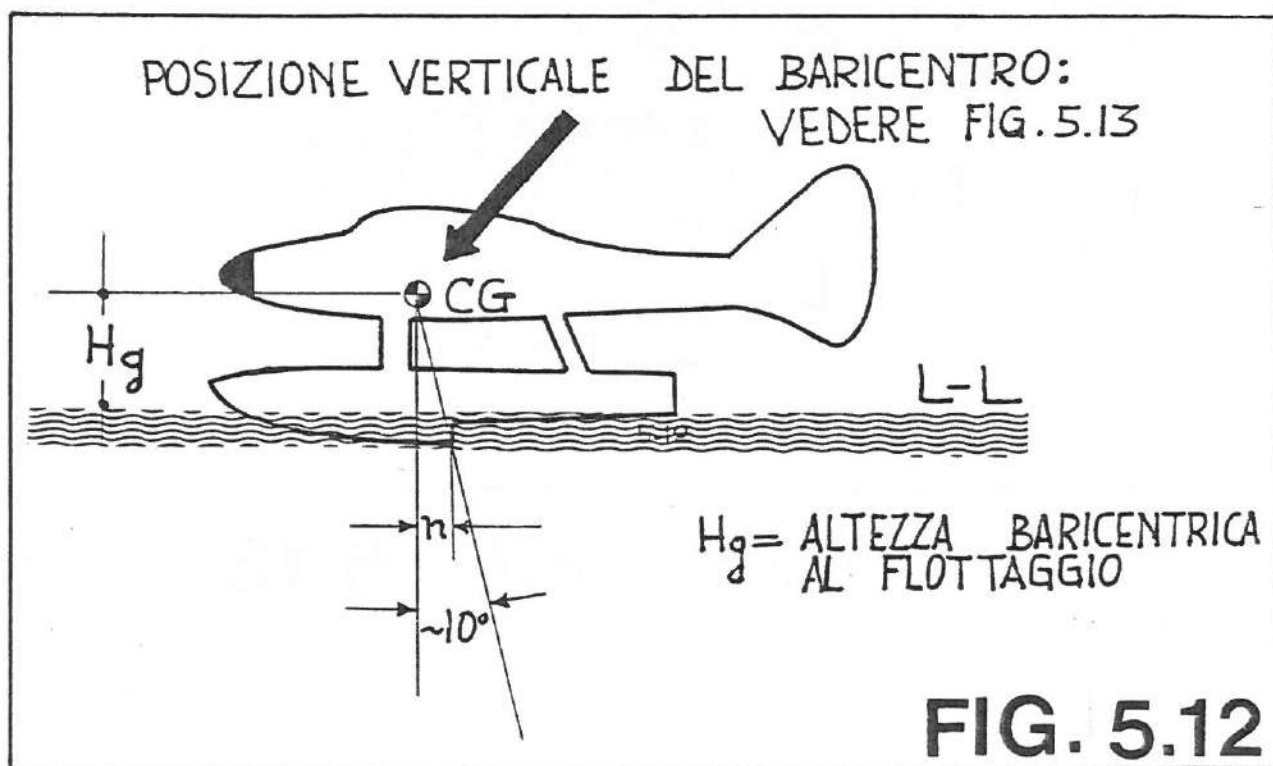
Tipicamente, $\underline{n} = 0.2 W$ circa (Dove W è la larghezza massima al gradino), mentre per scafi-fusoliere viene indicato il valore $\underline{n}$ compreso tra $0.5 \cdot L$ e $0.6 \cdot L$ (Dove L è la lunghezza dell'opera viva, definita in FIG. 5.9.).

Nel caso di asse di trazione molto basso e due galleggianti paralleli, $\underline{n}$ non supera il valore di $0.10 \div 0.15$ circa.

In linea di massima, l'arretramento del gradino, rispetto alla verticale baricentrica deve essere tanto più grande, quanto più elevato è l'asse di trazione dell'elica, e quanto più forte è la trazione stessa ("Coppa Schneider docet !!!!").

- ★ E' abbastanza comune la constatazione che la retta congiungente il baricentro CG, con lo spigolo del gradino formi un angolo di circa 10° con la verticale baricentrica (FIG. 5.12): in qualche testo viene riferita come buona regola empirica da seguire.

Raramente in aeromodellismo si verifica la posizione in altezza del



baricentro CG, non perchè non sia importante, ma perchè è più facile dimenticarsene !!

Eppure è una cosa semplicissima (FIG.5.13) :

- 1) Sospendere il modello completo in una posizione qualsiasi;
- 2) Applicare un filo a piombo, fissandolo poi con nastro adesivo;
- 3) Sospendere il modello per un'altra posizione, assai diversa dalla prima;
- 4) Applicare un altro filo a piombo, che intersecherà quello già

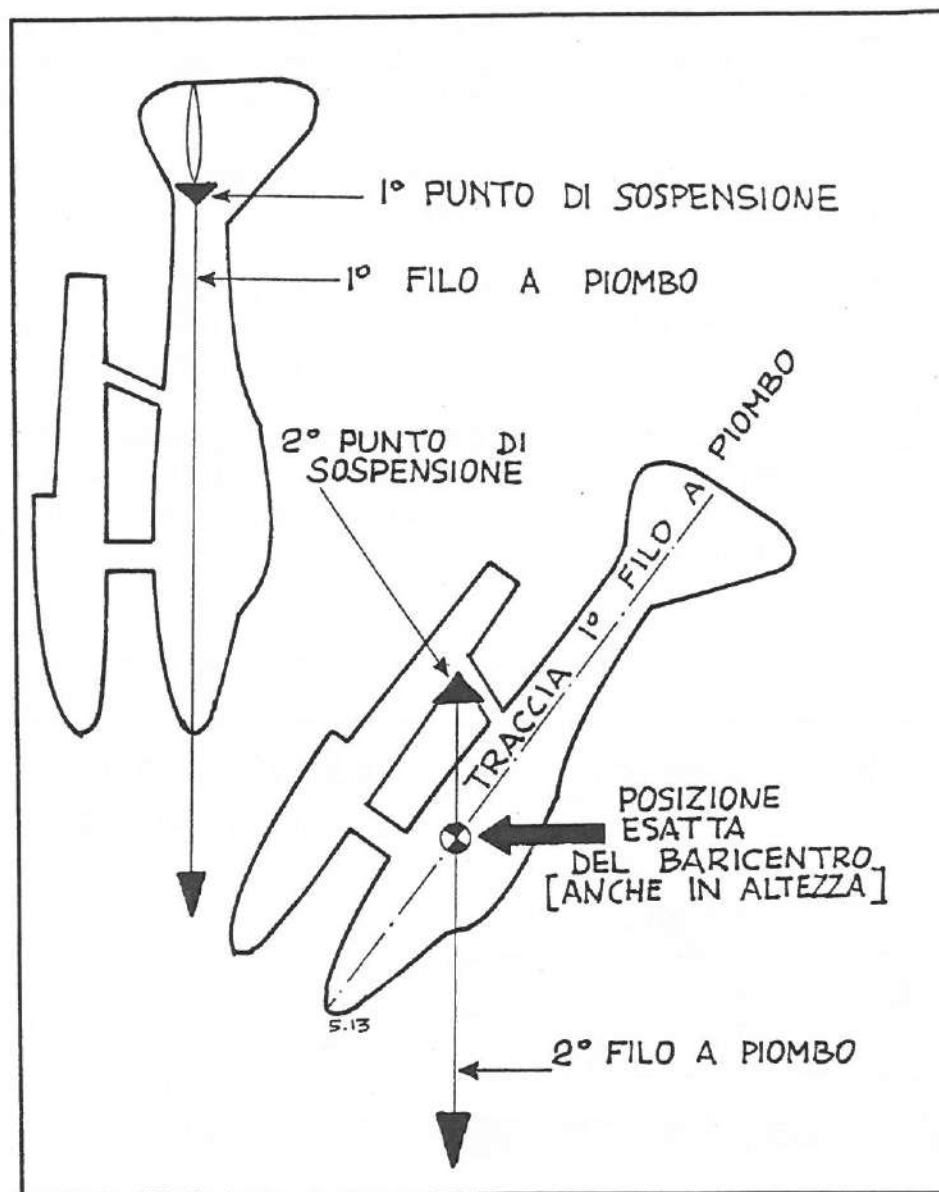


FIG. 5.13

installato.

Il baricentro CG, si trova esattamente all'intersezione dei due fili a piombo : come si vede, risulta più lunga la descrizione che l'attuazione.

Un angolo molto superiore a 10° può creare difficoltà al decollo : la spinta idrodinamica all'istante dell'involo si troverebbe troppo dietro al baricentro, con conseguente momento picchiante, quanto mai inopportuno.

Comunemente non si presta attenzione al fatto che i galleggianti (come le fusoliere degli aeromodelli) oltre a resistenza , generano anche portanza (sia pure in misura ridottissima).

Si possono così tracciare dei diagrammi "portanza-resistenza-efficienza", del tutto analoghi a quelli che si hanno con gli aeromodelli terrestri. Ovviamente, le efficienze sono molto basse, comprese tra 2 e 5, e variano, tipicamente, secondo le curve di FIG. 5.14.

Per galleggianti in coppia il coefficiente di resistenza aerodinamica oscilla tra $CD = 0.2$ e $CD = 1$, mentre per scafi-fusoliere si hanno valori più bassi, compresi tra $CD = 0.15$ e $CD = 0.8$.

I predetti coefficienti, basati sulla superficie della sezione maestra, sono molto influenzati dall'incidenza (rispetto alla linea di volo), come

indicato nella FIG. 5.15, che dà appunto il fattore di correzione, m . Ovviamente, non si suggerisce di eseguire alcun calcolo al riguardo, anche per mancanza di dati certi ; tuttavia, se talvolta un idromodello radioguidato si comporta in modo anomalo, conviene prendere in esame il fatto che la grande resistenza dei galleggianti è applicata molto al disotto del baricentro, con le conseguenze pratiche facilmente immaginabili.

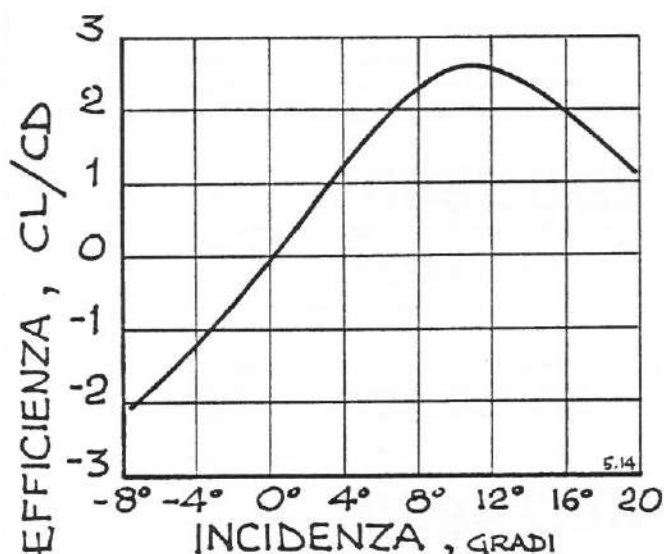


FIG. 5.14

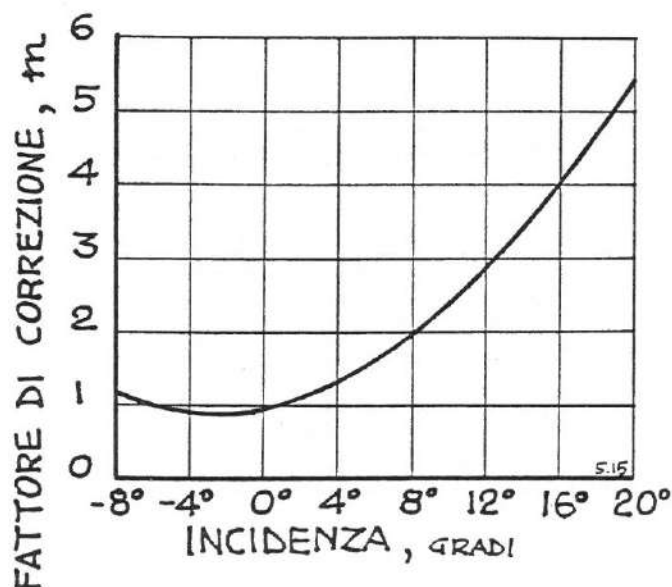


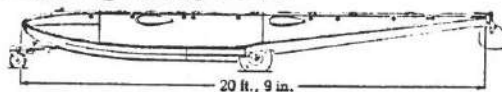
FIG. 5.15

EDO 1650A



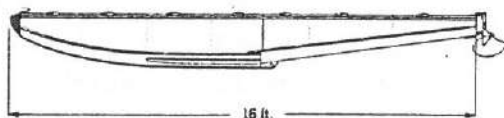
Overall length 14 ft., 2 in.
Total weight including attachment gear 220 lbs.
Fresh water displacement per float 1650 lbs.

EDO 2790



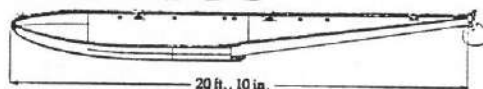
Overall length 20 ft., 9 in.
Total weight including attachment gear 626 lbs.
Fresh water displacement per float 2790 lbs.

EDO 2000



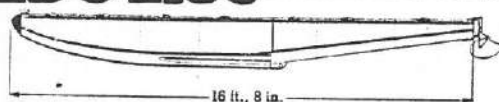
Overall length 16 ft.
Total weight including attachment gear 240 lbs.
Fresh water displacement per float 2000 lbs.

EDO 2960



Overall length 20 ft., 10 in.
Total weight including attachment gear 425 lbs.
Fresh water displacement per float 2988 lbs.

EDO 2130



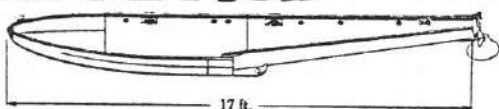
Overall length 16 ft., 8 in.
Total weight including attachment gear 252 lbs.
Fresh water displacement per float 2130 lbs.

EDO 3430



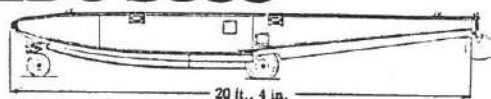
Overall length 19 ft., 4 in.
Total weight including attachment gear 469 lbs.
Fresh water displacement per float 3430 lbs.

EDO 2440B



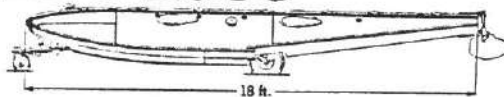
Overall length 17 ft.
Total weight including attachment gear 340 lbs.
Fresh water displacement per float 2500 lbs.

EDO 3500



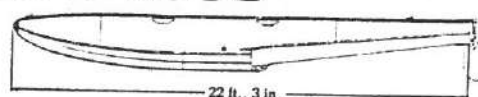
Overall length 20 ft., 4 in.
Total weight including attachment gear 750 lbs.
Fresh water displacement per float 3500 lbs.

EDO 2500



Overall length 18 ft.
Total weight including attachment gear 603 lbs.
Fresh water displacement per float 2500 lbs.

EDO 4930



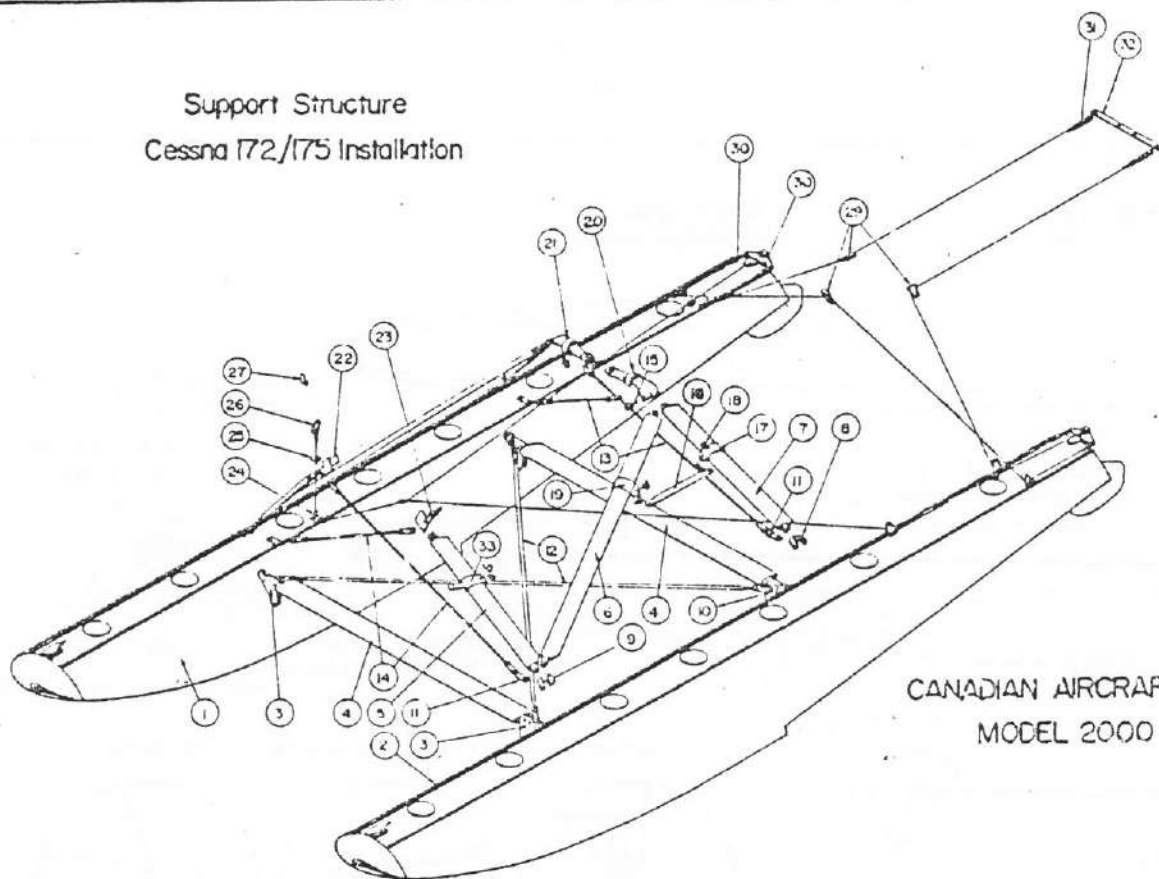
Overall length 22 ft., 3 in.
Total weight including attachment gear 605 lbs.
Fresh water displacement per float 4930 lbs.

5.1b

GALLEGGIANTI DELLA DITTA
AMERICANA "EDO" PER
IDROVOLANTI ED ANFIBI:
IL NUMERO INDICA IL
DISLOCAMENTO IN LIBBRE.
NOTARE IL "PIATTO DI CHIGLIA",
I PATTINI LONGITUDINALI E
LA CONTROCHIGLIA.

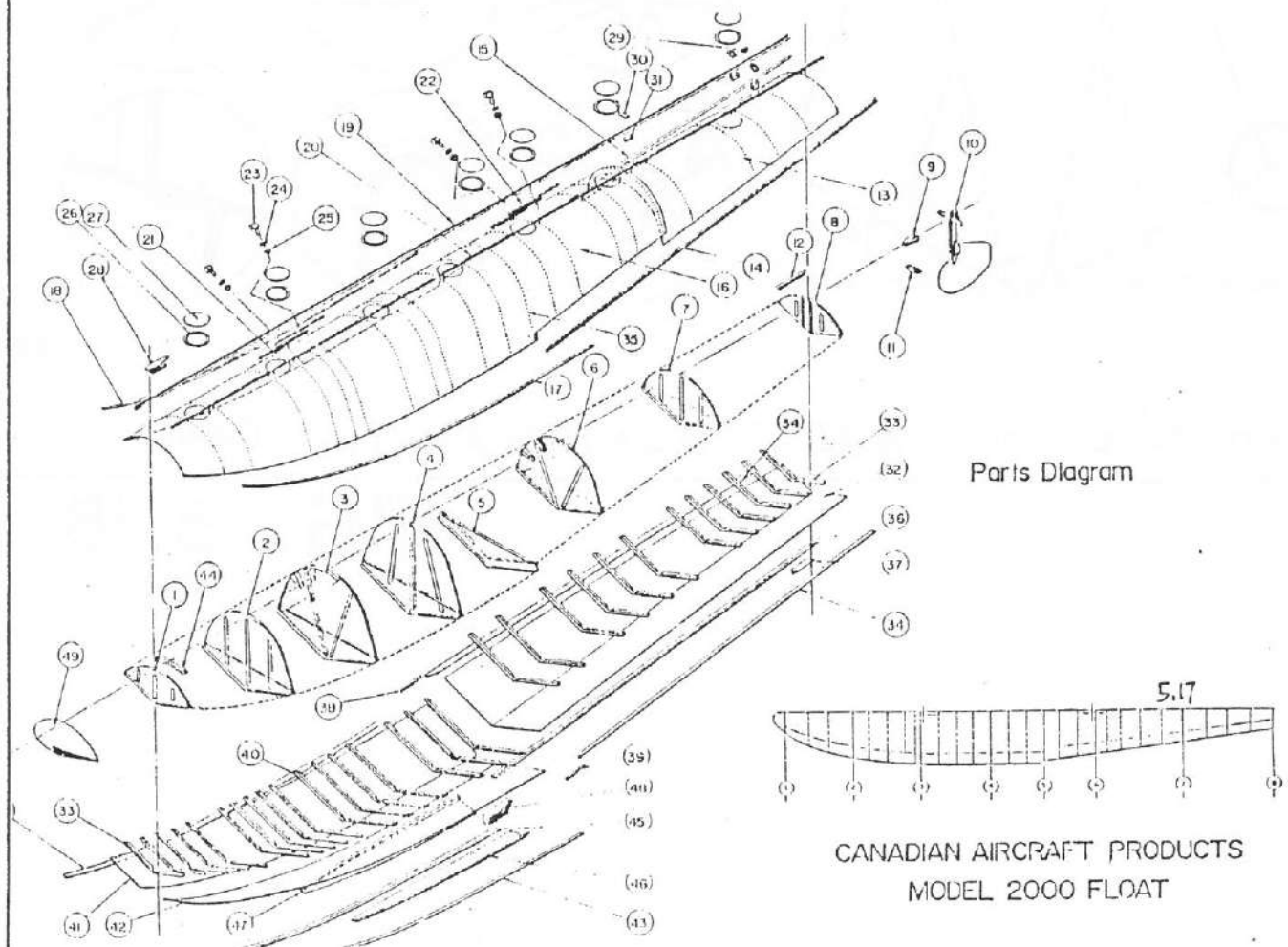
FIG. 5.16

Support Structure
Cessna 172/175 Installation



CANADIAN AIRCRAFT PRODUCTS
MODEL 2000 FLOAT

Parts Diagram



CANADIAN AIRCRAFT PRODUCTS
MODEL 2000 FLOAT

FIG. 5.17

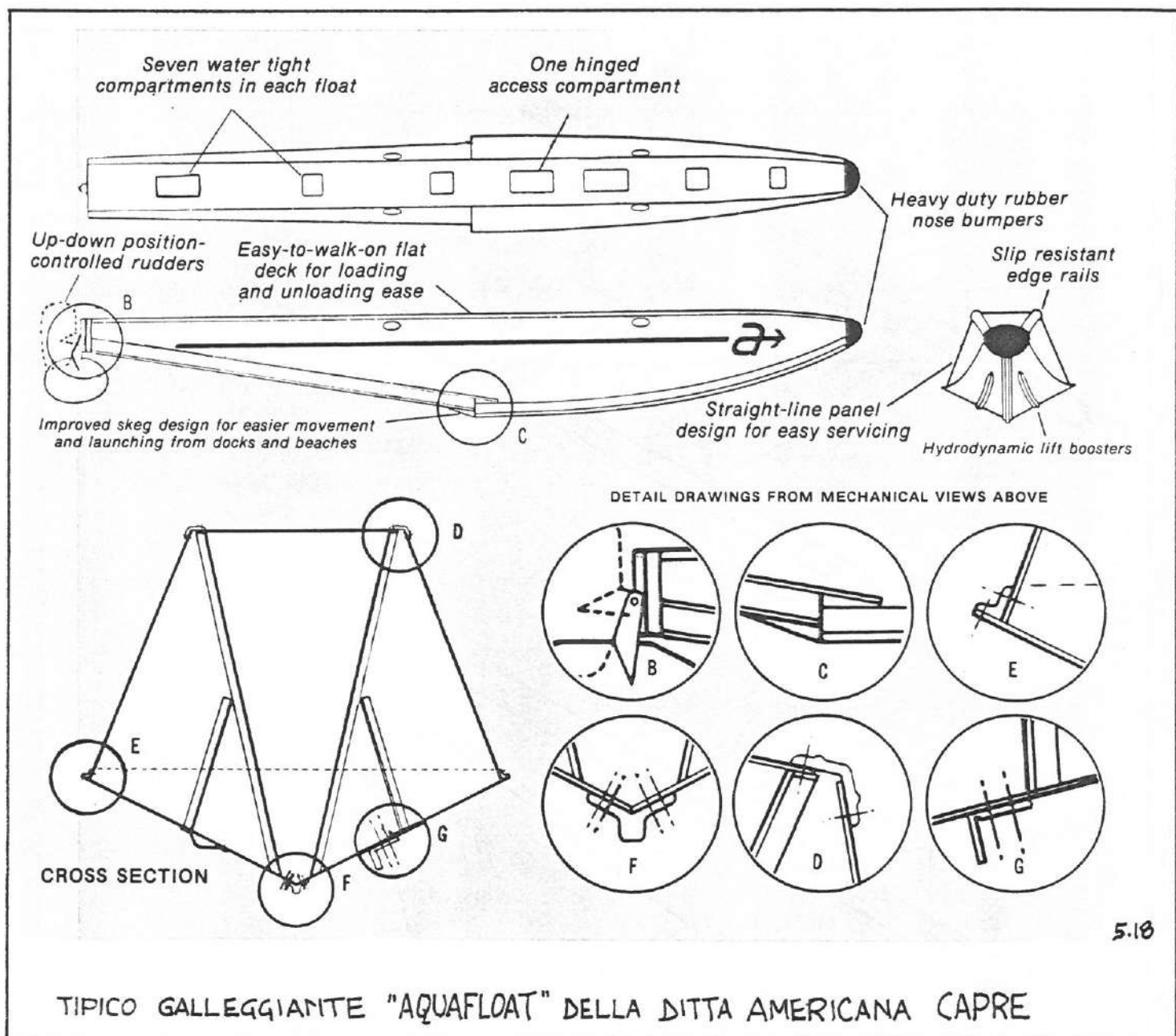
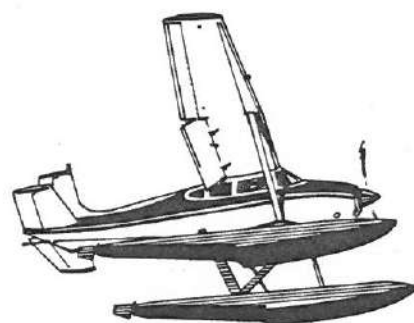


FIG. 5.18

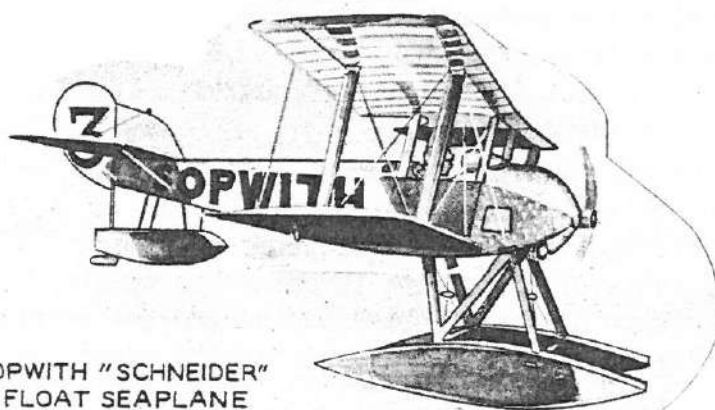
Nella FIG. 5.16 sono illustrati - a titolo d'esempio - diversi tipi di galleggianti della ditta americana EDO, probabilmente i più diffusi su scala mondiale : il numero di ciascuno indica il dislocamento in libbre.

La FIG. 5.17 mostra la vista esplosa di un tipico galleggiante della Canadian Aircraft Products : è ovvio che il sistema costruttivo è inutilmente complicato, per applicazioni aeromodellistiche. Tuttavia, osservandolo attentamente, si può ricavarne qualche utile spunto.

Un tipico galleggiante a sezione pentagonale (probabilmente la migliore sotto tutti i punti di vista) è indicato nella FIG.5.18 : è il modello AQUAFLOAT, interamente in alluminio, della ditta americana CAPRE.



IDROPLANI: PINNE IDROPORTANTI



1914 SOPWITH "SCHNEIDER"
TWIN-FLOAT SEAPLANE
100 H.P. GNOME ROTARY ENGINE

SD1	=	spinta idrodinamica anteriore, Kg
SD2	=	spinta idrodinamica posteriore, Kg
A	=	braccio baricentrico anteriore, m
B	=	braccio baricentrico posteriore, m
Q	=	peso, Kg
SD	=	portanza idrodinamica, Kg
SA	=	superficie pinne portanti , m^2
V	=	velocità, m/s
K	=	fattore, = $\rho \cdot CLi$ (Formula 6.1)
Sa	=	superficie pinne anteriori, m^2
Sb	=	superficie pinne posteriori, m^2
ρ	=	densità (aria = 0.125 ; acqua = 102) · (rho)
CLi	=	coefficiente di portanza idrodinamica
σ	=	(sigma) indice di cavitazione = p/q
p	=	pressione statica, Kg/cm^2
q	=	pressione dinamica, Kg/cm^2
t	=	spessore massimo del profilo, = t/c %
c	=	corda del profilo, m
f	=	freccia del profilo, = $t/2c$ %
η	=	efficienza, = $0.7 \div 0.9$ (eta)
z	=	funzione di ϑ^0 (<2)
ϑ^0	=	diedro delle pinne idroplane, 0° (theta)
π	=	(pi greco) = 3.14
λ	=	(lambda) allungamento, = b/c
b	=	apertura aletta idroplana, m
CLi'	=	gradiente di CLi (fattore numerico)
RD	=	resistenza idrodinamica, Kg
T	=	trazione, Kg
SDv	=	componente verticale della spinta SD, kg
CLi*	=	coefficiente effettivo di spinta idrodinamica
CDI	=	coefficiente di resistenza idrodinamica totale
CDi	=	coefficiente di resistenza idrodinamica del profilo
CDa	=	coefficiente di resistenza idrodinamica addizionale

Questo sintetico manuale a carattere divulgativo non sarebbe completo, se non si facesse menzione degli idroplani, che potrebbero rivoluzionare la tecnica degli idrovolanti radioguidati (Se gli aeromodellisti italiani sapranno e vorranno cogliere l'occasione opportuna).

Anzichè di galleggianti, l'idroplano è munito di pinne (o alette) idroportanti (dotate cioè di un profilo atto a generare portanza idrodinamica).

Durante le edizioni 1987 e 1988 della Coppa Schneider per idrovolanti radioguidati (che riproducono gli idrocorsa che parteciparono alla famosa competizione dal 1913 al 1931), svoltesi a Gaviate sul lago omonimo, gli spettatori ebbero la fortuna di vedere volare perfettamente la riproduzione del Piaggio Pc-7 (FIG. 6.1).

Questo idrocorsa, dalla configurazione rivoluzionaria, era stato concepito dall'ing. Giovanni Pegna : anzichè galleggianti, l'idro era munito di pinne idroportanti anteriori e posteriori, nonché di elica aerea a prua e di elica marina a poppa. Entrambe erano azionate da un unico motore ; al decollo veniva azionata per prima l'elica marina.

Acquistando velocità, l'idro emergeva dall'acqua, rimanendo appoggiato solo sulle alette idroplane: a questo punto, mediante una frizione ad olio, veniva inserita l'elica aerea, ed arrestata quella marina, per l'involò dall'acqua.

I problemi relativi alla frizione non furono risolti in tempo ed il progetto venne abbandonato in quanto, ormai, la Coppa Schneider si era conclusa con la vittoria degli inglesi. In pratica il Pegna Pc-7 non volò mai.

Tuttavia, le ultime due edizioni della coppa Schneider (organizzata, ormai da dieci anni, dall'Aero Club Varese, tramite la Sezione Aeromodellisti) hanno confermato che il concetto dell'ing. Giovanni Pegna era validissimo. Occorre dire, per l'esattezza storica, che le alette idroplane erano state sperimentate, già nel secolo scorso, in diversi paesi (Francia, Italia, Inghilterra, Gran Bretagna, USA, Ungheria).

Tra gli sperimentatori, accanto a tanti stranieri, troviamo anche parecchi italiani, nomi illustri, che hanno contribuito in misura notevole allo sviluppo tecnico della idro-aviazione, quali Ginocchio, Guidoni, Crocco, Ricaldone, Forlanini.

Successivamente le pinne idroplane, per sollevare lo scafo fuori dall'acqua, furono "riscoperte" per la realizzazione degli aliscafi in Germania, in Italia, in Russia, in Gran Bretagna, in USA, in Giappone.

Il primo problema che si presenta all'aeromodellista che decida di progettare un idroplano radioguidato, munito di pinne idroportanti (magari ispirandosi al Pc-7 di Pegna) è quello di come sistemare le alette, prodiera e poppiera. Può essere utile il seguente ragionamento, relativo ad un ipotetico idroplano, pesante 2 Kg. (FIG. 6.2); si tratta di una configurazione semplice, senza elica marina, con motore in capra, onde tenere l'elica il più lontano possibile dagli spruzzi.

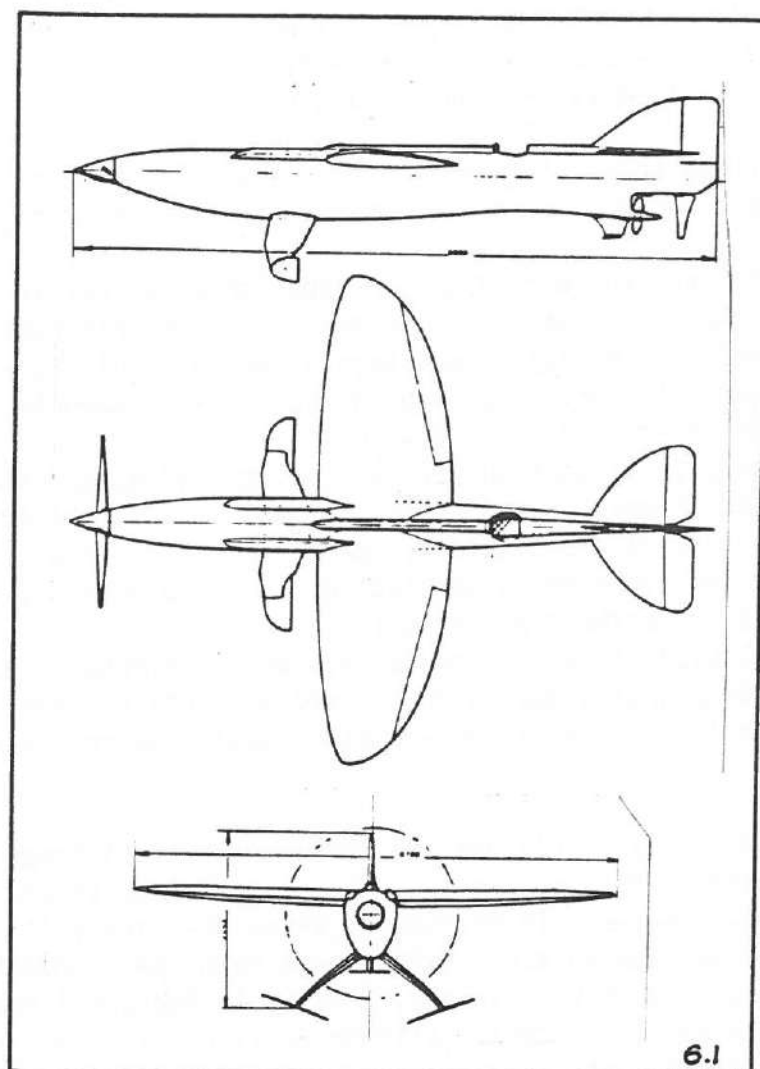


FIG. 6.1

Per realizzare le condizioni di equilibrio, occorre che il momento baricentrico della spinta idrodinamica SD1 (generata dall'aletta anteriore a) sia uguale a quello della spinta idrodinamica SD2 (generata dalla aletta posteriore b).

Considerando che la somma delle spinte SD1 ed SD2 deve uguagliare il peso complessivo dell'idroplano, mediante alcuni elementari passaggi aritmetici, si arriva ai valori delle spinte idrodinamiche delle alette a e b.

Nel nostro caso le spinte necessarie risultano uguali, rispettivamente, a SD1 = 1.42 Kg ed SD2 = 0.58 Kg.

Per determinare le superfici delle alette a e b occorrerebbe sapere quale è il loro coefficiente di spinta idrodinamica, CLi, alla velocità (presunta) di decollo (da 30 a 60 Km/h, stimati).

Al riguardo i dati disponibili sono molto scarsi: i Rif. 19), 21), e 22) menzionano, per la portanza idrodinamica, la relazione

$$SD = K \cdot S_a \cdot V^2 \quad (6.1) *$$

dove

SD = spinta idrodinamica, Kg
 SA = superficie delle alette, m²
 V = velocità, m/s
 K = fattore numerico

La (6.1) si può anche scrivere in forma più conveniente :

$$S_a = SD / K \cdot V^2 \quad (6.2) \star$$

Siccome il peso Q del= l'idroplano rimane costante, pure costante rimane il valore $KSDV^2$.

Anche il fattore K rimane, a tutti gli effetti pratici, costante: pertanto la superficie S delle alette dovrà variare inversamente al quadrato della velocità V, che aumenta di mano in mano che l'idroplano esce dall'acqua.

Le esperienze citate in Bibliografia, indicano per K un valore di 25, riferito a lamelle sottili d'acciaio, con freccia di 1/12 (= 8.96%) ed incidenza di circa 4°.

Questo valore è basato su velocità iniziali molto basse, da 20 a 25 Km/h.

Ritenendo valido quanto sopra esposto ed assumendo per il nostro idroplano $V = 6$ m/s, le superfici delle alette risultano

$$S_a = 1.42 / 25 \cdot 6^2 = 1.42 / 25 \cdot 36 = 1.42 / 900 = 0.0015 \text{ m}^2 = 15 \text{ cm}^2$$

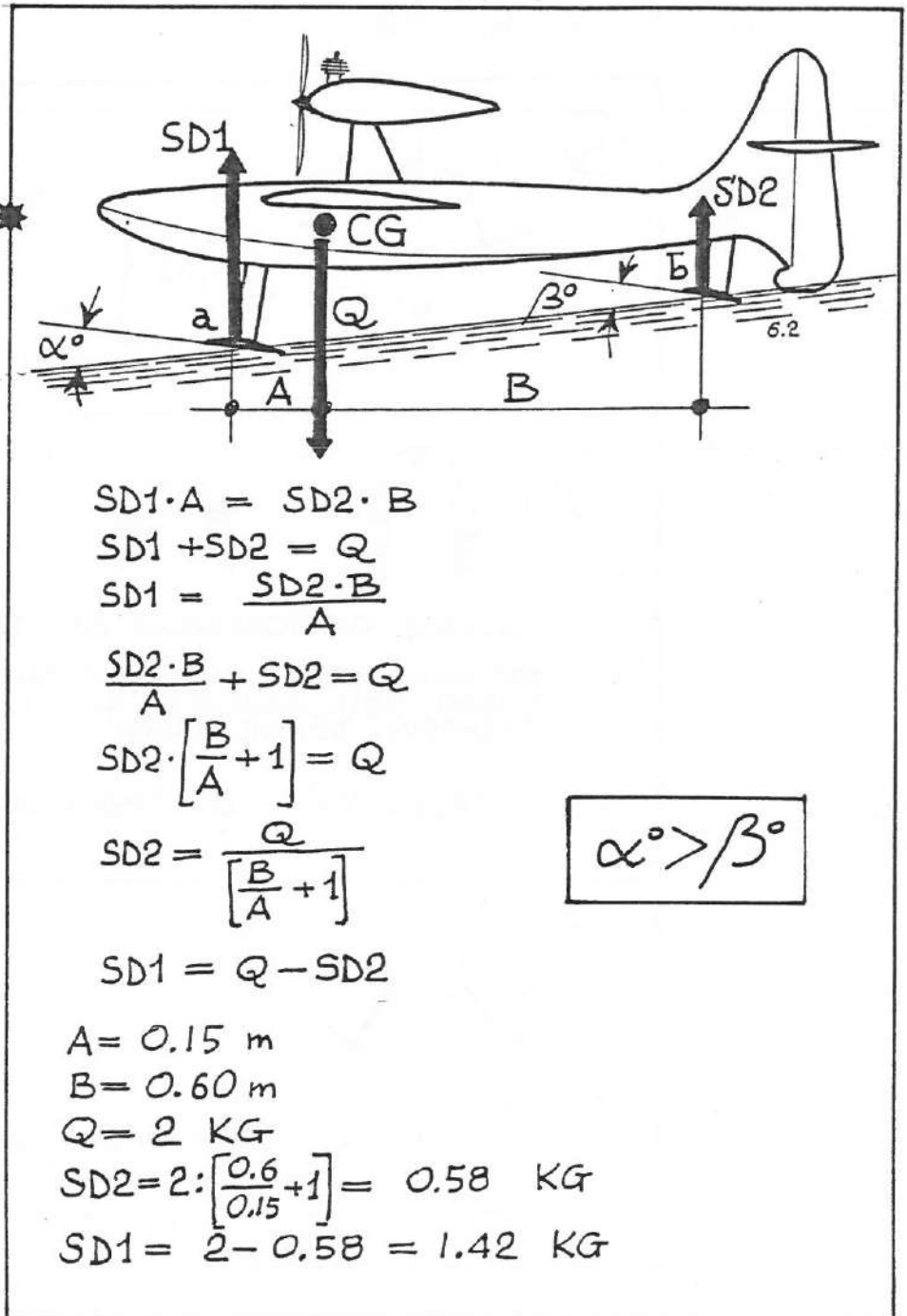


FIG. 6.2

$$S_b = 0.58 / 25 \cdot 6^2 = 0.58 / 25 \cdot 36 = 0.58 / 900 = 0.00064 \text{ m}^2 = 6.4 \text{ cm}^2$$

Si tratta di valori molto piccoli, che sembrano in accordo con quelli dell'idrocorso radioguidato Pegna Pc-7, presentato dal francese Vassel alla Coppa Schneider 1987 e 1988.



FIG. 6.3

Per verificare quanto sopra detto e per avere elementi di progettazione più sicuri, è necessario fare una piccola digressione, e rifarsi alle notevoli esperienze che sono state fatte con gli aliscafi.

Per quanto riguarda il sollevamento fuori dall'acqua mediante la spinta

idrodinamica, aliscafi ed idroplani si equivalgono : le varietà di configurazioni di alette, che si sono iniziate a sperimentare già nel secolo scorso (non sono, in altre parole, una invenzione moderna) si possono ricondurre a tre tipi fondamentali (FIG. 6.3).

A) Aletta con diedro frontale a V oppure curvilineo (In aeromodellismo diremmo con diedro semplice oppure ellittico).

A riposo sono totalmente immerse oppure possono affiorare dalla superficie dell'acqua. In azione sono stabilizzate lateralmente dal predetto diedro, mentre la differenza d'incidenza (calettamento) tra le alette prodriere e quelle di poppa assicura la stabilità direzionale.

In altri termini, c'è un vero e proprio "diedro longitudinale", come in qualsiasi aerodina (aeromodelli compresi).

B) Alette montate in serie una sull'altra, dette "a persiana" oppure "a scaletta".

La stabilità trasversale è assicurata dalla emersione più o meno spinta di una persiana rispetto all'altra.

Sono poco efficienti, come è facile intuire, a causa della grande resistenza offerta dai numerosi montanti necessari e dalle piccole dimensioni. A ciò si deve aggiungere l'interferenza reciproca, analogamente a quanto avviene con le aerodine multiplane (biplani, triplani, quadriplani, tandem).

C) Alette idroplane, che, al momento del decollo, sono a contatto con l'acqua solo con la superficie inferiore (che funziona, cioè, come una lastra piana). Hanno un rapporto apertura/corda (cioè allungamento) molto basso, da 1 a 3 circa. Esempi: Pegna Pc-7 , Aquavion olandese (aliscafo).

In generale, fin quando non subentrano fenomeni di sub-cavitazione e/o di cavitazione vera e propria (di solito oltre i 70 Km/h), ai quali si fa cenno in seguito, il funzionamento delle alette idroplane è del tutto analogo a quello delle ali profilate.

Si applicano quindi le leggi dell'aerodinamica, in quanto in entrambi gli elementi (aria ed acqua), i coefficienti adimensionali di corpi geometricamente simili sono uguali, se il loro numero di Reynolds è uguale, fatte salve alcune riserve che non è il caso di citare qui.

La spinta (portanza) idrodinamica delle alette idroportanti è data dalla nota relazione

$$SD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S_a \cdot V^2 \cdot CL_i \quad (6.3) *$$

dove

SD = portanza idrodinamica, Kg

ρ = densità dell'acqua, = 102 $\text{Kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$

S_a = superficie dell'aletta, m^2

V = velocità, m/s

CL_i = coefficiente di portanza idrodinamica (adimensionale)

Come si vede, la formula è identica a quella relativa alla portanza aerodinamica, ad eccezione dei valori numerici della densità ρ e del coefficiente CL_i . Di quest'ultimo si dirà più avanti, mentre per il valore ρ è d'obbligo un semplicissimo ragionamento.

La densità, indicata con il simbolo ρ , non è altro che il peso specifico (in Kg/m) del fluido in esame, diviso per l'accelerazione di gravità, G ($= 9.81 \text{ m/s}^2$).

Avremo quindi :

per l'aria

$$\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3 / 9.81 \text{ m/s}^2 = 0.125 = 1/8 \text{ Kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$$

per l'acqua

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3 / 9.81 \text{ m/s}^2 = 102 \text{ Kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$$

Il rapporto $102 : 0.125 = 816$ giustifica l'affermazione fatta nei capitoli precedenti : l'acqua è circa 800 volte più densa (e più pesante) dell'aria, con tutte le relative conseguenze.

- ★ A questo punto occorre mettere in guardia i lettori circa la confusione che potrebbe sorgere tra la formula (6.1) e la (6.3). La prima non è altro che la primitiva formula indicata da Newton, nella quale il fattore K è il prodotto della densità ρ per il coefficiente di portanza CL_i , cioè $K = \rho \cdot CL_i = \text{circa } 25$. Ciò significa che i pionieri delle pinne idroportanti avevano calcolato e/o misurato valori di CL_i pari a $K/102 = 25/102 = 0.24$ circa, per lamelle di acciaio, sottilissime e taglienti, del tipo D (FIG. 6.4).

Per ottenere una buona efficienza, cioè un elevato rapporto tra portanza e resistenza, sarebbe auspicabile l'adozione di un profilo sottile a forte curvatura e concavità, (tipo A), ma la subcavitazione è purtroppo sempre in agguato, anche a bassa velocità.

A velocità elevate (verso i 70 Km/h) si sviluppano, sul dorso delle alette, delle piccolissime bolle di vapore d'acqua (subcavitazione, fino a quando le bollicine non si uniscono tra loro, in particolari condizioni, formando bolle molto più grandi). La densità apparente dell'acqua diminuisce e quindi anche i coefficienti ne risentono : la diminuzione del coefficiente di **resistenza** è utile, mentre la diminuzione di quello di portanza è nocivo.

Infatti, in certe forme di galleggianti si cerca di convogliare aria sotto allo scafo, allo scopo di ridurre l'attrito (e quindi la resistenza), dato che la miscela aria-acqua è meno densa e meno viscosa dell'acqua.

La subcavitazione può avvenire anche per aspirazione d'aria sul dorso delle pinne (dove la pressione è minore), quando si trovano a breve distanza dal pelo liquido, con drastica riduzione della idroportanza, come è indicato nella FIG. 6.4 - E .

Sembra evidente la convenienza di realizzare alette con un discreto allungamento, visto che il coefficiente di spinta praticamente si dimezza immediatamente sotto il pelo liquido.

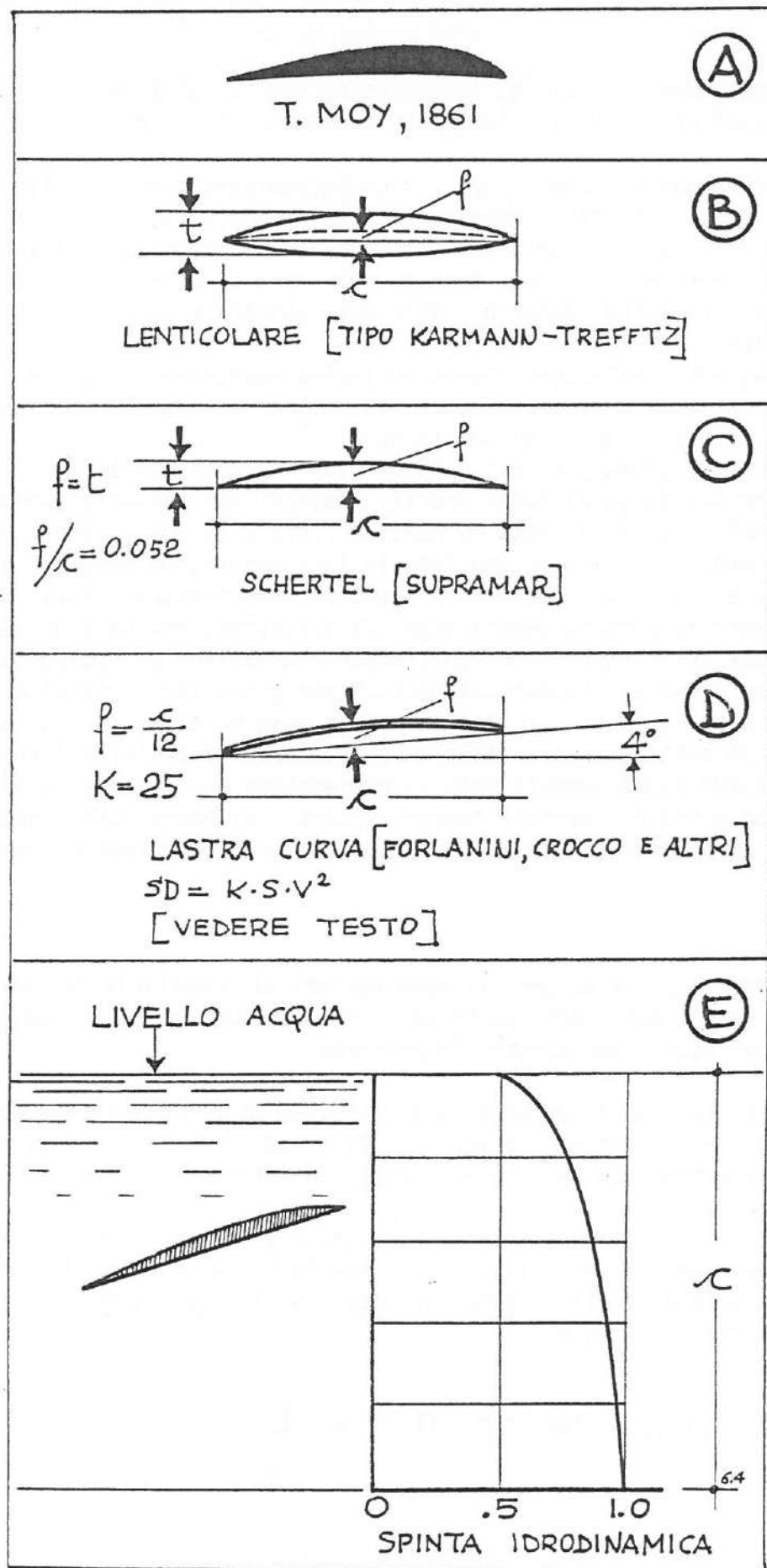


FIG. 6.4

Su cavitazione, sub-cavitazione, supercavitazione, e sui problemi che ne derivano, esiste una poderosa letteratura, che non si può certo sintetizzare qui.

In pratica si ha cavitazione quando, in un determinato punto del liquido, si verifica una fortissima differenza tra la pressione statica e quella dinamica (circa una atmosfera). Il rapido movimento di una parte meccanica (pala d'elica, pinna idroportante) può innescare la formazione di bollicine di vapore, o favorire l'inglobamento d'aria dall'atmosfera (con gli stessi effetti pratici).

Dallo stato di sub-cavitazione (tante bollicine suddivise) è facile arrivare alla cavitazione vera e propria, quando le bollicine si uniscono formando grosse bolle, visibili anche ad occhio nudo.

Queste bolle (che presentano una qualche vaga analogia con le "bolle" che si formano sul dorso di certi profili laminari per aeromodellismo), non "esplodono", come si è letto su qualche rivista nautica a carattere divulgativo, bensì, qualche attimo dopo la loro formazione vengono, di colpo, riempite dall'acqua, che vi penetra a velocità elevatissima ; sulle pale di eliche veloci si possono vedere segni di abrasione, dovuta a questa violenta azione dell'acqua. Semmai, bisognerebbe parlare di "implosione". Esistono anche superfici "supercavitanti" per pinne idroportanti e pale d'elica, nelle quali il profilo è tale che la grande bolla si forma sul dorso, ma ad una certa distanza dalla superficie profilata (cioè dietro ad essa) senza alcun danno. Aumenta così la depressione sul dorso e quindi la portanza della pinna. Con profili "supercavitanti" si hanno pinne idroportanti piccolissime ; in aeromodellismo, tuttavia, tale discorso sembra prematuro.

Benchè esistano migliaia di profili sperimentati alla galleria del vento da diversi enti (NACA, DVFL, RAF, Gottinga, Eiffel, ONERA, ecc.), in realtà solo pochissimi sono adatti per alette idroportanti.

Negli aliscafi, la prassi corrente vede l'impiego di profili lenticolari a doppio arco di cerchio, tipo Karmann-Trefftz (FIG. 6.4 - B) e, soprattutto di profili con extradosso ad arco di cerchio ed intradosso piatto (tipo C della FIG. 6.4).

Per questi ultimi profili, il Rif.26, allo scopo di minimizzare i problemi di cavitazione (anzi di sub-cavitazione date le basse velocità dei modelli volanti), suggerisce che il massimo coefficiente di spinta idrodinamica, CL_i , non debba superare il valore

$$CL_{i_{max}} \leq \frac{\pi}{2} \cdot \sigma - 4 \cdot t \quad (6.4)$$

dove

CL_i = coefficiente di spinta idrodinamica ad incidenza 0°

π = 3.14

σ = indice di cavitazione, = p/q

p = pressione statica (qualsiasi unità di misura)

q = pressione dinamica (qualsiasi unità di misura)
 t = spessore massimo del profilo, t/c %
 c = corda del profilo

A bassissime velocità, il valore σ si può considerare uguale ad 1 : ad esempio, nel caso del profilo tipo C della FIG. 6.4, si avrebbe

$$CL_{i\max} = \left(\frac{3.14}{2} \cdot 1 \right) - (4 \cdot 0.052) = 1.36$$

L'aletta così potrà essere calettata ad una incidenza tale da NON superare il predetto valore di $CL_{i\max}$, cosa che - ovviamente - si può fare solo sperimentalmente.

Come è abbastanza intuitivo, maggiore è lo spessore del profilo, maggiore è la probabilità di innescare la cavitazione. Esistono formule empiriche, che suggeriscono la freccia massima (e quindi lo spessore massimo) tollerabile, in funzione di diversi fattori, quali la corda $\underline{c}$, ed il valore massimo di CL_i , ma dubitiamo che possano essere di pratica utilità in idro-aeromodellismo. In pratica, la cavitazione viene evitata partendo da valori di CL_i compresi tra 0.1 e 0.3 ; il valore $CL_i = 0.25$ viene suggerito per il dimensionamento preliminare.

Di mano in mano che l'aletta, con l'aumentare della velocità, si avvicina alla superficie dell'acqua, varia il rapporto $\sigma = p/q$ della relazione (6.4) e l'aria penetra nella parte sovrastante l'extradosso dell'aletta (dove la pressione è più bassa), riducendo la portanza.

L'inconveniente può essere notevolmente ridotto mediante piccoli schermi verticali (FIG. 6.5), Vedere a pagina 90.

Nel confrontare le alette (o pinne) idroportanti, impiegate sugli aliscafi e sugli (ipotetici per ora) idroplani, sono d'obbligo alcune considerazioni fondamentali.

Quando le alette sono interamente sommerse, abbastanza al disotto del livello dell'acqua (almeno per una profondità pari alla corda $\underline{c}$, FIG. 6.4), valgono le consuete considerazioni circa la forma in pianta :

- a) il rendimento idrodinamico (portanza/resistenza) migliora con l'aumentare dell'allungamento. Il limite, quì, è costituito dall'esigenza di avere una struttura estremamente rigida.
- b) la pianta ellittica è quella che assicura la minor resistenza indotta, secondo la legge di Prandtl. L'andamento ellittico della portanza, lungo l'apertura alare, si può anche ottenere mediante svergolamento idrodinamico (cioè variazione di profilo) e/o geometrico (cioè variazione di incidenza), però con una certa difficoltà costruttiva.

Gli aliscafi sono progettati per navigare con le alette idroportanti sempre immerse, totalmente oppure parzialmente, secondo i tipi.

Nel caso di pinne semisommerse, "surface piercing" per gli anglosassoni, (configurazione tipica degli aliscafi costruiti dai Cantieri Rodriguez di Messina su brevetti iniziali del barone tedesco Von Schertel della SUPRAMAR di Zurigo), già in fase di progetto si tiene conto del coefficiente effettivo di portanza idrodinamica, CLi^* , il quale varia notevolmente in funzione di parametri noti, quali l'allungamento della parte immersa e del diedro, per via della citata subcavitazione (cioè infiltrazione d'aria), nonché di una considerazione semplicissima.

Negli aeromodelli non ci preoccupiamo molto del diedro, mentre nelle alette idroportanti, a causa del valore elevato di ϑ° (da 15° a 30° circa) la componente verticale SD_v è notevolmente inferiore alla spinta totale SD perpendicolare alla superficie dell'aletta (FIG. 6.8).

Conseguentemente, dal coefficiente CLi si arriva al coefficiente di spinta effettivo, CLi^* mediante un gradiente CLi' , calcolato con una relazione complessa del tipo

$$CLi' = \frac{2 \cdot \pi \cdot \eta}{1 + \left(\frac{z \cdot \eta}{\lambda} \right)} \quad (6.5)$$

dove

$\pi = 3.13$

$\eta =$ efficienza, oscillante tra 0.7 e 0.9

$z =$ funzione complessa del diedro ϑ° , sempre inferiore a 2

$CLi' =$ gradiente di CLi

In definitiva

$$CLi^* = CLi \cdot CLi' \quad (6.6)$$

Si osservi, al riguardo la FIG. 6.6, che dà il valore di CLi' (cioè del gradiente di CLi) relativo al profilo tipo C, con spessore massimo del 5.2 % : i dati si riferiscono a velocità analoghe a quelle degli idromodelli al decollo (25÷35 Km/h).

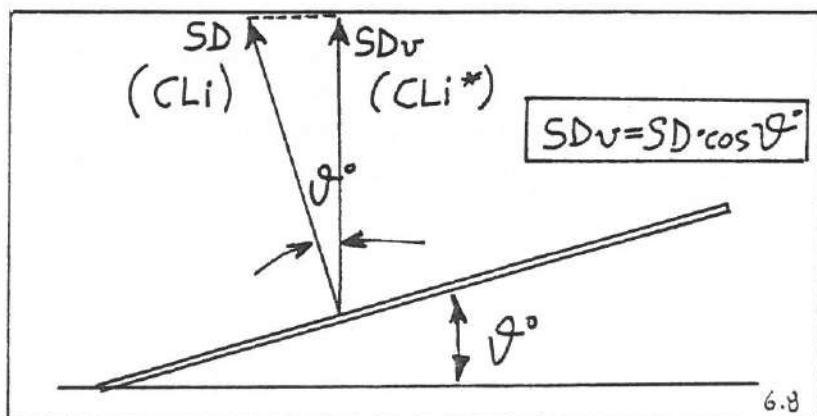


FIG. 6.8

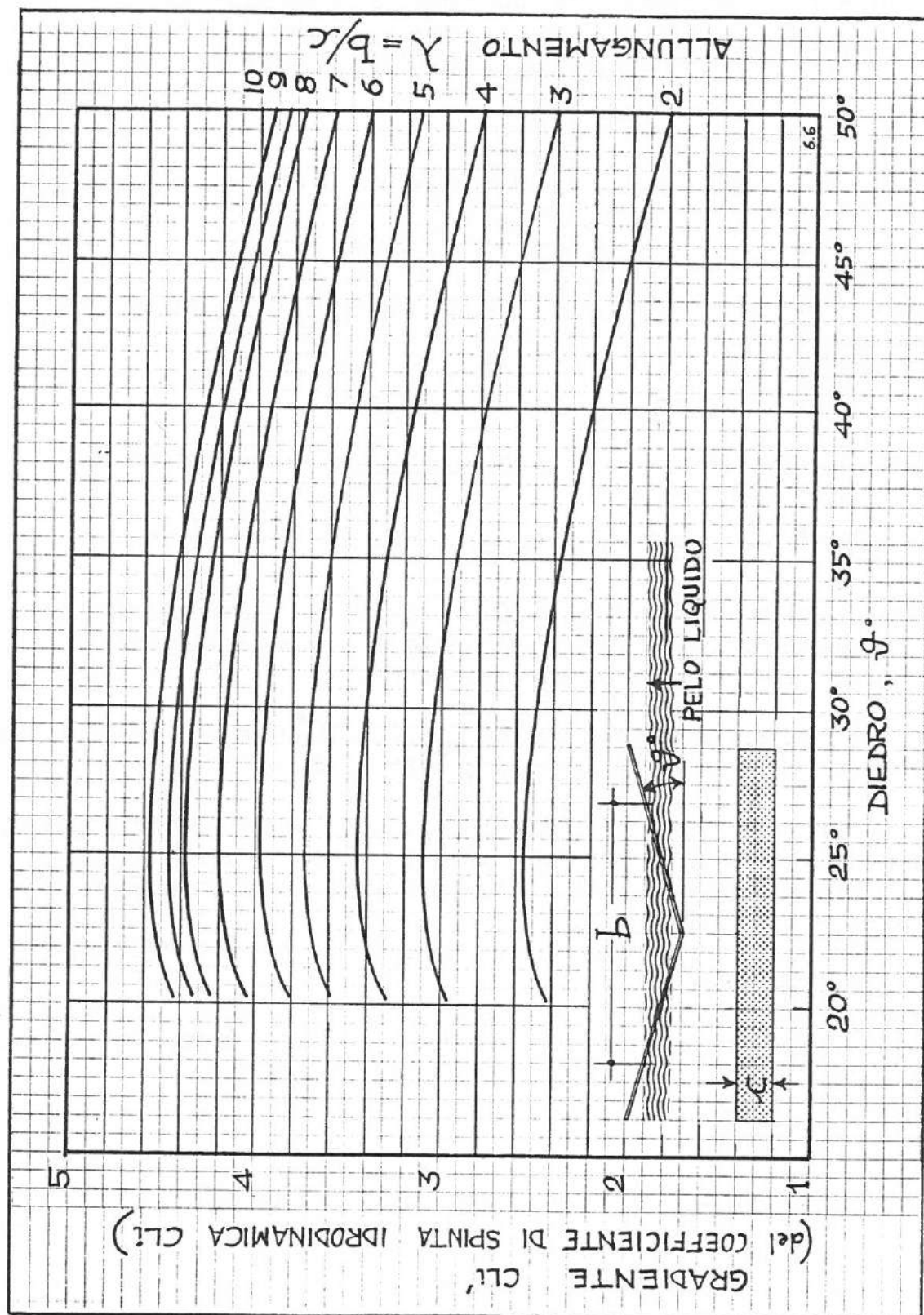


FIG. 6.6

E' probabile (anche se l'autore non ha potuto verificarlo direttamente) che il grafico di Fig.6.6 sia stato tracciato assumendo che i coefficienti CL_i disponibili siano stati determinati per allungamento $\lambda = 1$ (Condizione non inconsueta per prove in vasche idrodinamiche).

Assumendo per CLi un valore medio di 0.25, per alette del tipo C, con incidenza $\alpha = 0^\circ$, il grafico di FIG. 6.6 consente di calcolare il coefficiente di spinta effettivo CLi^* , durante le varie fasi di immersione. Ciò appare evidente dai seguenti esempi, assumendo per tutti $\vartheta = 25^\circ$

1) Allungamento $\lambda = 10$

Dal grafico si ricava $CLi' = 4.58$

Quindi in tali condizioni, con l'aletta sommersa al massimo (per quel particolare tipo di configurazione) si avrà

$$CLi^* = 4.58 \cdot 0.25 = 1.145$$

2) Con l'emersione dell'aletta, dovuta all'incremento di velocità, si avrà allungamento $\lambda = 5$.

Dal grafico si ricava $CLi' = 3.73$, per cui

$$CLi^* = 3.73 \cdot 0.25 = 0.93$$

3) In prossimità del decollo, si ha allungamento $\lambda = 2$; dal grafico si ricava $CLi' = 2.55$, per cui

$$CLi^* = 2.55 \cdot 0.25 = 0.63$$

Il coefficiente di portanza effettiva, CLi^* , risulta praticamente dimezzato : è ovvio che questo fatto deve essere compensato da un adeguato aumento di velocità (sempre che ci sia la potenza necessaria).

★ Il grafico di FIG. 6.6 indica inoltre che il diedro ϑ° ottimale è compreso tra 23° e 26° circa (Nel Pegna Pc-7 si aveva $\vartheta = 21^\circ$ circa).

Le predette considerazioni si riferiscono ad aliscafi veloci, per mare aperto, progettati a suo tempo dalla SUPRAMAR : per aliscafi commerciali, di stazza elevata, il diedro frontale scende a valori più bassi, essendo destinati ad operare in acque più tranquille.

Il diedro si riduce a quasi 0° per gli aliscafi russi, operanti sulle placide acque del Don e del Volga.

Nel fare queste considerazioni occorre tenere presente il nostro obbiettivo primario : a differenza dell'aliscafo, che naviga sempre in acqua, l'idroplano se ne deve staccare, quindi il sistema di alette deve essere disegnato tenendo conto di questa esigenza.

L'autore non ha reperito informazioni attendibili circa la variazione di CLi (e quindi di CLi^*) in funzione dell'angolo d'attacco, .

Applicando il gradiente CLi' della FIG. 6.6 si ottengono valori elevatissimi (fino a $CLi^* = 11$), nonchè curve ad andamento rettilineo, che lasciano perplessi.

D'altra parte, i pochissimi idrovolanti contemporanei, trasformati in idroplani sperimentali, sono muniti di alette idrodinamiche piccolissime.

All'istante del decollo, l'aletta risulta bagnata solo sulla superficie inferiore; si comporta, cioè, come il fondo piatto di una carena planante. In tali condizioni, il coefficiente di portanza idrodinamica, CL_i^* , si riduce drasticamente: l'ing. Pegna aveva calcolato, per il Pc-7, che il valore diventava circa 1/4 di quello iniziale (più o meno in accordo con i dati della FIG. 6.6, tracciata alcuni decenni più tardi).

La FIG. 6.7 ci mostra l'efficienza di una lastra piana, scivolante sull'acqua a bassa velocità, per diversi valori d'incidenza: a conferma di quanto indicato in FIG. 2.2, si nota che l'efficienza massima (circa 7) e la resistenza minima si hanno ad una incidenza di circa 4° (che è quella ottimale per il decollo).

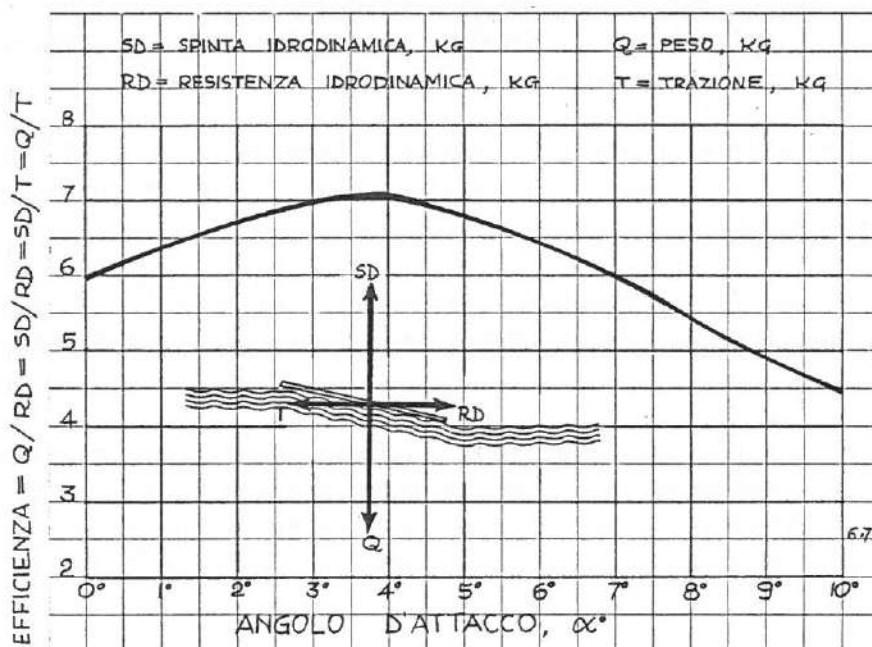


FIG. 6.7

Quando l'aletta scivola sulla superficie dell'acqua (come nel caso del Pegna Pc-7 al decollo e dell'aliscafo olandese Aquavion), l'allungamento ottimale risulta compreso tra 1 e 2.5 circa (in accordo con quanto affermato a pag.22, a proposito dei galleggianti a fondo piatto).

Idealmente, in un idroplano radioguidato, al momento del decollo, le alette anteriori dovrebbero trovarsi a circa 4° d'incidenza, rispetto al pelo liquido, mentre inferiore dovrebbe risultare l'incidenza dell'aletta di coda.

Nel Pegna Pc-7, il rapporto tra i bracci di leva baricentrici A e B della FIG. 6.2 è uguale a circa 1 : 5.5.

In linea teorica (come avviene con gli aliscafi), gli idroplani possono avere configurazioni diverse da quella "convenzionale" del Pegna Pc-7 ; si possono ideare configurazioni in "tandem" (cioè con alette anteriori e posteriori praticamente uguali, come nel "Pou du Ciel", oppure "canard", (come nell'aliscafo olandese "Aquavion"), purchè superfici, incidenze e profili vengano realizzati in modo da ottenere un diedro longitudinale, indispensabile per la stabilità idrodinamica.

I dati esatti relativi alle incidenze del Pegna Pc-7 non sono stati reperiti dall'autore : sembrerebbe, tuttavia, che l'aletta di coda sia stata calettata a - 4°, a riposo, rispetto al pelo liquido.

All'inizio del decollo, le alette anteriori mostrano una incidenza di 10°, sempre rispetto al pelo liquido : si presume che, sollevata fuor d'acqua la pinna poppiera (come un aeroplano convenzionale solleva il ruotino di coda), le alette anteriori del Pegna Pc-7 diminuissero l'incidenza gradualmente, sino a raggiungere quella ottimale per il decollo (circa 4°).

In ogni caso, alette di adeguato allungamento (tenendo conto delle esigenze di rigidità costruttiva) assicurano una maggior stabilità direzionale durante tutta la fase del decollo.

Valgono al riguardo, le considerazioni relative al metacentro, già fatte a proposito dei galleggianti : concettualmente basta sostituire la portanza idrodinamica (fornita dalle alette idroportanti), alla spinta idrostatica dei galleggianti.

Negli idrovolanti "full size", che hanno sperimentato l'aggiunta di alette idrodinamiche alla configurazione convenzionale a scafo centrale, si è
 ★ constatato che l'altezza d'onda tollerabile risulta raddoppiata.
 E' logico supporre che ciò possa avvenire anche per gli idromodelli.

A completamento di questo capitolo, ritengo doveroso riportare alcune informazioni, gentilmente fornitemi dall'ing. Paolo Ferrari di Varese, (costruttore di un Pegna Pc-7 radioguidato), il quale le ha desunte da una pubblicazione inglese ("Surface Piercing Hydrofoils"). Secondo tale fonte, lo spessore ideale delle alette per aliscafi (sempre del tipo C) è del 9% : in tal caso si ha $CL_i = 0.5$. Il valore CL_i^* si può determinare con la relazione

$$CL_i^* = CL_i \cdot \eta \cdot \frac{\lambda}{\lambda + 2} \quad (6.7)$$

dove

CL_i^* = coefficiente effettivo di spinta idrodinamica

η = efficienza = 0.9 circa

λ = allungamento della parte immersa dell'aletta, $\lambda = b/c$ (FIG. 6.6)

Quanto alla resistenza delle alette idroplane, la predetta pubblicazione suggerisce la formula seguente, di evidente origine sperimentale,

$$CDI = CDi + CDa \quad (6.8) *$$

dove

CDI = coefficiente di resistenza idrodinamica totale

CDi = coefficiente di resistenza del profilo, = 0.014 per spessore pari al 9% di $\underline{c}$

CDa = coefficiente di resistenza addizionale, determinato con la relazione

$$CDa = \frac{2 \cdot CLi^{*2}}{\pi \cdot \lambda} \quad (6.9)$$

Conseguentemente la resistenza idrodinamica totale si determina con la formula seguente, del tutto analoga alla 6.3,

$$RD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Sa \cdot V^2 \cdot CDI \quad (6.10) *$$

dove

ρ = densità dell'acqua = 102 $Kg \cdot s^2 / m^4$

Sa = superficie effettiva della pinna, m^2

V = velocità, m/s

CDI = coefficiente di resistenza totale (Formula 6.8)

Usando i valori CLi^* per determinare la spinta idrodinamica secondo la formula (6.3), occorre avere l'avvertenza di considerare solo la proiezione orizzontale della superficie Sa : in pratica, basta moltiplicarne il valore per il coseno del diedro ϑ° .

Per comodità dei lettori, i valori di coseno per gli angoli relativi ad ipotetici idroplani sono riportati qui di seguito :

Angolo	Coseno
10°	0.9848
15°	0.9659
20°	0.9397
25°	0.9063
30°	0.8660
35°	0.8192

Avvertenza importante

Il lettore attento troverà in questo capitolo informazioni che non sempre collimano perfettamente tra di loro.

Ciò è dovuto alla estrema scarsità di letteratura tecnica specifica, nonché alla impossibilità di trovare riscontri pratici, visto che gli idroplani ("full size" e modelli volanti) sono rari come le mosche bianche.

E' quindi auspicabile che aeromodellisti volenterosi, convinti delle grandi possibilità degli idroplani, si decidano a sperimentare le pinne idroportanti sui loro idromodelli radioguidati, partendo ovviamente da configurazioni semplici.

Solo con numerose esperienze sarà possibile verificare e/o modificare gli enunciati di questo capitolo, che ha -ovviamente- solo carattere informativo.

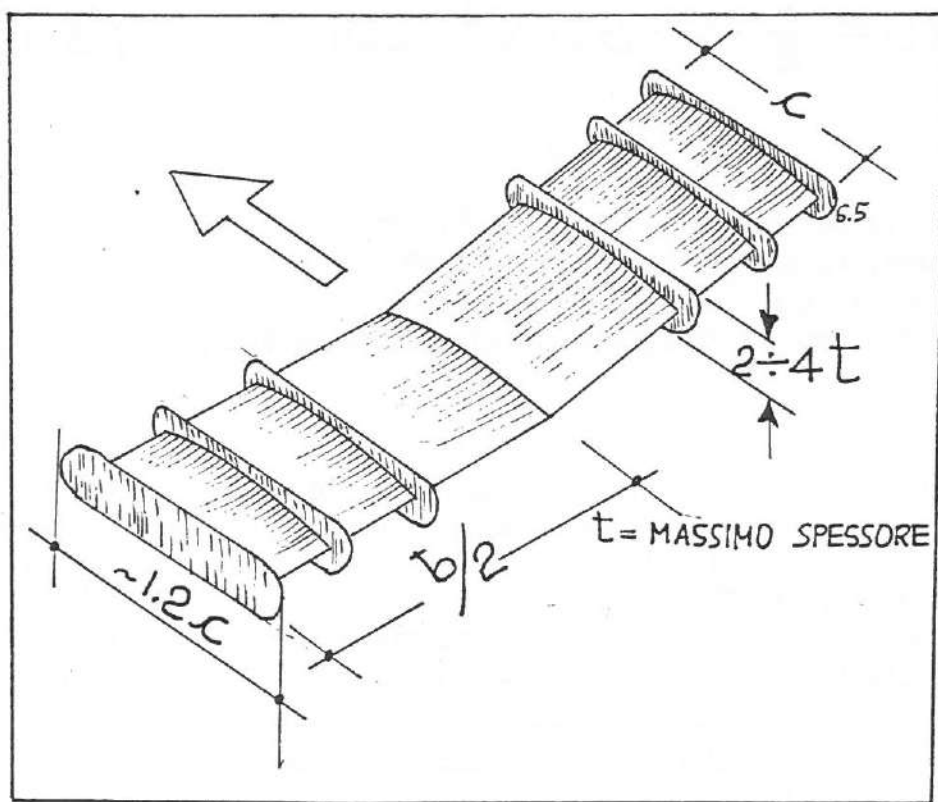


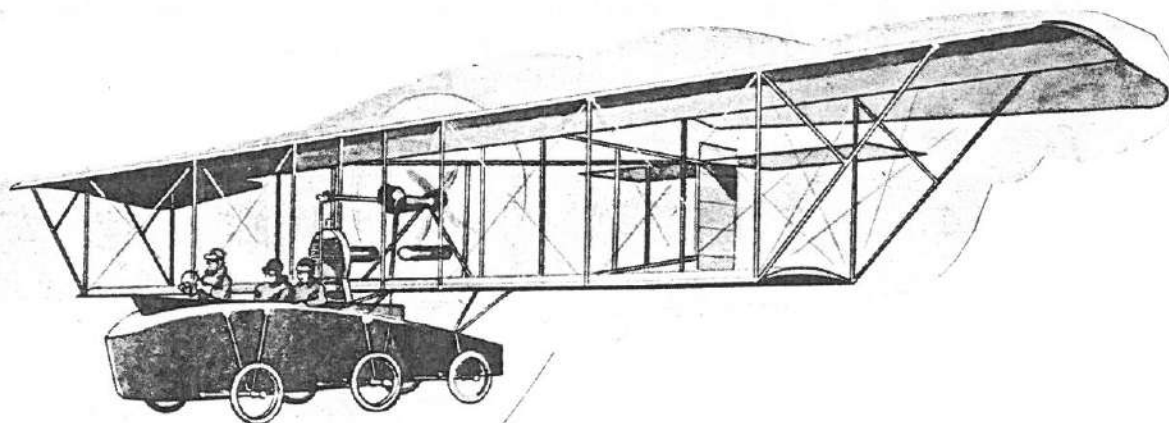
FIG. 6.5

TRITTICI

Desiderando progettare ex-novo un idromodello radiocomandato, può essere utile esaminare quanto è prassi corrente nella idroaviazione e nello idroaeromodellismo.

Qui di seguito, sono presentati trittici significativi di diverse realizzazioni, scelte di proposito tra quelle poco note : possono rivelarsi utili per definire la configurazione prescelta e/o il dimensionamento di massima.

In questo volumetto a carattere divulgativo, non si è parlato - di proposito - di tecnica costruttiva, reputando che chi si accinge a realizzare un idromodello abbia sufficiente esperienza al riguardo. Per lo stesso motivo, nulla si è detto sulla progettazione aerodinamica complessiva.



1912 VOISIN AMPHIBIAN
120 H.P. GEARED-DOWN CLER-
GET FOUR-IN-LINE ENGINE

- (1) SOKOL M1 E (Cecoslovacchia) - Versione idro di un noto aeroplano da turismo : notare la linea classica dei galleggianti.

MODELÁŘ 5/1974

- (2) IDROMODELLO DA PRIMATO (Miroslav Baryski,Polinia) - Notare la grande distanza tra i galleggianti, a causa dell'elevato allungamento alare, nonché le linee semplici ed efficaci.

MODELARZ 6/1978

- (3) QUEENIE TOO (USA) - (Dale Reed) - Idromodello da primato : notare la sezione frontale dello scafo centrale e dei galleggianti ausiliari.

FLYING MODELS 5/1973

- (4) FLUNDER (DDR) - (G.Roeckle) - Linee semplici e funzionali :notare la forma dello scafo centrale, che assomiglia vagamente alla configurazione "Dornier".

MODELÁŘ 1/1966

- (5) SHEARWATER (USA) - (Ken Willard) - Estrema semplicità costruttiva.

R/C MODELER MAGAZINE 1/1967

- (6) ŠAVROV S-7 (URSS) - Classico idrovolante anfibo per impieghi sportivi.

MODELÁŘ 11/1964

- (7) COOT - A (USA) - Noto anfibo americano, che è stato riprodotto in scala con ottimi risultati : notare i pattini ed i paraspruzzi, nonché la mancanza di galleggianti ausiliari, cosa possibile perchè il pescaggio è molto alto.Sino alla sezione H-H (circa) l'ala funge da aletta Dornier.

MODELÁŘ 8/1974

- (8) PUDDLEJUMPER (USA) - (Ken Willard) - Semplicissima configurazione a scafo centrale.

R/C MODELER MAGAZINE 8/1979

- (9) AIR SKIMMER (USA) - (Al Culver) - Riproduzione di un noto anfibio americano, assai stabile.

R/C MODELER MAGAZINE 10/1977

- (10) ŠAVROV S-2 (URSS) - Classico idrovolante anfibio per ricognizione e soccorso : notare l'aletta inferiore, che sostiene i due galleggianti ausiliari.

MODELÁŘ 10/1976

- (11) LUBLIN R-XIII bis (Polonia) - Elegante idrovolante, derivato da ricognitore militare prebellico : notare i galleggianti tipo "corsa", nonché l'elegante forma delle velature.

MODELARZ 8/1974

- (12) LWS - 5 (Polonia) - Idrosilurante dell'ultimo conflitto mondiale: a parte la antiestetica sfinestratura anteriore e le torrette per i mitraglieri, notare i galleggianti del tipo "corsa".

MODELARZ 11-12/1969

- (13) POOLBOY (USA) - Mini-idrovolante anfibio, biplano, radioguidato, dovuto a Ken Willard : chi ha detto che gli idro debbano esser per forza di grandi dimensioni e pesanti ?

MODEL BUILDER 9/1980

- (14) RYAN ST-A (USA) - Idrovolante derivato dal noto addestratore militare americano del periodo prebellico : perfette sono le proporzioni dei galleggianti.

R/C MODELER MAGAZINE 10/1973

- (15) MBR -2 (URSS) - Classico idrovolante militare russo, a scafo centrale e galleggianti stabilizzatori.

MODELARZ 8/1979

- (16) SV-19 SIMOUN (Italia) - (Silverio Valentinsig) -Originariamente progettato per volo libero, ottimo per versione radioguidata.

MODELLISMO 1/1949

- (17) TEAL (USA) - Riproduzione in scala del noto anfibio Falconar Teal, notevole per i particolari costruttivi : notare l'aletta inferiore che porta i galleggianti stabilizzatori, come nel Šavrov S-2.

FLYING MODELS 3/1973

- (18) CAPRONI Ca 100 (Italia) - Trasformazione in idro di un classico biplano terrestre degli anni 20 : notare i galleggianti del tipo "corsa" ed il piacevole proporzionamento generale.

MANUALE DI MANUTENZIONE CAPRONI

- (19) SCRECK F.B.A. 17 HT2 (Polonia) - Idrovolante per impieghi militari (anni 20) : notare la chiglia piatta, con i paraspurzzi.

MODELARZ 1/1970

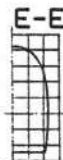
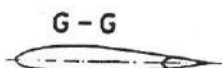
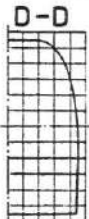
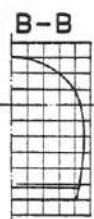
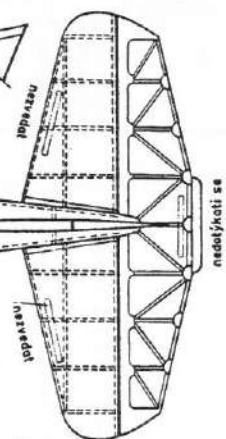
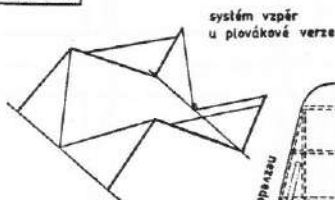
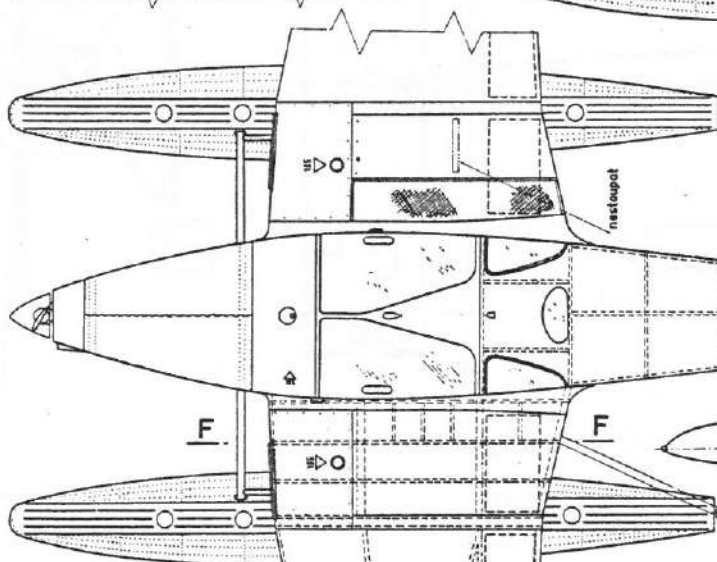
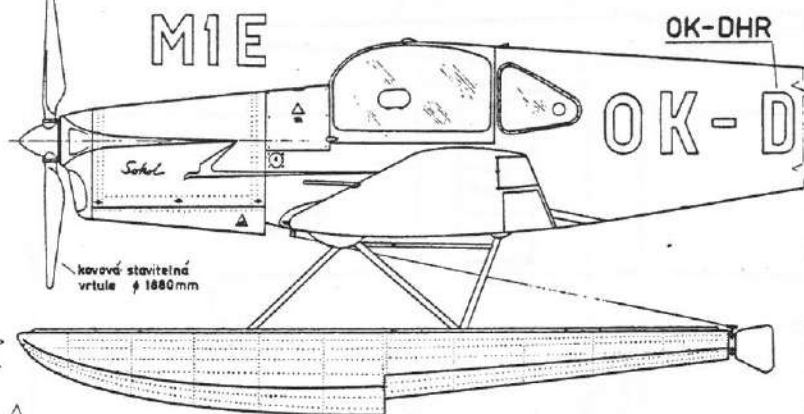
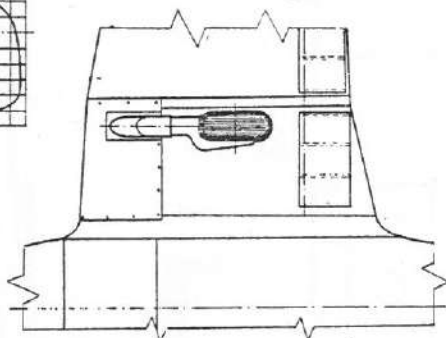
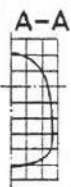
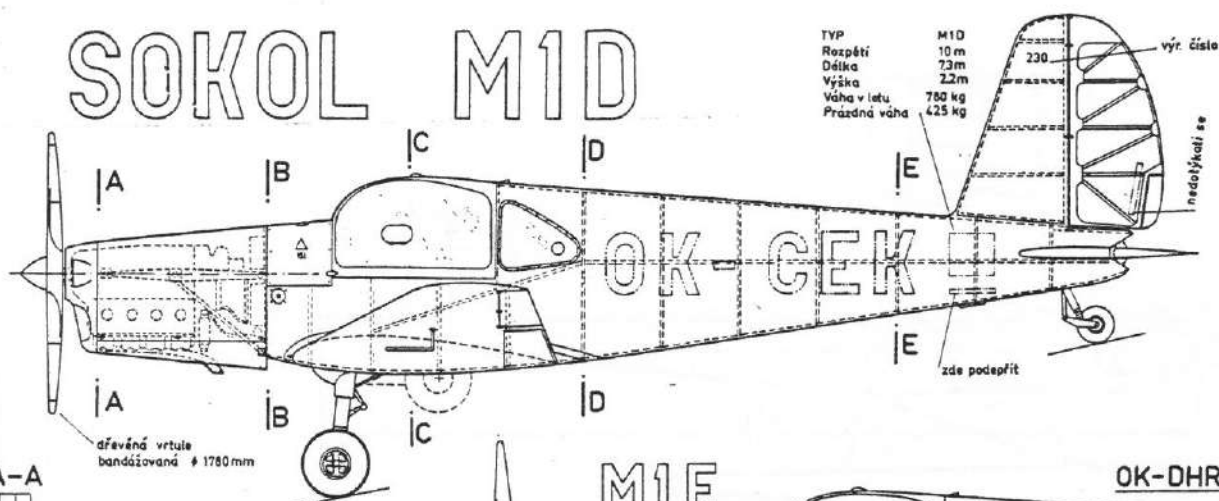
- (20) SV 18 BLUE-BIRD (Italia) - (Silverio Valentinsig) - Classico esempio di idromodello per volo libero, con alette stabilizzatrici tipo Dornier (prima maniera).

MODELLISMO 17/1948

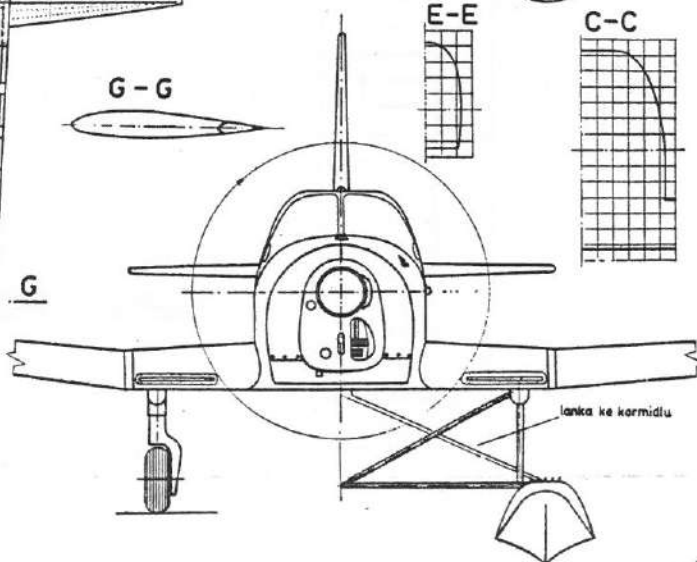
SOKOL M1D

TYP
Rozpětí
Délka
Výška
Váha v letu
Prázdná váha

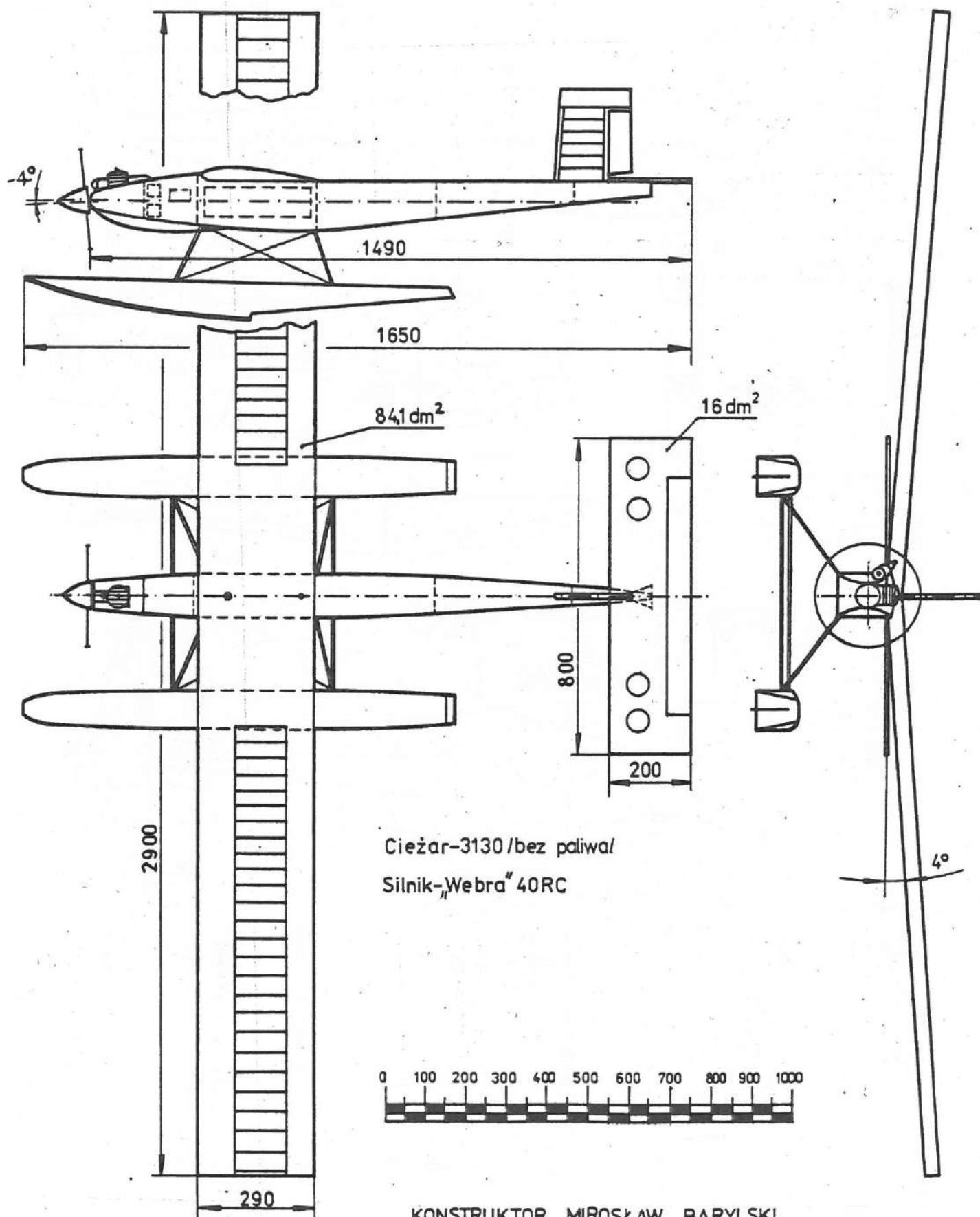
M1D
10 m
7,3 m
2,2 m
780 kg
425 kg

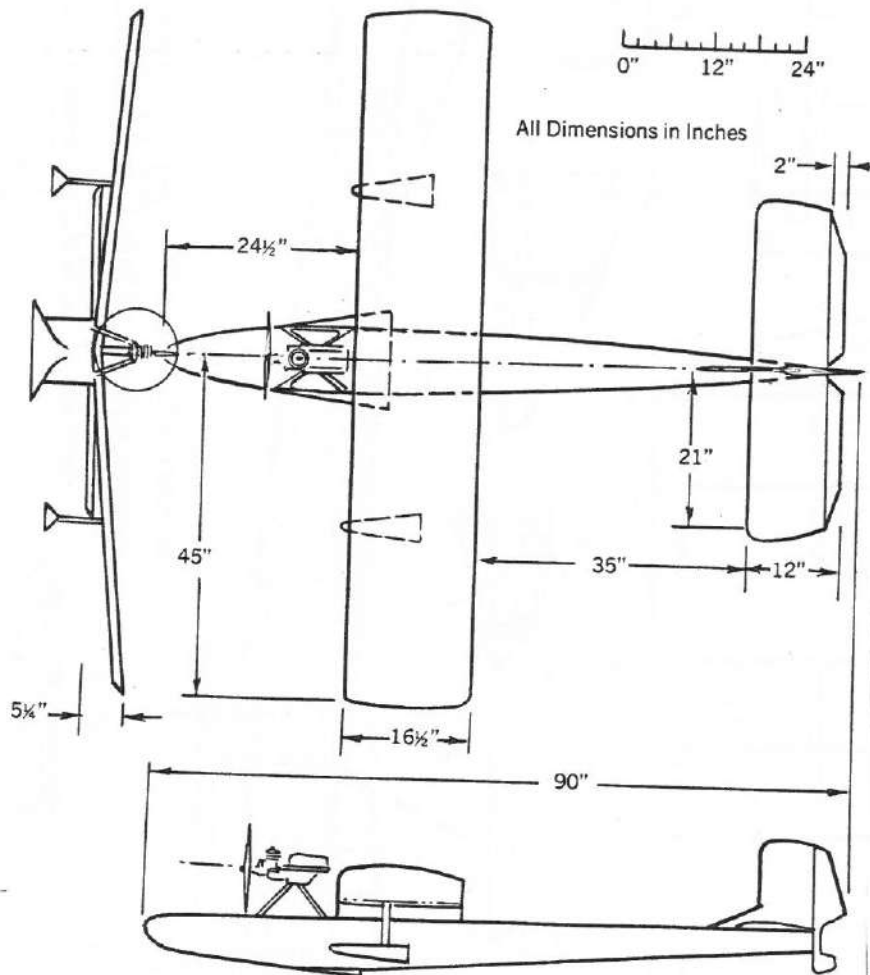


M 1:50



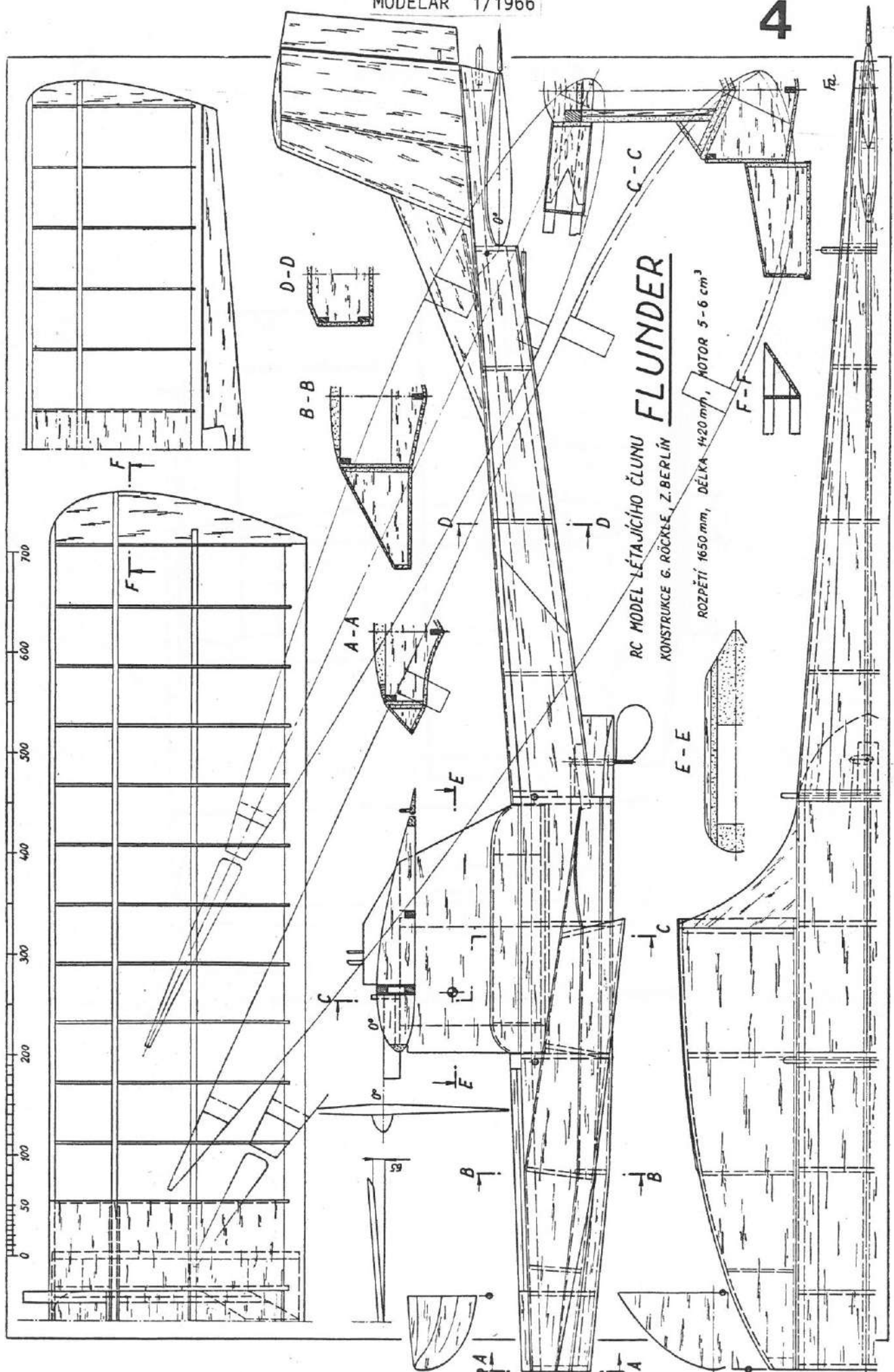
eb

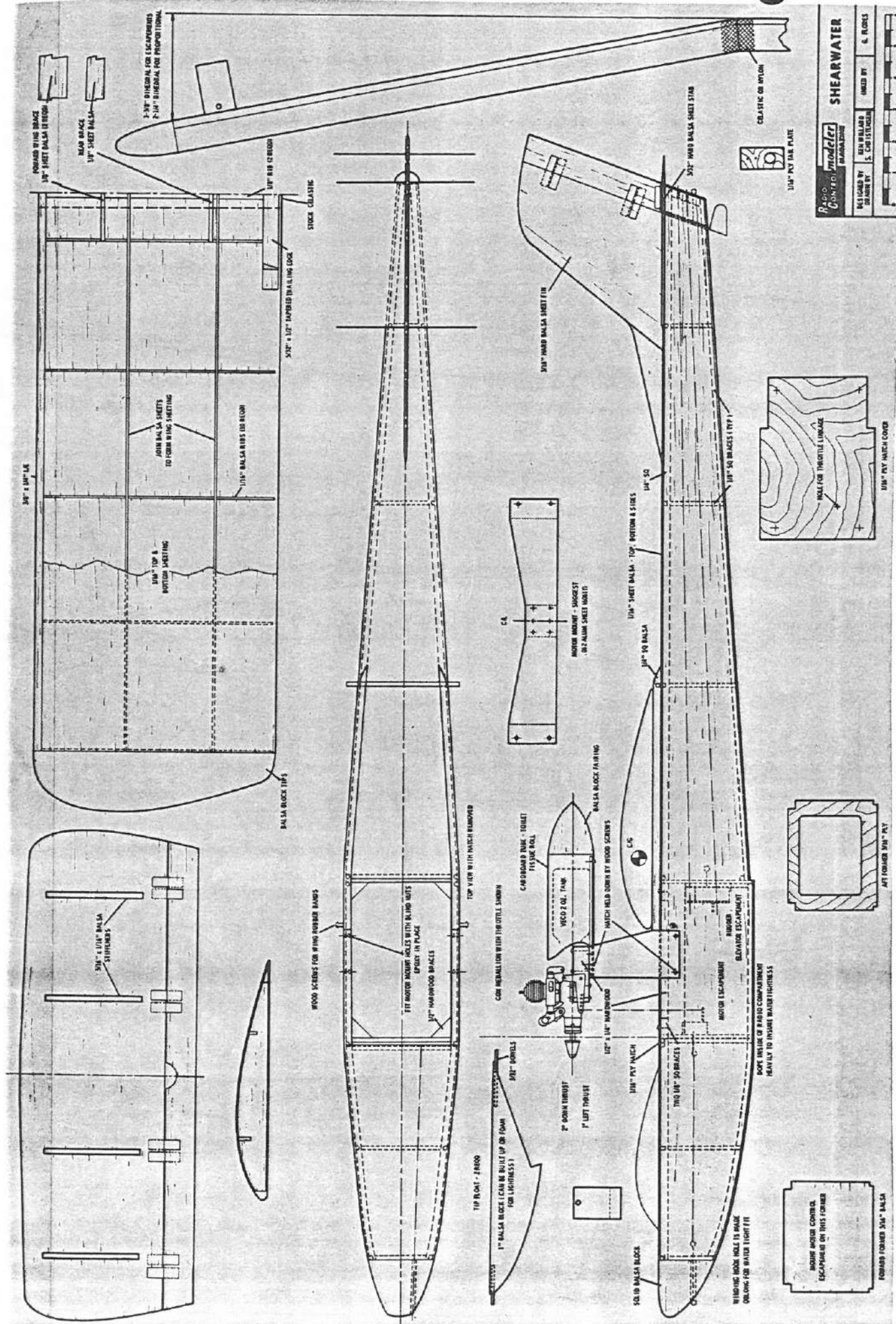


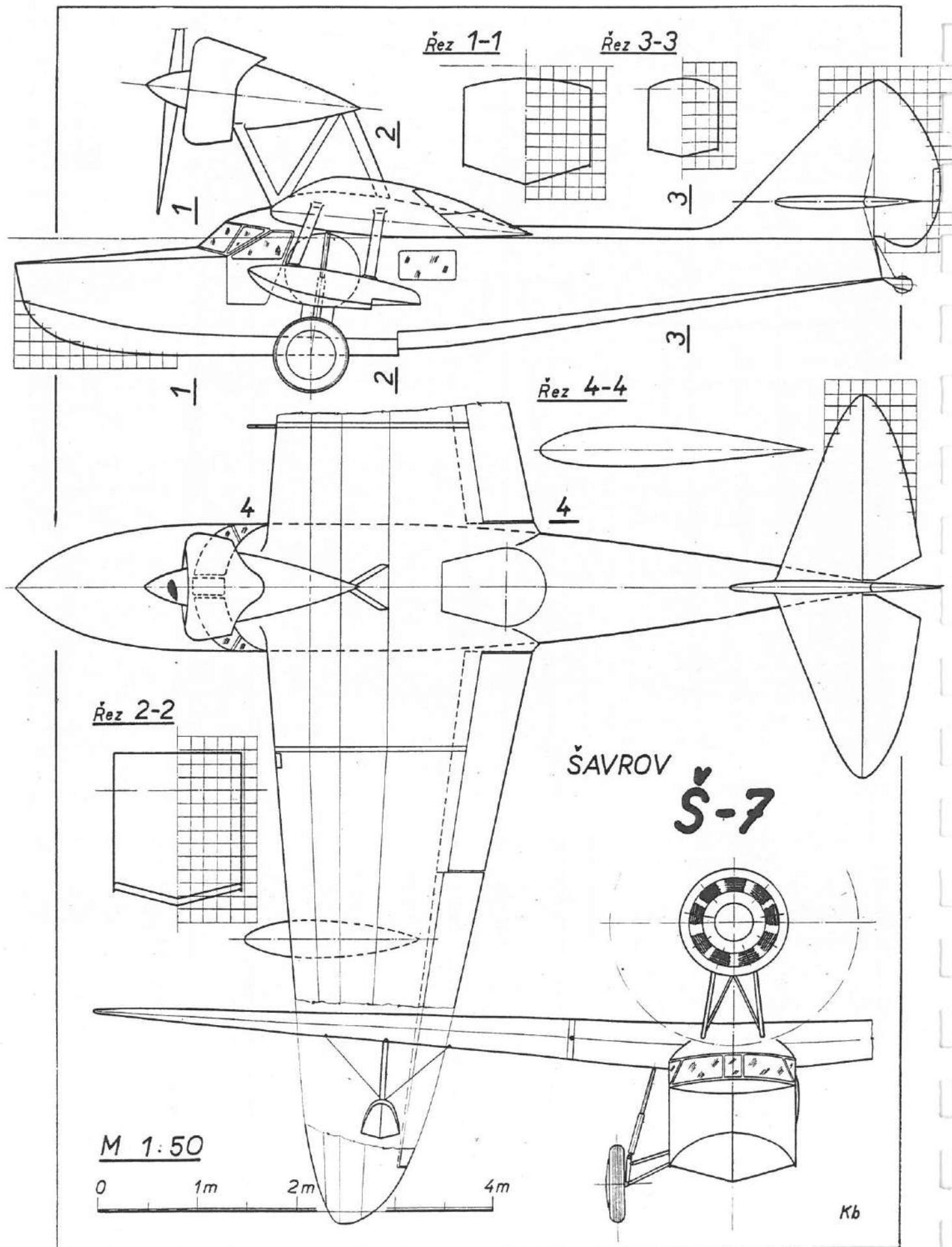


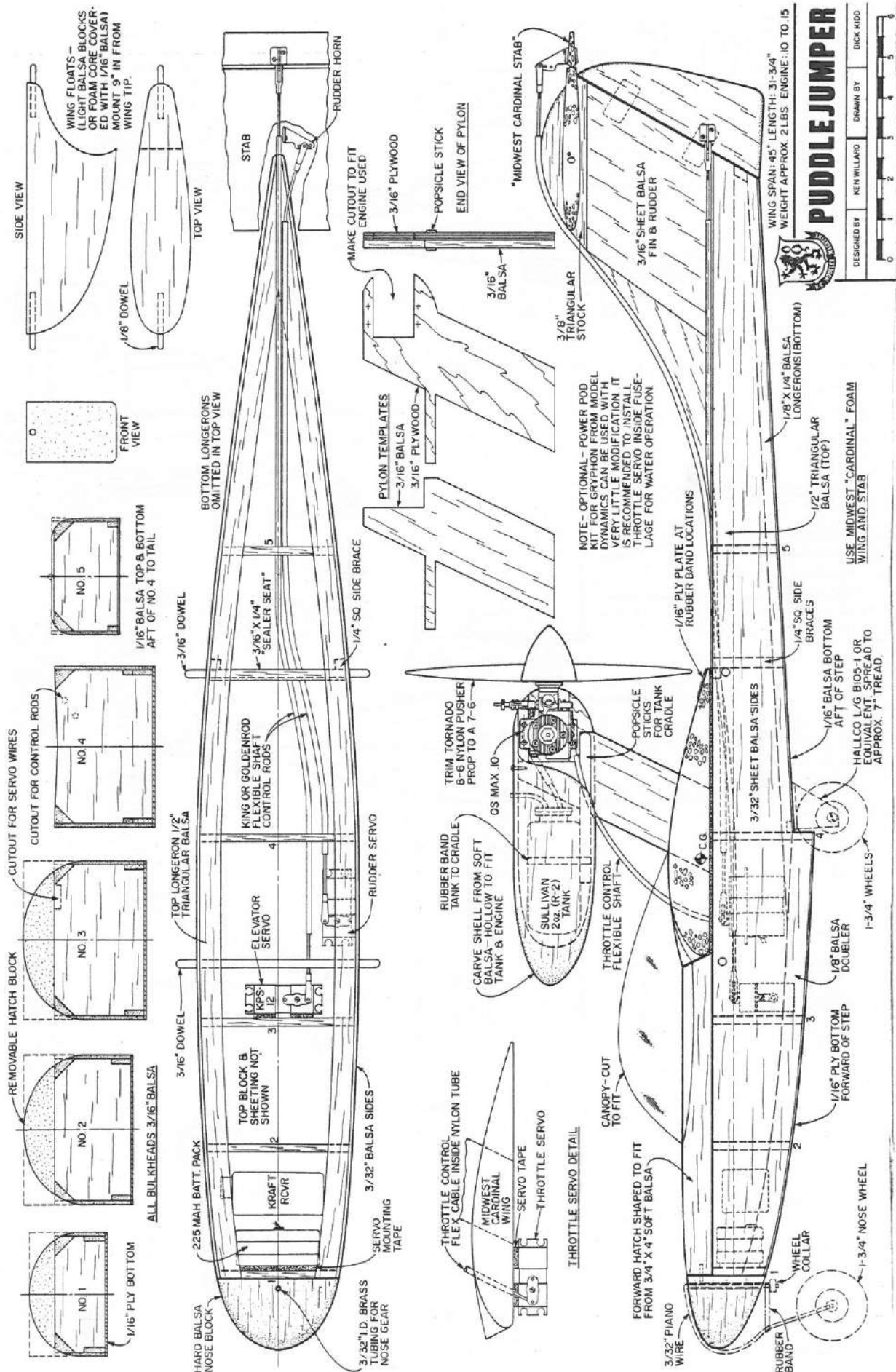
Designed by Dale Reed

"QUEENIE TOO" F.A.I. DISTANCE RADIO CONTROL SEAPLANE MODEL

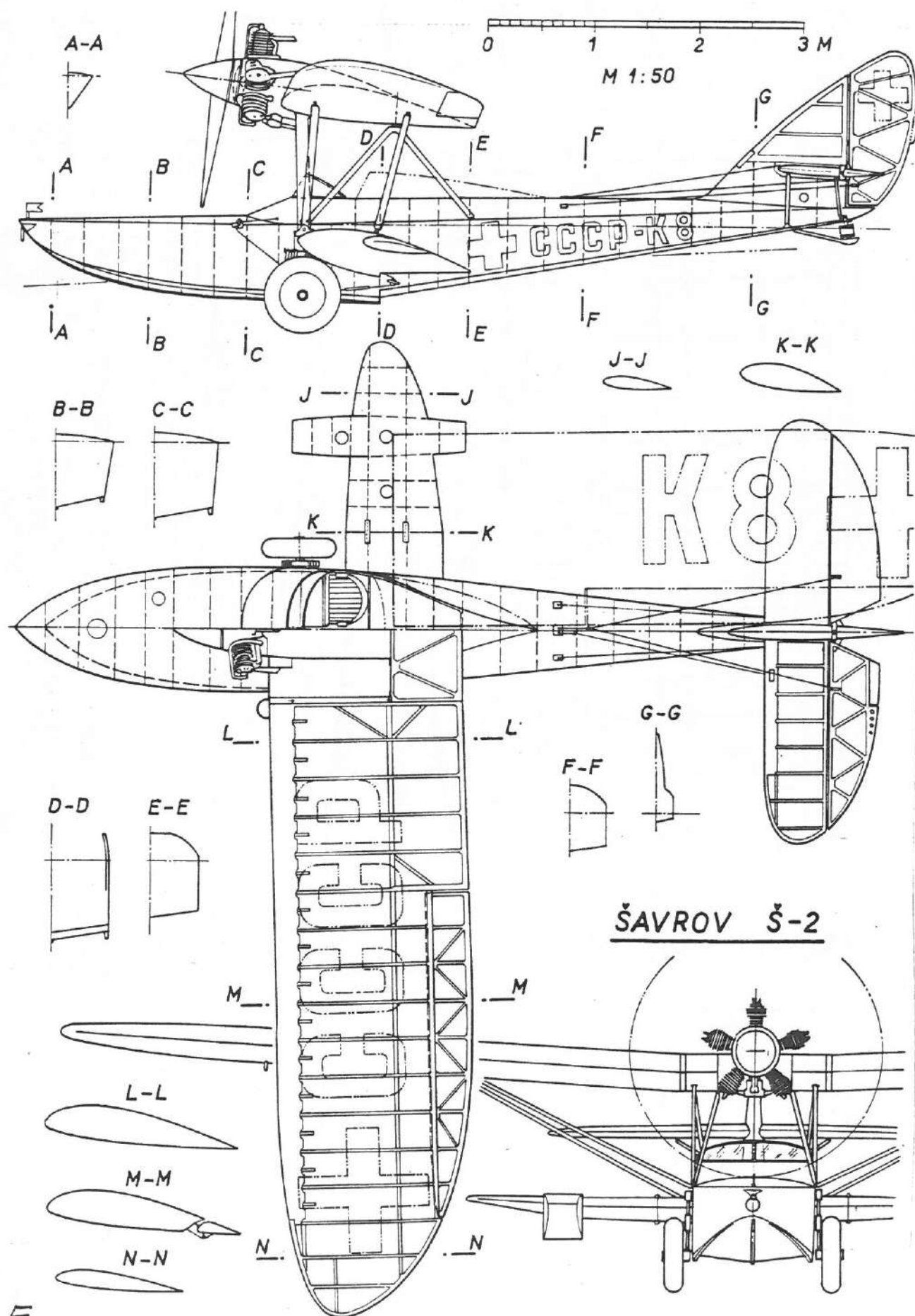






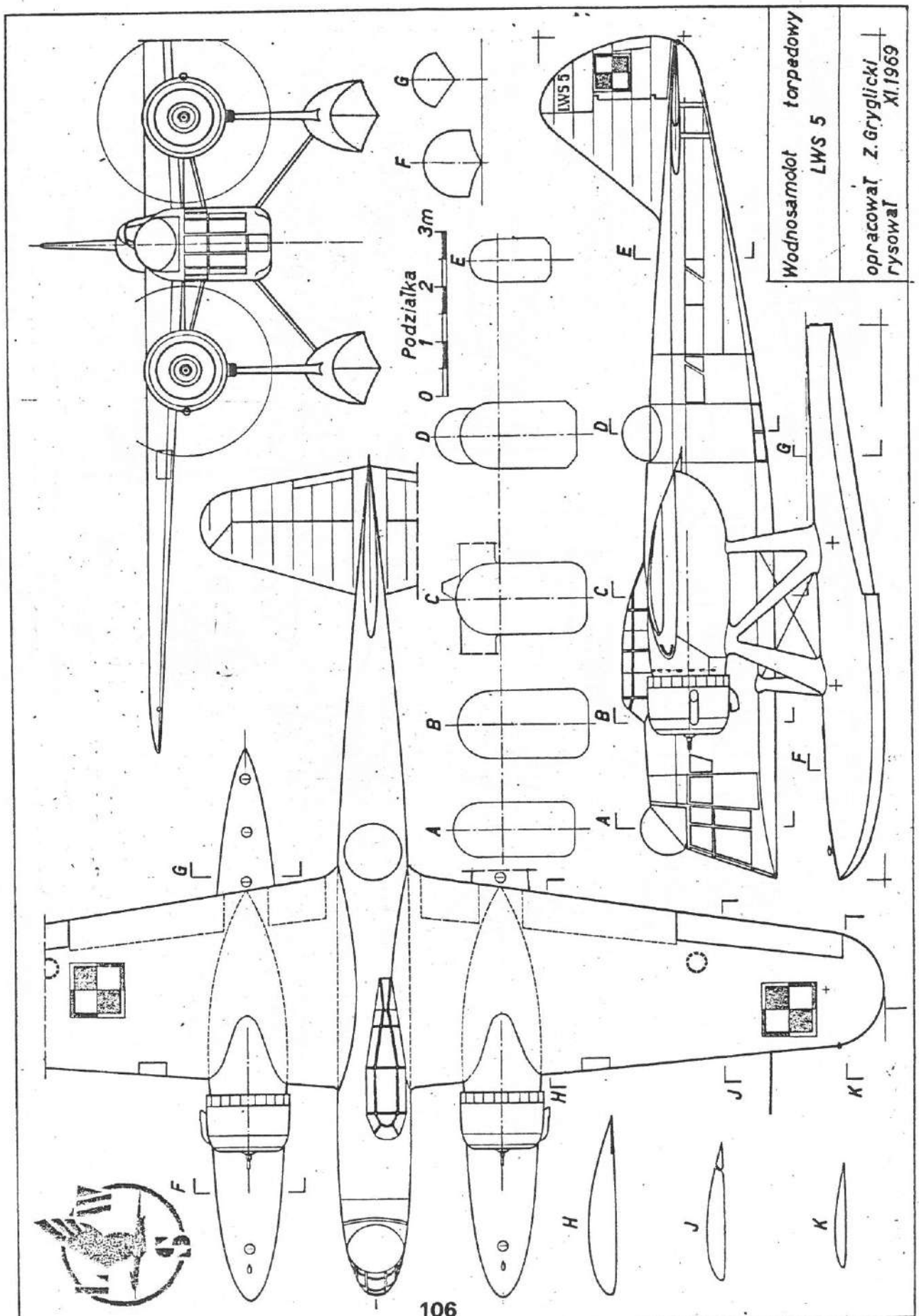






fa





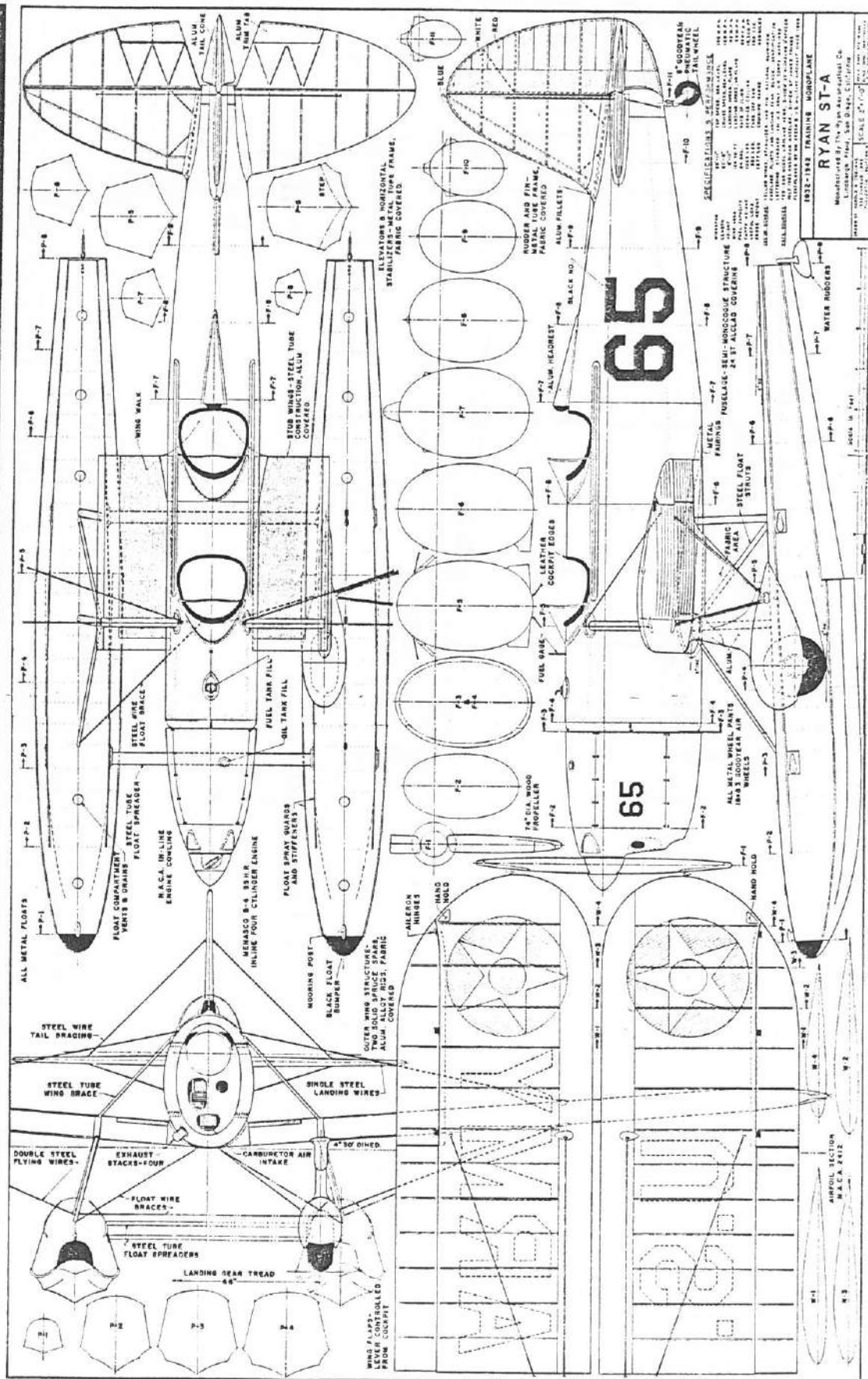
Wodnosamol torpedowy
LWS 5

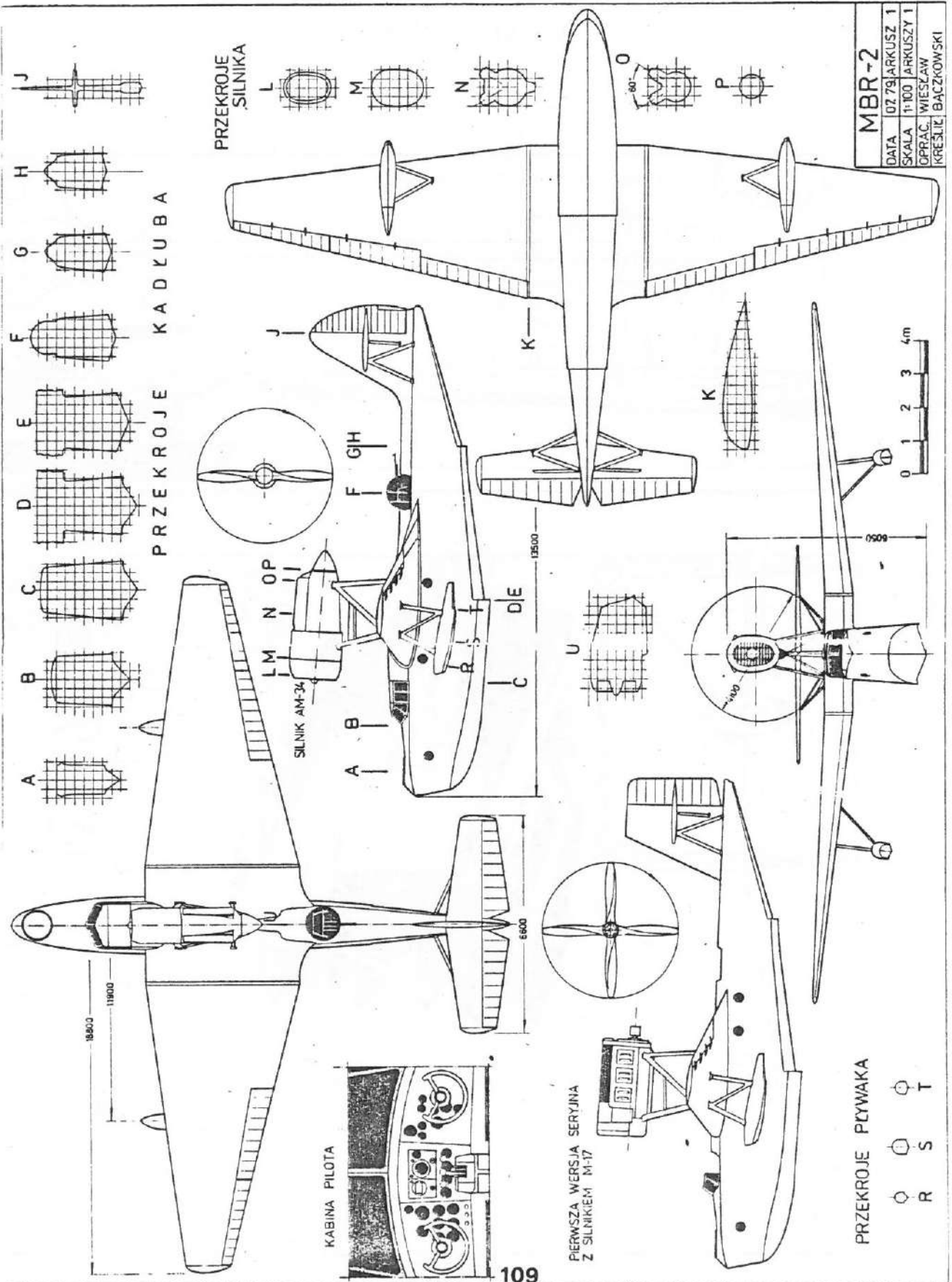
opracował Z. Gryglicki
rysował XI.1969

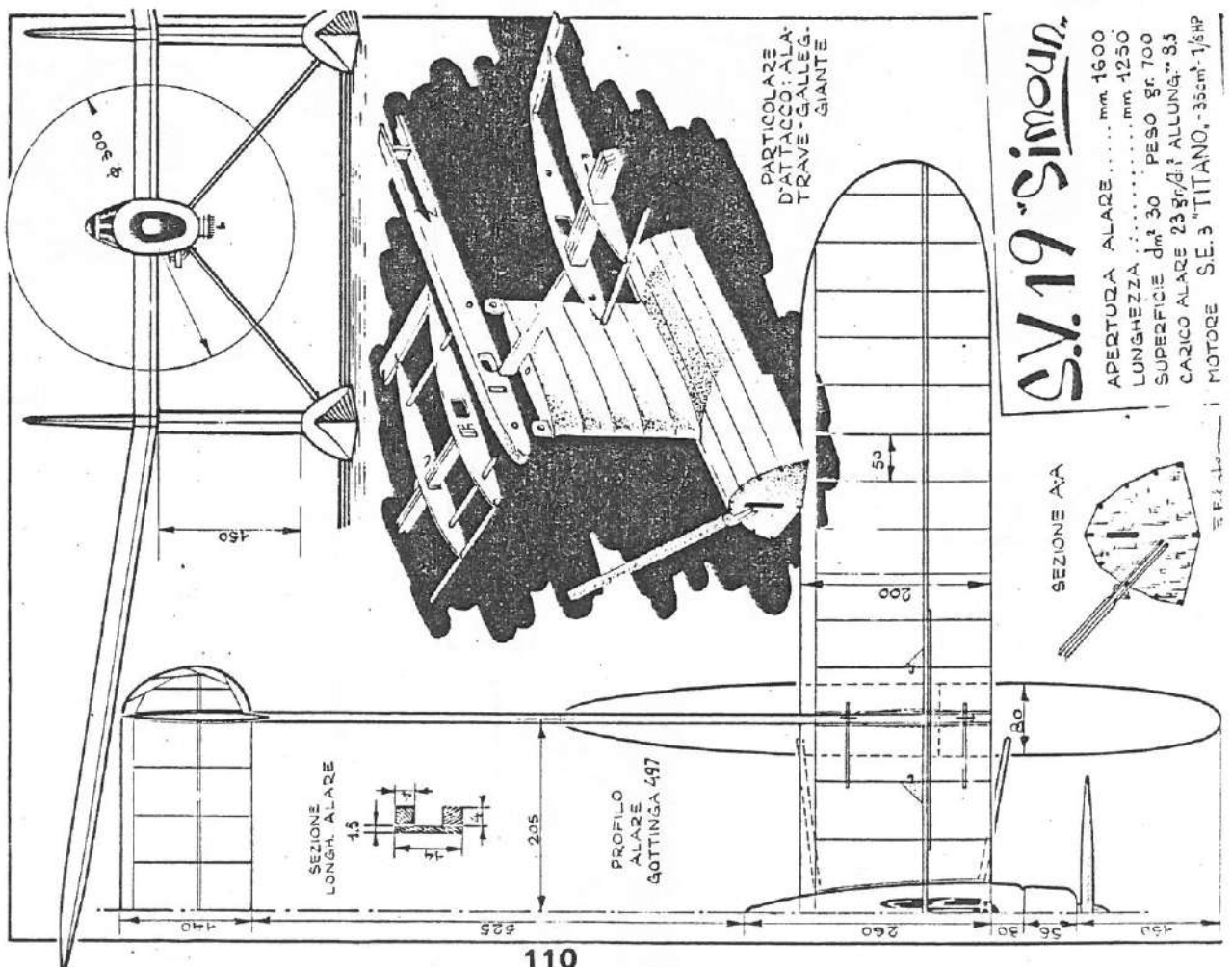
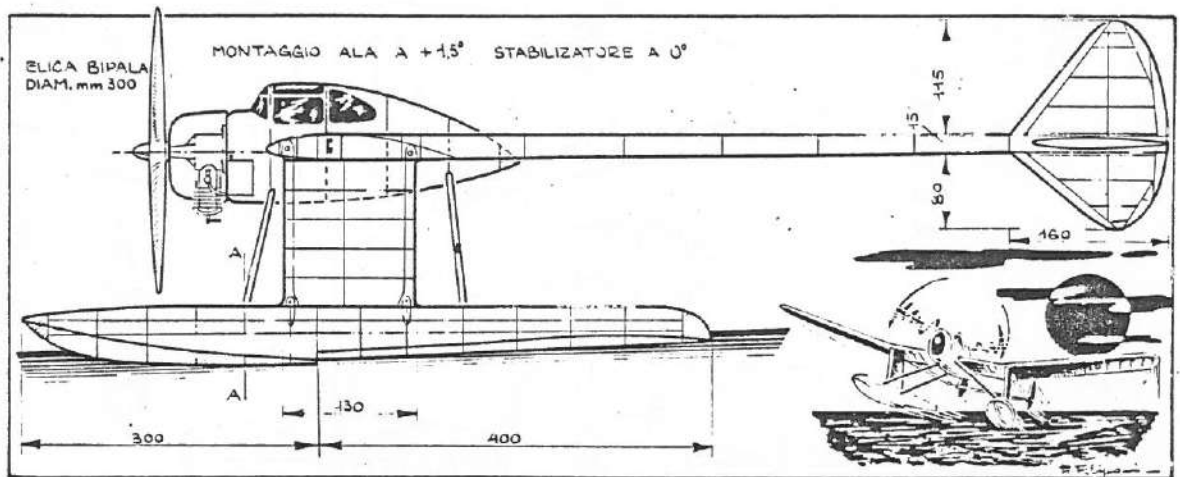
B/C MODELER MAGAZINE'S SCALE PLANS FOR THE SCRATCH BUILDER

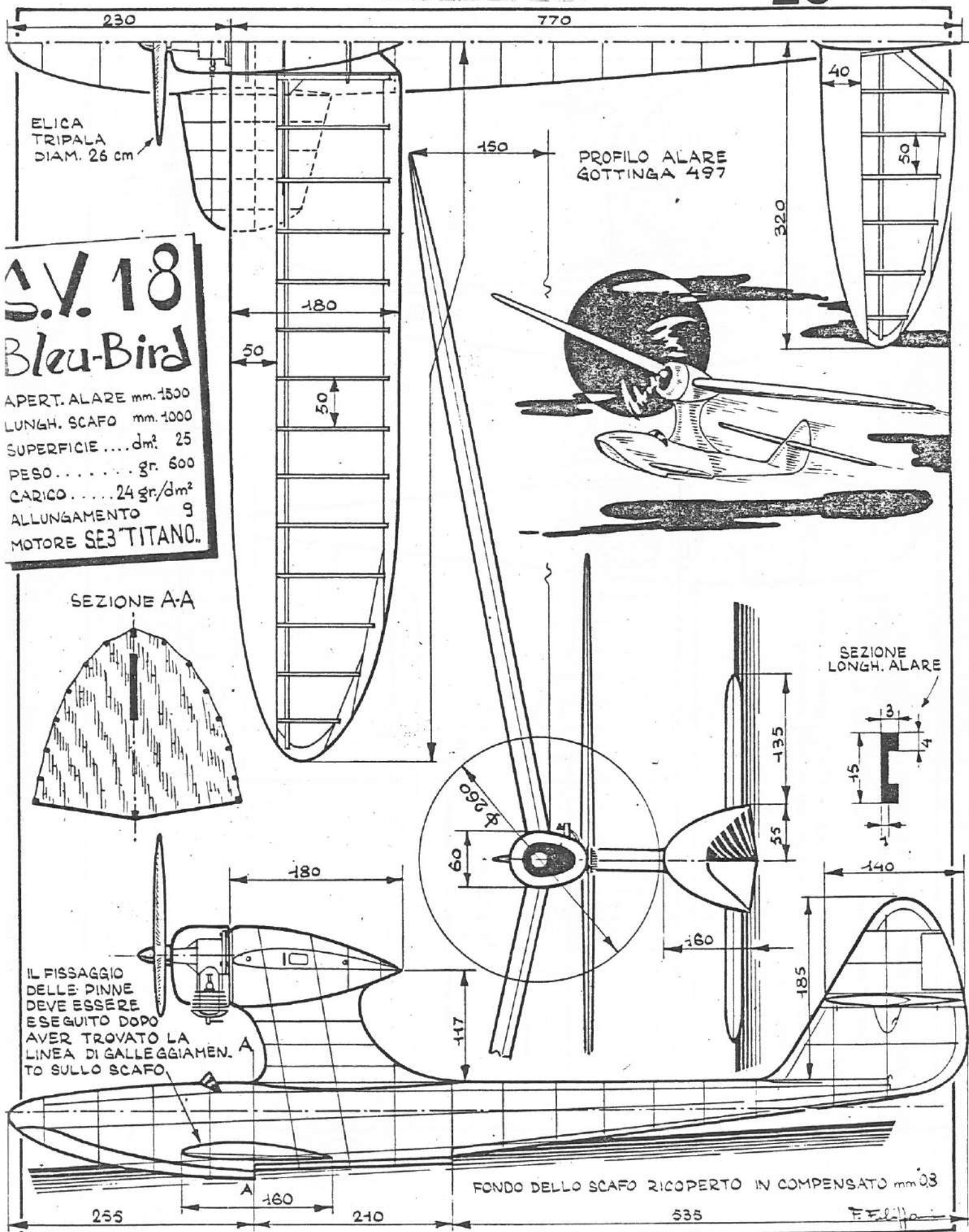
PRINTS OF THE ORIGINAL DRAWINGS AT SCALE 2" = 1'-0". 60' WING SPAN, 500 SQUARE INCH
WING AREA ARE AVAILABLE FROM HAROLD OSBORNE, P.O. BOX 2033, FULLERTON, CALIFORNIA
92631. PRICE \$1.00 POSTPAID 3RD CLASS. FOR FIRST CLASS ADD \$.50. FOR AIR MAIL ADD 1.75.

RYAN ST-A

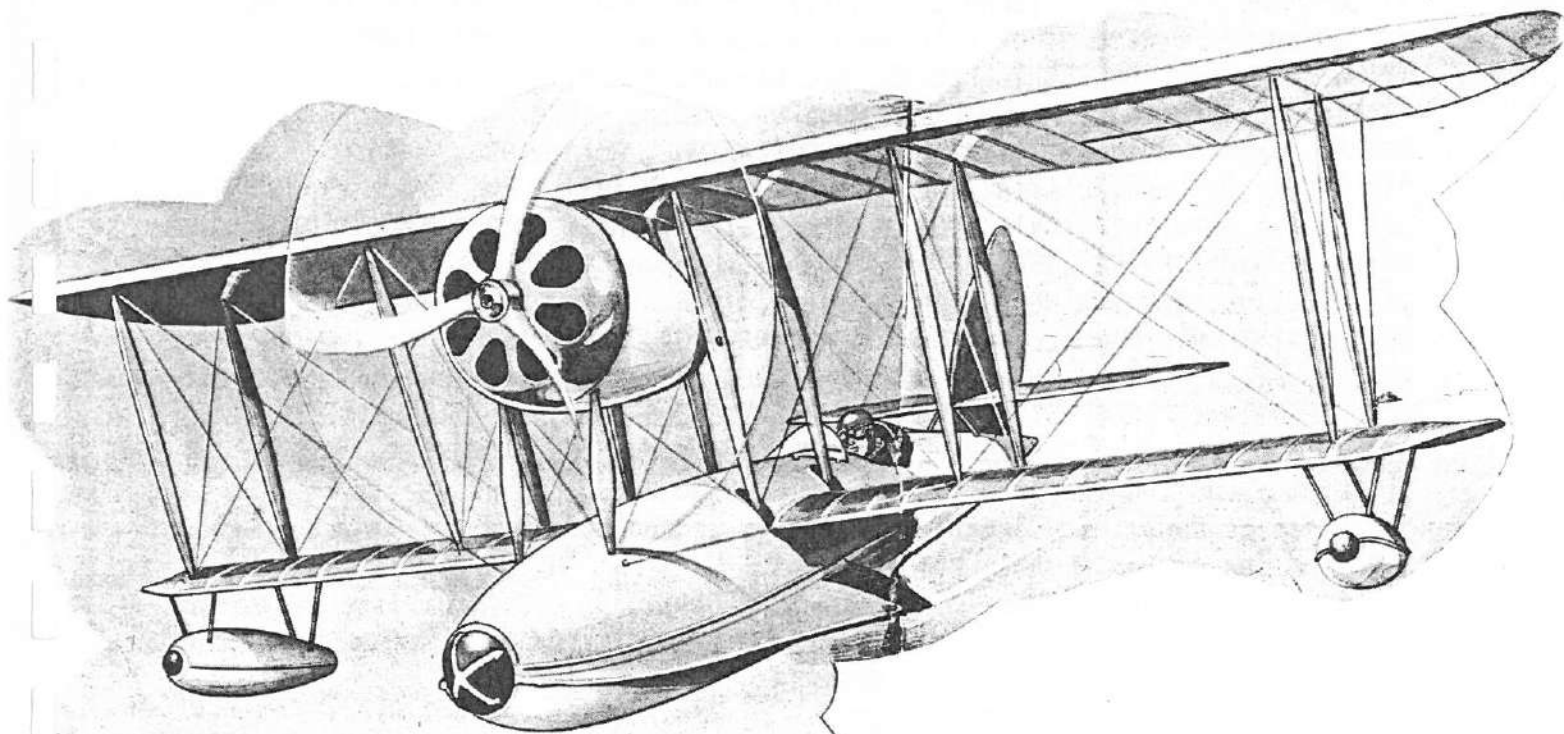








BIBLIOGRAFIA



1914 PEMBERTON BILLING "SUPERMARINE" FLYING BOAT
30 H.P. GNOME, TOTALLY-ENCOWLED, AIR-COOLED ROTARY ENGINE...

- 1) Jay J. Frey, HOW TO FLY FLOATS, New York, 1986
- 2) EDO corporation, EDO FLOATS, New York, 1985
- 3) Marin Faure, FLYING A FLOATPLANE, Blue Ridge Summit, USA, 1985
- 4) Darrol Stinton, THE DESIGN OF THE AEROPLANE, London 1983
- 5) Gaetano Castelfranchi, FISICA, Vol.I, Milano 1943
- 6) A.Palatini-R.Serini, ELEMENTI DI FISICA, Vol.I, Milano 1942
- 7) NACA Technical note 2503, HYDRODYNAMIC INVESTIGATION OF A SERIES OF HULL MODELS SUITABLE FOR SMALL FLYING BOATS AND AMPHIBIANS, USA, 1951
- 8) NACA Report 543, TANK TESTS OF MODEL 40 SERIES OF HULLS FOR SMALL FLYING BOATS AND AMPHIBIANS, USA, 1936
- 9) F.Galé, PROGETTO AERODINAMICO DI ALIANTI RADIOGUIDATI, Baveno, 1987
- 10) Mario Corsico, LE BARCHE D'ITALIA, Genova, 1948
- 11) Eugene P.Clement, ANALYZING THE STEPLESS PLANING BOAT, Navy Dept., USA, 1952
- 12) Jim Stoltz, FUNDAMENTAL DESIGN OF STEPLESS PLANING HULLS, Motor Boating, USA, 1956
- 13) Jim Stoltz, PLANING HULLS: BASIC PRINCIPLES FOR LAYMEN, Motor Boating, USA, 1961
- 14) J.Stoltz, J.G.Koelber, Jr., J.D.Beinert, HOW TO DESIGN PLANING HULLS, Motor Boating, New York, 1963
- 15) A.G.Lennon, R/C MODEL AIRPLANE DESIGN, Osceola, USA, 1986
- 16) Ernest G.Stout, DEVELOPMENT OF HIGH SPEED WATER BASED AIRCRAFT, A.I.A.A., 1951
- 17) Ermanno Bazzocchi, TECHNICAL ASPECTS OF THE SCHNEIDER TROPHY AND THE WORLD SPEED RECORD FOR SEAPLANES, A.I.A.A. Monterey, USA, 1987
- 18) John A.Wick, WHEELS TO FLOATS, R/C Digest, M.A.N. USA, 1962
- 19) Egidio Garuffa, L'AERONAUTICA MODERNA, Milano, 1934
- 20) Alessandro Guidoni, AVIAZIONE-IDROAVIAZIONE, Roma, 1935
- 21) Egidio Garuffa, L'AVIAZIONE MODERNA, Torino, 1931
- 22) Egidio Garuffa, L'AVIAZIONE: AEROPLANI, IDROVOLANTI, ELICHE, Milano 1919
- 23) W.D.Ewart, HYDROPLANES AND HOVERCRAFT, London, 1972
- 24) H.F.King, AEROMARINE ORIGINS, London, 1966
- 25) Angelo Mori, MANUALE DI TECNICA AERONAUTICA, Roma, 1940
- 26) K.Bueller, DER VORENTWURF VON TRAGFLUEGELBOOTEN, Schifftechnik, BDR, 1956/57
- 27) K.Bueller, DIE CONSTRUCTION VON TRAGFLUEGELBOOTEN, Schifftechnik, BDR, 56/57
- 28) David B.Thurston, DESIGN FOR FLYING, New York, USA, 1978
- 29) Lindsay Lord, NAVAL ARCHITECTURE OF PLANING HULLS, Cambridge, 1954
- 30) Peter du Cane, HIGH SPEED SMALL CRAFT, London, 1964
- 31) John Teale, FAST BOATS, London, 1961
- 32) Giovanni Pegna, ALCUNE IDEE SUGLI IDROVOLANTI DA CORSA, Rivista Aeronautica, Roma, 1932
- 33) Thomas G.Foxworth, THE SPEED SEEKERS, New York, 1960
- 34) David Mondey, THE SCHNEIDER TROPHY, London, 1975

Periodici :

MODEL AVIATION
MODELLISTICA
MODEL AIRPLANE NEWS
MODELE REDUIT D'AVION
AMERICAN AIRCRAFT MODELER
R/C MODELER MAGAZINE
RADIO MODELLER
MODELAR
MODELARZ
FLYING MODELS
AEROMODELLER
RADIO CONTROL MODELS AND ELECTRONICS
SPORT AVIATION
HOVERING CRAFT AND HYDROFOILS
VOLARE
RIVISTA AERONAUTICA

L'autore, che ha costruito il suo primo modello volante nel 1934, ha raccolto, nel corso di decenni, una grande quantità di dati tecnici (teorici e sperimentali) di interesse aeromodellistico.

Queste informazioni, attualmente archiviate inordine sparso, sotto forma di appunti, schizzi, ritagli vari, possono essere utili a chi preferisce progettare gli aeromodelli radioguidati che intende realizzare (anzichè ricorrere a scatole di montaggio).

Essendo giunto alla fine della propria attività lavorativa, l'autore vorrebbe sintetizzare le predette informazioni sotto forma di manuali divulgativi, come il presente, onde evitare che la succitata massa di dati tecnici vada dispersa.

A tale scopo, ringrazia sin d'ora coloro che vorranno segnalargli gli argomenti che a loro maggiormente interessano, inviando il modulo qui in calce, debitamente compilato.

Sarà possibile, in tal modo, stabilire le priorità per i futuri volumetti di questa collana, se gli aeromodellisti dimostreranno di gradirla.

Grazie per la collaborazione !

Ing.Ferdinando Galé
Via Marconi 10,
28042 Baveno (NO)

In linea di massima, e senza alcun obbligo d'acquisto sono interessato a volumetti divulgativi relativi ai seguenti argomenti :

BIPLANI RADIOGUIDATI [GIÀ USCITO]
CANARD RADIOGUIDATI
TEORIA DEL VOLO (Elementare)
DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE
DEGLI AEROMODELLI

AEROMODELLI STOL RADIOGUIDATI
TUTTALA RADIOGUIDATI
AEROMODELLISMO SPERIMENTALE

Resta convenuto che, in caso di pubblicazione, mi verrà praticato, se decidessi per l'acquisto, il prezzo speciale pre-pubblicazione (come verrà annunciato su Modellistica), per i manualetti da me contrassegnati.

Data e firma :

.....
.....
.....

Indirizzo completo :

.....
.....
.....CAP.....