



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 1



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 2

## INDICE

LISTA DELLE REVISIONI.....	5
1 INTRODUZIONE .....	6
1.1 VALORE EDUCATIVO DELL'ACROBAZIA.....	7
2 COME INIZIARE L'ACROBAZIA .....	8
2.1 DI COSA PREOCCUPARSI?.....	8
2.2 ATTITUDINE FISICA .....	8
2.3 GRADO INIZIALE DI PILOTAGGIO.....	8
2.4 PERFEZIONAMENTO .....	9
2.4.1 PROVA DI ADDESTRAMENTO AL VOLO ACROBATICO.....	9
3 PRESENTAZIONE GRAFICA E VALUTAZIONE DELLE FIGURE ACROBATICHE .....	12
3.1 GENERALITÀ .....	12
3.2 QUADRO E VOLUME .....	12
3.3 DAL "CONOSCIUTO" ALLO "SCONOSCIUTO" .....	12
3.4 PSICOLOGIA DEL PROGRAMMA LIBERO.....	13
4 DEFINIZIONE DELLE FIGURE E LORO EVOLUZIONE .....	15
4.1 GENERALITÀ .....	15
4.2 PRESENTAZIONE GRAFICA DELLE FIGURE .....	15
4.3 IMPORTANZA DELL'INQUADRATURA.....	16
4.4 PIANO DI RIFERIMENTO ALARE .....	16
4.5 CADENZA: VELOCITÀ ANGOLARE DI ROTAZIONE .....	16
4.6 IL PIANO DI EVOLUZIONE .....	16
4.7 DEFINIZIONE TECNICA DELLE FIGURE.....	17
4.8 DEFINIZIONE DI ALCUNI CONCETTI-BASE UTILI AD UNA CORRETTA INTERPRETAZIONE DI QUANTO SEGUIRÀ .....	20
5 A BORDO.....	21
5.1 SAPERSI INSTALLARE BENE A BORDO E BLOCCARE CON LE CINGHIE.....	21
5.2 ADATTAMENTO FISICO E PSICOLOGICO .....	23
6 ESECUZIONE PRATICA DELLE FIGURE ACROBATICHE .....	25
6.1 LA VITE .....	25
6.1.1 CRITERI E CARATTERISTICHE .....	25
6.1.2 PROBLEMI DI ESECUZIONE .....	26
6.1.3 ATTENZIONE ALLA QUOTA!.....	26
6.1.4 RIMESSA.....	26
6.1.5 LA VITE COME MANOVRA DI SICUREZZA.....	27
6.2 VOLARE IN ROVESCIO.....	27
6.2.1 DUE AEREI DIVERSI IN UNO SOLO .....	27
6.2.2 STESSA PROGRESSIONE INIZIALE IN VOLO ROVESCIO COME IN VOLO DIRITTO .....	27
6.2.3 RICHIAMI ELEMENTARI DI AERODINAMICA .....	28
6.2.4 USO DEL MOTORE ... ..	28
6.2.5 ...E SUOI EFFETTI.....	28
6.2.6 QUANDO LA DESTRA DIVENTA SINISTRA .....	29
6.2.7 ESERCIZI LEGATI ALLO STUDIO DEL VOLO ROVESCIO.....	31
6.2.8 TENUTA DELLA PENDENZA ORIZZONTALE RETTILINEA.....	31
6.2.9 VOLO IN SALITA - VOLO IN DISCESA .....	32
6.2.10 VOLO ALLE GRANDI INCIDENZE.....	32
6.2.11 LO STALLO.....	33
6.3 LA MESSA IN ROVESCIO.....	34
6.3.1 PERCHÈ RICORRERE ALL' ATTACCO OBLIQUO?.....	35



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 3

---

6.3.2	DA USARE SOLO CON DISCERNIMENTO ...	35
6.3.3	...IN FUNZIONE DELL'AEREO, DELLE SUE CARATTERISTICHE, DELLA VELOCITÀ	36
6.3.4	EFFETTI SECONDARI NELLA MESSA IN ROVESCIO	37
6.3.5	MESSA IN ROVESCIO ed USCITA DAL ROVESCIO	38
6.3.6	USO DELL' IMBARDATA INVERSA E DELLA PEDALIERA	39
6.3.7	AZIONE DEL TIMONE DI PROFONDITÀ FINO AL VOLO "A COLTELLO"	40
6.3.8	...E DOPO	41
6.3.9	IL RITORNO IN VOLO POSITIVO	42
6.3.10	STESSA MANOVRA IN SENSO INVERSO	42
6.3.11	ATTENZIONE ALLE VIRGOLE!	42
6.4	IL TONNEAU	44
6.4.1	IL TONNEAU ACROBATICO	46
6.5	LA VIRATA ROVESCIA	47
6.5.1	TRE DIFFICOLTÀ ESSENZIALI	47
6.5.2	BARRA A DESTRA PER VIRATA ROVESCIA A DESTRA DEL PIANO DI EVOLUZIONE	48
6.5.3	IMPORTANZA DEL CONTROLLO DELL'INCLINAZIONE	49
6.5.4	COME CONDURRE VISIVAMENTE UNA VIRATA	50
6.6	IL LOOPING	50
6.6.1	ALCUNI ELEMENTI DI MECCANICA DEL VOLO PER LO STUDIO DELLE TRAIETTORIE	51
6.6.2	IL LOOPING NELLA PRATICA	54
6.6.3	Nota sull'inizio delle figure acrobatiche	55
6.6.4	Nota sulla velocità angolare di beccheggio	56
6.6.5	Dispute di scuola	56
6.6.6	LOOPING: ESECUZIONE PRATICA	57
6.6.7	Uso del timone di profondità	58
6.6.8	Uso del motore	61
6.6.9	Condotta generale della figura	61
6.7	IL FIESELER	64
6.7.1	Definizione della figura	64
6.7.2	Criteri ufficiali	64
6.7.3	Angolo di portanza nullo - Rollio indotto	65
6.7.4	Le coppie motore	66
6.7.5	Fieseler nella coppia o contro-coppia?	67
6.7.6	Velocità di attacco	68
6.7.7	Una preparazione iniziale diversa da quella del looping	68
6.7.8	Ricerca dell'impostazione verticale	69
6.7.9	Controllo della posizione verticale	69
6.7.10	Il "momento magico"	70
6.7.11	...e il modo di "dare piede"	72
6.7.12	Traiettoria verticale discendente	73
6.7.13	Scaltri trucchi nel fieseler contro-coppia	73
6.8	IL MEZZO OTTO CUBANO E LE SUE VARIANTI	74
6.8.1	Dall'imperiale "normale" a quella in picchiata, e da un aereo ad un altro	74
6.8.2	IL MEZZO OTTO CUBANO A PARTIRE DALLA FRAZIONE DI LOOPING	75
6.8.3	ALTRE VARIANTI	75
6.8.4	LE CINQUE FASI DEL MEZZO OTTO CUBANO	76
6.8.5	UNA PARTE DI LOOPING CLASSICO	76
6.8.6	I PROBLEMI SI PONGONO NELLA TRAIETTORIA DISCENDENTE	77
6.8.7	DOVE SI RITROVA LA VECCHIA REGOLA DI BASE	77
6.8.8	ERRORI DA EVITARE NELLA FRAZIONE DI LOOPING	78

---



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 4

---

6.8.9	MATERIALIZZAZIONE DELLA POSIZIONE ROVESCIA A 45° .....	79
6.8.10	INTERCETTAZIONE DELLA TRAIETTORIA RETTILINEA CORRISPONDENTE .....	79
6.8.11	INTERESSE AD AVERE UN PUNTO DI RIFERIMENTO AL SUOLO .....	80
6.8.12	IMPIEGO E DOSAGGIO DEI COMANDI .....	80
6.8.13	NON DIMENTICARE L'ULTIMA FASE .....	81
6.8.14	USO DEL MOTORE .....	81
6.9	L'IMMELMANN .....	82
6.9.1	USCITA DALLA FIGURA A BASSA VELOCITÀ E SUE COMPLICAZIONI .....	82
6.9.2	UN PROBLEMA DI RITMO .....	82
6.9.3	IL MEZZO LOOPING SU UN AEREO LENTO .....	82
6.9.4	SI RIPARLA DI ANGOLI D'INCIDENZA .....	83
6.9.5	LA DELICATA MANOVRA DELL'USCITA DAL VOLO ROVESCIO .....	84
6.9.6	USO DEL MOTORE .....	85
6.10	IL ROVESCIMENTO .....	87
6.10.1	IL ROVESCIMENTO "DA COMBATTIMENTO" .....	88
6.10.2	IL ROVESCIMENTO "ALLA FRANCESE" .....	89
6.10.3	CRITERI DI ESECUZIONE .....	89
6.10.4	IMPORTANZA DELLA NEUTRALIZZAZIONE SU TRAIETTORIA A 45° .....	91
6.10.5	MESSA IN ROVESCIO: ATTENTI AL PIEDE! .....	92
6.10.6	DALLE PICCOLE INCIDENZE POSITIVE ALLE GRANDI INCIDENZE NEGATIVE .....	92
6.10.7	COME RISPETTARE I CRITERI .....	94
6.10.8	VISUALIZZAZIONE DELLA MESSA IN ROVESCIO .....	95
6.10.9	IL SOTTILE LEGAME FRA MESSA IN ROVESCIO E FRAZIONE DI LOOPING .....	95
6.11	ANCORA SULLA VIRATA ROVESCIA .....	96
6.11.1	APPROFONDIAMO LA VIRATA ROVESCIA .....	96
6.11.2	COSA SI DEVE RICHIEDERE ALL'AEREO ED AL MOTORE? .....	96
6.11.3	IL PILOTAGGIO IN VIRATA ROVESCIA .....	96
6.11.4	SINISTRA DELLA TRAIETTORIA = DESTRA DEL PILOTA .....	96
6.11.5	USO DEL TIMONE DI PROFONDITÀ .....	97
6.11.6	IL PROBLEMA ESSENZIALE: CONTROLLO DELL'INCLINAZIONE .....	98
6.11.7	ACCELERAZIONI NEGATIVE .....	99
6.11.8	CONTROLLO DELLA TRACCIA AL SUOLO NELLA VIRATA ROVESCIA .....	99
6.12	LA VITE ROVESCIA .....	101
6.12.1	CRITERI E CARATTERISTICHE .....	101
6.12.2	PROBLEMI DI ESECUZIONE .....	102
6.12.3	ATTENZIONE ALLA QUOTA! .....	102
6.12.4	USCITA DALLA VITE ROVESCIA .....	102
6.12.5	POSIZIONE DEI COMANDI: UN PROBLEMA ORMAI CONOSCIUTO .....	103
6.12.6	VITE ROVESCIA CON ENTRATA DAL VOLO POSITIVO .....	104
7	CONCLUSIONI .....	105
7.1	ALTERNANZA DEI VOLI A DOPPIO COMANDO E DA SOLISTA .....	105
7.2	GLI ESAMI .....	106
7.3	APPLICAZIONE PRATICA .....	106
7.4	LA COMPETIZIONE COME STIMOLO A MIGLIORARE .....	106



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 5

---

## LISTA DELLE REVISIONI

NUMERO	AUTORE	PAGINE MODIFICATE	MOTIVO DELLA MODIFICA	DATA EMISSIONE
1	L. Salvadori (a cura di)	-	Prima emissione del documento. Adattamento del manuale edito da Aero Club Milano.	Gennaio 2004



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 6

---

## 1 INTRODUZIONE

Questo Manuale è il risultato dell'esperienza e del lavoro di molti, che hanno passato anni ed anni a perfezionare le proprie capacità di pilotaggio acrobatico ed a trasmetterle ad altri.

Ciascun pilota acrobatico ha infatti avuto un "Maestro", ossia un pilota più esperto che gli ha insegnato a volare dritto come rovescio. Ma si sa che la tradizione orale va perduta assieme ai maestri, anche se gli allievi sono eccellenti: da qui il desiderio di trascrivere ed organizzare le conoscenze e l'esperienza a vantaggio di tutti, come di evitare che falsi maestri possano impartire insegnamenti discutibili o fallaci mettendo a repentaglio la sicurezza di macchine ed uomini, se non la stessa vita.

Il mio lavoro è rivolto soprattutto ai "giovani piloti" di tutte le età, perché essi apprendano come un aereo si possa o si debba saper perfettamente pilotare, anche in condizioni che non siano quelle classiche della "pallina al centro" e della "velocità di sicurezza". È necessario perciò che essi comincino a prendere confidenza con gli stalli, con gli avvistamenti e con quegli assetti particolari in cui cielo e terra sono da ogni parte eccetto che al loro posto abituale!

Soltanto la pratica dell'acrobazia aerea può rendere reale ed operante questa "confidenza" che è indispensabile in un buon pilota. Oltre questo primo traguardo, ce n'è un altro ben più significativo. L'acrobazia porta infatti il pilota in una nuova dimensione spaziale nella quale gli è finalmente possibile manifestarsi su di un piano che non esito chiamare artistico e che è comune alle più raffinate manifestazioni della danza.

Nel momento in cui il pilota d'acrobazia ha raggiunto un certo grado di preparazione tecnica, gli si aprono nuovi orizzonti e gli si offrono nuove possibilità per dar libero sfogo alla sua fantasia. Un grado di libertà che nessun'altra attività umana potrà mai consentirgli è allora a sua disposizione nel corso dei suoi voli.

Affrontando tutte le situazioni di volo, sfruttando tutte le condizioni, anche le peggiori, l'acrobazia dà al pilota un senso di libertà, che gli altri piloti, per quanto esperti, non acquisteranno mai. Il pilota di acrobazia penetra nell'intimità della sua macchina, ma lo fa progressivamente, senza scontrarsi con essa, che ben presto gli si abbandona interamente, con le sue qualità e i suoi difetti.

Questa conoscenza gli permette di manovrarla con tempestività, di sollecitarla con tatto, di eludere i suoi capricci ed infine di ottenere tutti i movimenti che vuole. È da questa armoniosa intesa dell'uomo con la macchina che nascono le figure più perfette: il pilotaggio normale permette di conoscere le possibilità dell'aereo soltanto in modo parziale e confuso, mentre l'acrobazia le rivela ad una ad una, in tutta la loro ampiezza, permettendo di analizzare tutti i fenomeni, di isolare l'effetto da ogni manovra. Il pilota giunge così a trarre profitto da ogni minimo indizio, a conoscere il valore del più piccolo dei suoi gesti, a sentire la macchina nelle fibre più segrete.

Ciò che distingue il pilota di acrobazia, oltre alle sue conoscenze, è quindi il suo "saperci fare", la sua "maniera" di pilotare. Quello che sorprende di più non è tanto l'audacia delle sue manovre, quanto la discrezione dei suoi gesti, che egli non pratica per elegante incuranza, ma perché conosce al tempo stesso il rischio e l'inutilità degli spostamenti di comandi precipitosi o esagerati.

L'aereo, in fondo, fa solo quello che vuole fare e non è l'arrabbiandosi o usando bruscamente i comandi che i risultati migliorano. Molti incidenti sono anzi successi per il solo motivo che il pilota voleva costringere l'aereo a fare quello che evidentemente non poteva fare!

Questa suprema possibilità di evoluzioni, questa libertà, che si traduce in vera arte del movimento e del ritmo in un ambiente di estrema suggestività, costituiscono il vero fascino dell'acrobazia aerea. Volendo dare all'acrobazia aerea un significato finale che trascendesse quello normale sportivo per raggiungere valori artistici e spirituali vorrei affermare che l'acrobazia aerea è suprema manifestazione di libertà e di espressione dell'individuo umano. Il pilota di acrobazia infatti, attraverso il rigoroso controllo di se stesso e l'esatta conoscenza delle leggi fisiche, può esprimersi e manifestarsi in modi nuovi e superiori, normalmente interdetti all'uomo "pedestre".

Tuttavia questo Manuale ha anche lo scopo di insegnare la pratica dell'acrobazia agonistica, intesa come pratica sportiva che serve a misurare effettivamente le capacità di un pilota acrobatico.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 7

Ho ritenuto quindi opportuno accennare alle competizioni acrobatiche, ed in modo particolare ai campionati del mondo, riportandone in sintesi le principali modalità. Ciò potrà interessare i giovani e indicare loro la via verso questa affascinante attività. Io mi auguro che questo manuale possa servire loro a portarli fin sulla soglia di tale severa disciplina con la consapevolezza che è necessaria in tutte le manifestazioni umane di carattere altamente impegnativo.

Non posso trascurare infine di indicare sinteticamente quale siano le doti necessarie per il pilota d'acrobazia, due delle quali devono essere innate e sono condizioni indispensabili fin dall'inizio dell'attività.

- La resistenza fisiologica necessaria a sopportare qualunque sollecitazione fisica connessa con gli esercizi acrobatici senza subire alcun malessere;
- Il coraggio necessario all'iniziativa acrobatica. In seguito, la pratica acrobatica stessa, porterà, con l'esercizio, a creare e sviluppare le altre due doti indispensabili nel pilota d'acrobazia e cioè:
  - L'autocontrollo connesso alla facoltà di ragionare, decidere ed agire in qualunque assetto dell'aereo e sotto l'influsso di qualunque forza dinamica;
  - La coscienza del volo, ossia la capacità di rendersi conto esattamente ed in ogni istante di ciò che fa l'aereo e, soprattutto, di cosa farà nell'istante successivo. Il termine più appropriato per esprimere questo concetto è l'inglese "airmanship", purtroppo intraducibile nella nostra lingua.

L'adattamento fisiologico viene con l'allenamento e l'abitudine alle sollecitazioni indotte dal volo acrobatico. Sappiate che nessun pilota, anche se poi è diventato campione del mondo, è sceso "sano" dal primo volo acrobatico: chi più, chi meno tutti hanno sofferto qualche malessere o disagio.

Il segreto è riuscire a vedere da subito quali meraviglie e soddisfazioni vi aspettano al di là del malessere e del capogiro dei primi voli. Se ci riuscirete, nessuno vi potrà fermare.

E adesso, in volo!

## 1.1 VALORE EDUCATIVO DELL'ACROBAZIA

Certi considerano ancora l'acrobazia come una eccentricità e non le attribuiscono altro interesse che quello di uno spettacolo da sensazione analogo a quello dell'equilibrista o del domatore. Non è certo nelle nostre intenzioni sminuirne il valore spettacolare, di cui si è lontani, a mio parere, dall'aver esaurito tutte le possibilità artistiche; al contrario, se questa specialità figura nei nostri programmi di istruzione è perché risponde ad altre necessità, ad un'altra utilità.

Questa utilità è il volo stesso.

Affrontando tutte le situazioni di volo, sfruttando tutte le condizioni, anche le peggiori, l'acrobazia dà a colui che la pratica un senso dell'aria e delle possibilità dell'aereo, che gli altri piloti, per quanto esperti, non acquisteranno mai. Il pilota di acrobazia penetra nell'intimità della sua macchina; lo fa progressivamente, senza scontrarsi con essa, che ben presto gli si abbandona interamente, con le sue qualità ed i suoi difetti. Questa conoscenza gli permette di manovrarla con tempestività, di sollecitarla con tatto, di eludere i suoi capricci ed infine di ottenere tutti i movimenti che vuole. È da questa armoniosa intesa dell'uomo con la sua macchina che nascono le figure più perfette.

L'aereo in fondo fa solo quello che vuole fare e non è brutalizzandolo che se ne trarranno risultati migliori. Fa evoluzioni sui soli raggi che gli convergono e richiede di conseguenza per ogni figura una certa quota ed un determinato tempo. "Seguire" costantemente l'aereo ai comandi, "sollecitarlo" ed agire con delle "pressioni", ecco il segreto della rapidità, per quanto questo sembri paradossale: l'acrobazia è ricca di insegnamenti a questo proposito.

Quindi lo studio e la pratica dell'acrobazia aerea sono un bagaglio utile, forse indispensabile per il pilota completo: se poi se ne può anche fare una pratica sportiva, tanto meglio.

Anzi, parafrasando il filosofo Socrate che diceva "Conosci te stesso" ai suoi discepoli perché raggiungessero la felicità, noi diremo "Conosci il tuo aeroplano, e ti salverà la vita": sia esso un CAP-10, un Cessa o un Jumbo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 8

---

## 2 COME INIZIARE L'ACROBAZIA

### 2.1 DI COSA PREOCCUPARSI?

A quali condizioni occorre soddisfare per potersi dedicare in maniera valida all'acrobazia? Per prima cosa, è chiaro, bisogna disporre di un buon aereo. Certo un pilota veterano di acrobazia farà senza rischio un looping o un tonneau con qualsiasi aereo (purchè acrobatico, badate bene), ma ci si deve guardare dal trarne una regola di comportamento generale.

Conoscenza e finezza di pilotaggio possono aiutare a restare nei limiti strutturali di un aereo effettuando un certo tipo di evoluzioni, ma in ogni modo si tratta di esperienze che si acquisiscono e che devono essere verificate inizialmente su macchine costruite e certificate espressamente per l'acrobazia.

Un aereo da acrobazia non ha un certificato di navigabilità particolare, ma deve rispondere alla norma 'A' riportata sul manuale di volo, che autorizzi accelerazioni a fattori di carico +6 positivi e -3 negativi. Preferibilmente deve essere adattato a permettere il volo rovescio più o meno prolungato e questo comporta, oltre ad impianti di alimentazione e lubrificazione motore speciali, un abitacolo provvisto di cinture di sicurezza a 5 punti. È inoltre obbligatorio indossare il paracadute di emergenza e, se chiuso, l'abitacolo deve disporre di un sistema di sgancio tettuccio di emergenza.

I rischi di rottura che possono verificarsi in volo sono minimi, tuttavia non bisogna ignorarli; fino ad una quota relativamente bassa (300m), il paracadute di emergenza può salvare il pilota. E, poiché durante il corso formativo di acrobazia o durante l'allenamento, si fanno evoluzioni ben sopra i 300m, il paracadute si impone prima di tutto per buon senso molto più che per legge.

### 2.2 ATTITUDINE FISICA

Qual è l'attitudine fisica richiesta per praticare l'acrobazia? Dal punto di vista amministrativo e pratico, la semplice visita medica di pilota privato, se favorevole, implica questa attitudine. È sufficiente infatti essere in buona salute per sopportare senza inconvenienti un avvio progressivo e dosato alle figure di base. L'adattamento fisiologico verrà con l'allenamento e l'abitudine. Alcuni scendono a volte dall'aereo all'inizio del corso di istruzione con il "cuore in gola". Si accorcerà quindi la durata delle prime lezioni e generalmente alla quarta o quinta, ci si potrà incamminare senza inconvenienti verso un normale ritmo di allenamento.

Ben diverso sarà realizzare in cinque minuti un programma libero di livello internazionale che comporti una lunga serie di figure positive e negative concatenate e più o meno faticose. Ma in acrobazia si potrà trovare agio nel pilotare, piacere di volare e si potrà fare anche della competizione valida tecnicamente senza dover obbligatoriamente prendere decine di "G". Bisogna anche sapere che questa prestazione è alla portata di robusti cinquantenni, ed oltre; questa precisazione è per quelli che a volte sento dire "mi piacerebbe fare acrobazia, ma ho quarant'anni e quindi sono troppo vecchio". L'attitudine fisica all'acrobazia, anche di un certo livello, è soprattutto un fatto di buona salute iniziale, di una sana igiene di vita e di un adattamento progressivo.

### 2.3 GRADO INIZIALE DI PILOTAGGIO

Sarei tentato di allacciare questo paragrafo al precedente con una risposta a questa domanda, pure frequente in un neofita: "Non è pericolosa l'acrobazia?".

È pericolosa solo se mal praticata, cioè se si esce dai limiti delle proprie capacità - fisiche, tecniche soprattutto - e da quelli dell'aeroplano. altrimenti è invece un elemento prezioso di tranquillità, di padronanza e di sicurezza.

Non bisogna credere all'impossibilità di iniziare questa disciplina prima di avere acquisito un alto livello tecnico e di esperienza nel pilotaggio. Il criterio delle "molte ore di volo" non è decisivo in questo campo. Personalmente ho fatto il primo volo di acrobazia prima di cento ore di volo e questo esempio non costituisce un'eccezione, anzi la maggior parte dei campioni acrobatici ha fatto così.

Dire che non mi sentivo meglio nel mio elemento in volo acrobatico verso le mille ore sarebbe evidentemente mentire. L'esperienza del volo, a motore o a vela, gioca certo positivamente nel favorire visualizzazione, capacità di giudizio, agio.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 9

È curioso tuttavia notare che i concorsi internazionali, anche i più difficili, sono vinti abbastanza frequentemente da amatori integrali, molto meno veterani in pilotaggio, se non acrobatico, di quelli che li seguono in classifica. Il brio e la perfezione nell'esecuzione non dipendono solo e sempre dall'esperienza.

## 2.4 PERFEZIONAMENTO

Si potrà quindi iniziare la fase preparatoria all'addestramento acrobatico non appena il pilotaggio di base sarà abbastanza preciso. La durata di questa fase preparatoria o di perfezionamento dipenderà, è chiaro, dal livello iniziale.

Essa comprenderà, per riassumerla:

1. Presumibile adattamento all'aereo con carrello biciclo, agevole se la preparazione iniziale è stata ben condotta;
2. Esercizi di riesame o di studio della precisione delle evoluzioni, che comportino soprattutto virate alla massima inclinazione definita dalle caratteristiche dell'aereo di cui ci si serve.
3. Stalli con e senza motore, autorotazioni su stallo dissimetrico in volo orizzontale, in virata derapata, in virata scivolata con arresto su un asse al suolo preso come riferimento.
4. Studio dell'attacco obliquo e del suo uso pratico.
5. Applicazione degli esercizi studiati precedentemente in procedure di emergenza.
6. Aumenti di velocità, che educano il pilota al controllo del rapporto regime-pendenza, pendenza-velocità e degli effetti secondari sul motore e sulla cellula nel corso di traiettorie ascendenti e discendenti.

Il mettere l'allievo nelle condizioni tecniche migliori per iniziare lo studio del volo acrobatico non richiederà necessariamente un aereo acrobatico. Ho visto piloti adatti ad iniziare l'alta scuola che fino a quel momento avevano volato soltanto su degli Jodel.

Anche se non tutti gli esercizi, in particolare l'autorotazione, possono essere provati in questa fase preparatoria, il complemento necessario potrà venire acquisito su un aereo da acrobazia propriamente detto prima di iniziare l'addestramento del primo ciclo. In questa fase preparatoria le qualità pedagogiche e dimostrative avranno molta più importanza delle caratteristiche dell'aereo utilizzato. Quindi, prima di lanciarsi a capofitto nel "volo d'arte", è meglio passare attraverso le cure di un buon istruttore di perfezionamento. Durante il lavoro a terra questi insisterà principalmente sulla necessità di fare acquisire una buona conoscenza della macchina insieme ad una buona padronanza del volo; altrettanto insisterà sull'importanza dei controlli che devono precedere gli esercizi acrobatici.

In volo, se l'aereo lo permette e se l'istruttore è qualificato, il programma di ogni lezione potrà essere vantaggiosamente concluso con l'esecuzione puramente dimostrativa da parte dell'istruttore di qualche figura di base, utile per un adattamento progressivo del pilota: fisiologico e visivo.

### 2.4.1 PROVA DI ADDESTRAMENTO AL VOLO ACROBatico

#### 2.4.1.1 PRIMO CICLO

##### 2.4.1.1.1 Test a doppio comando

Volo rovescio:

- Messa in rovescio e uscita dal rovescio.
- Virate rovesce (90° - 180° - 360°).
- Stalli rovesci.
- Vite rovescia.
- Figure classiche.
- Tonneau semi-lenti.
- Fieseler.
- Looping.
- Imperiale.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 10

- Mezzo otto cubano.
- Rovesciamento a 45° con rotazioni a destra ed a sinistra.

## 2.4.1.1.2 Test da solista (quota minima 500m)

### 1° Gruppo

- Fieseler a destra.
- Looping.
- Rovesciamento a 45° a sinistra.
- Mezzo otto cubano a destra.
- Imperiale a sinistra.
- Tonneau semi-lenti a sinistra.

### 2° Gruppo

- Fieseler a sinistra.
- Looping.
- Rovesciamento a 45° a destra.
- Mezzo otto cubano a sinistra.
- Imperiale a destra.
- Tonneau lento a sinistra.
- Messa in rovescio.
- Virata rovescia 360°.
- Uscita dal rovescio.

## 2.4.1.2 SECONDO CICLO

### 2.4.1.2.1 Test a doppio comando

- Tonneau lenti (più di 15").
- Frullini positivi.
- Avalanche.
- Tonneau a tempi (4 e 8).
- Tonneau in virata (interna ed esterna).
- Rovesciamenti in verticale.
- Otto cubano.
- Looping negativo.
- Fieseler rovescio.
- Fieseler rovescio a 45°.
- Mezzo otto cubano negativo.
- Imperiale rovescia.

### 2.4.1.2.2 Test da solista (quota minima 400m)

#### 1° Gruppo

- Fieseler rovescio a destra.
- Rovesciamento negativo a 45° a sinistra.
- Mezzo otto cubano rovescio a destra.
- Looping negativo.
- Otto cubano.
- Uscita rovescia con frullino.

#### 2° Gruppo:

- Fieseler a sinistra.
- Avalanche a destra.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 11

- 
- Rovesciamento verticale a destra.
  - Tonneau a quattro tempi a sinistra.
  - Mezzo otto cubano a destra.
  - Imperiale a sinistra.
  - Tonneau a 8 tempi a destra.
  - Tonneau super lento a sinistra.
  - Messa a rovescio.
  - Otto in rovescio.
  - Uscita dal rovescio.

### 2.4.1.3 GENERALITÀ

Le prerogative legate al primo ciclo sono: possibilità di allenarsi da soli sopra i 500m. Il secondo ciclo abilita all'effettuazione di manovre negative. Tuttavia anche con il secondo ciclo non si deve ritenere di avere finito di studiare: una delle attrattive di questa disciplina sta proprio nel fatto che c'è sempre da lavorare e che si può continuare a farlo come ci si può fermare a metà strada, per esempio al primo ciclo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 12

---

## 3 PRESENTAZIONE GRAFICA E VALUTAZIONE DELLE FIGURE ACROBATICHE

### 3.1 GENERALITÀ

È al pilota francese D' Huc Dressler che si deve l'invenzione della scrittura che permette ad ogni pilota di attaccare sul quadro di bordo il programma schematizzato che eseguirà. Questo sistema è stato in seguito ripreso e sviluppato dal colonnello spagnolo Aresti che fu il Presidente della Commissione Internazionale di Acrobazia Aerea della FAI, nel suo famoso dizionario, diventato oggi il punto di riferimento di tutti i piloti che vogliono gareggiare, per la costruzione e la valutazione dei loro programmi.

Ogni figura infatti è contraddistinta da un coefficiente di difficoltà, per il quale si moltiplica il voto (da 0 a 10) ottenuto dal concorrente nell'esecuzione della figura stessa. È la base del sistema di valutazione: i coefficienti sono dunque rigorosamente codificati ed il loro totale determina il livello tecnico del programma.

Così ad esempio, il programma conosciuto della Cat. Sportsman è attorno ai 150 punti e quello della Cat. Avanzata a 300. Sono anche possibili composizioni di figure costituite da più elementi valutati separatamente.

Le figure sono inoltre classificate per gruppi, di cui i regolamenti delle prove possono precisare, limitare o escludere l'uso, sempre in funzione dei criteri di difficoltà stabiliti per ogni gara. Ricordiamo anche che quando il numero dei giudici di una gara è sufficiente, il totale dei punti più alto e più basso sono eliminati e la classifica viene stabilita sulla media dei punti dei totali intermedi.

### 3.2 QUADRO E VOLUME

Un concatenamento di figure in gara si esegue su un piano di evoluzione contenuto in un quadro di 1000m, di altezza (quota minima da 100 a 400m, a seconda del livello tecnico del meeting) e di 1000m, di larghezza. I concorrenti possono fare evoluzioni con delle rotazioni a 90° di fronte alla giuria disposta parallelamente al piano di evoluzione, ad una distanza che dia le condizioni ottimali per un buon apprezzamento visivo.

Lo spazio entro il quale esibirsi è quindi racchiuso in una specie di cubo di circa 1Km per 1Km, ma leggermente tronco. Questo spazio è rigorosamente quadrato ed ogni uscita dal quadro, verificata dai giudici, porta a delle penalità come sottrazione di punti. Per cui aerei troppo fini o troppo potenti, proprio per le loro caratteristiche, sono avvantaggiati nel mantenere la quota durante i concatenamenti, ma pagano questo vantaggio con uscite di quadro abbastanza frequenti e con le penalità corrispondenti.

### 3.3 DAL "CONOSCIUTO" ALLO "SCONOSCIUTO"

Un campionato, sia una coppa o un incontro, si articola con maggior frequenza in tre prove: conosciuto, libero, sconosciuto (talvolta più d'uno).

Il "conosciuto" è il programma che gli organizzatori comunicano ai concorrenti insieme al regolamento, cioè generalmente molti mesi prima dell'incontro. Tecnicamente non è la prova più difficile. È il programma che si prova e riprova durante innumerevoli sedute di allenamento, fino alla nausea. Piloti ed allenatori finiscono per conoscerlo completamente a memoria ed è raro che il giorno X dia luogo ad esecuzioni sorprendenti.

La sua ripetizione diventa però presto monotona per la stessa giuria, ed il problema del pilota allenato è quello di non cadere anche lui nella noia di un'esecuzione che, ripetuta troppo spesso, non lo incita certo a superarsi, ma piuttosto a rendere sicura la prestazione.

È nel "libero", definito e preparato anch'esso in anticipo ma dal pilota stesso, che il concorrente esprime maggiormente il suo temperamento, il suo stile di pilotaggio, prima di tutto con la scelta delle evoluzioni attraverso cui egli compone il suo programma; poi, il libero è la prova che comporta il maggior numero di figure, quindi il maggior numero di punti.

Sullo "sconosciuto" si fronteggiano buon senso, metodo ed esperienza. Il programma "sconosciuto" è definito il giorno prima di essere eseguito, senza alcuna prova. Essenzialmente risulta da una scelta fatta dagli stessi concorrenti, una scelta generalmente tattica. Infatti ogni pilota (oppure ogni capo squadra) richiede una figura che in genere conosce bene e perché ritiene che sia meno conosciuta dagli avversari, o che risulti meno bene con l'aereo di altri concorrenti. Questo sistema dà spesso origine a programmi mostruosi, benché la giuria



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 13

pensi ad aggiungervi delle figure di legamento o di eliminare quelle che sembrano pericolose per questo o quell'aereo in lizza.

Per quanto riguarda lo sconosciuto, l'estrazione a sorte dell'ordine di decollo suscita una certa attesa febbrile. Nessuno ci tiene ad estrarre il numero uno, per non fare da cavia, ma si augura piuttosto di passare quando gli altri concorrenti avranno rodato il programma ed eventualmente rivelato, a loro spese, le insidie che può nascondere e in cui i successivi concorrenti si sforzeranno di non cadere. In alcune grandi manifestazioni competitive, i finalisti si affrontano per lo spareggio nel "libero libero" o "libero integrale". Nel primo "libero" le figure devono essere tutte prese dal catalogo Aresti e dare un determinato totale di coefficienti. Il "libero integrale" invece comporta tutte le costruzioni di figure che si vogliono; è però strettamente limitato a quattro minuti di esecuzione, al di sotto ed al di sopra dei quali piovono le penalità.

Ultimo punto, che credo essere il più importante, è che volate per una giuria e non per voi stessi. Con ciò voglio dire che dovete preparare un programma che metta in risalto le prerogative del vostro aereo ed anche quelle del vostro modo di pilotare. Non si tratta cioè di agganciare delle figure una dietro l'altra allo scopo di ottenere un totale di 700 punti. Quello che conta è ottenere un 10 per ogni figura; questo significa che se non siete sicuri al cento per cento di presentarla bene, dovete sostituirla con un'altra di cui siete perfettamente padroni: scegliete delle manovre che esaltino al tempo stesso le caratteristiche dell'aereo e le vostre capacità di pilota, non banali nè tantomeno troppo difficili per voi.

Quanto ho detto è solo la mia personale visione del problema e quello che va bene per me forse non andrà altrettanto bene per voi. Tuttavia non perdetevi mai di vista che l'acrobazia è uno sport davvero integrato e, per di più, la regola d'oro deve sempre essere la sicurezza.

## 3.4 PSICOLOGIA DEL PROGRAMMA LIBERO

Ho sempre pensato e penso che nella maggior parte degli sports entri il 90% di apporto mentale ed il 10% di apporto fisico; penso che per l'acrobazia da competizione la bilancia penda maggiormente verso il mentale.

A rischio di passare per un pignolo rimbambito, non posso che insistere sull'importanza della creazione di uno schema di buone abitudini durante le ore di allenamento. Sono fermamente convinto che se voi organizzate sistematicamente le vostre uscite di allenamento servendovi sempre della stessa "routine", dai controlli pre-volo ai checks, fino al volo stesso, questo si farà sentire sulla vostra prestazione nel momento di una gara.

Avete già avuto un "bianco" durante l'esecuzione di un programma, o peggio, proprio all'inizio dello stesso programma? Tutti sono nervosi, e nessuno fa eccezione. Il trucco è sapere come usare questo stato di ansia per migliorare la prestazione. Il vostro pilotaggio, e soprattutto il pilotaggio delle figure del vostro programma, deve essere assolutamente automatico durante una gara. Se siete ancora al punto di aver bisogno di riflettere a quello che dovete fare con i comandi per eseguire questa o quella manovra, vuol dire che avete ancora bisogno di qualche ora di allenamento.

Ci sono almeno tante tecniche di pilotaggio quanti sono i piloti e quello che dovete creare è un programma adatto alle vostre capacità. Il fatto principale sta nello sviluppare la fiducia in voi stessi al punto da sapere che sarete il vincitore. Si noti che dico sapere, non pensare.

Anche se il programma libero si vola solo dalla categoria Avanzata in su, è bene sapere fin d'ora che c'è ed organizzarsi mentalmente in modo da non trovarsi traumatizzati in seguito: vediamo quindi come disegnare un libero e come sfruttarne le caratteristiche per ottenere un brillante risultato. Va da sé che alcuni criteri generali si applicheranno fin d'ora ai programmi conosciuti o sconosciuti che vi troverete a volare.

I primi concatenamenti e l'ultima figura di un programma libero siano i più importanti, per diverse ragioni. La prima manovra è la prima impressione che comunicate ai giudici sul vostro modo di pilotare, e se un giudice incomincia a notarvi con un 9 su 10, sarà psicologicamente ben disposto a darvi dei buoni voti in seguito.

Questa prima figura non deve solo essere eseguita perfettamente, ma deve essere qualche cosa di diverso, che "svegli" la giuria: è molto facile infatti anche per il miglior giudice del mondo istupidirsi e sbadigliare dopo qualche ora passata su una sedia, sotto il sole ed in mezzo ad un prato infestato di zanzare, ad attribuire una votazione mediocre a centinaia di figure.

Terza cosa da mettersi bene in testa per disegnare un "libero": la prima figura deve permettervi di incominciare le vostre evoluzioni in una posizione perfetta. Fare acrobazia entro i limiti di un quadro di mille metri è già arduo



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 14

---

in un giorno senza vento, ma se vi si aggiungono 25 nodi di vento al traverso, le cose si complicano davvero: un giorno con 25 nodi al traverso si potrebbe anzi chiamare "tempo tipico di giorno di gara di acrobazia" perché sembra destino che il vento si alzi solo per infastidire gli acrobati anche nei luoghi dove è sempre calmo...

Se effettuate la vostra prima manovra in un "brutto" punto, rischiate di trascorrere il resto del programma nel tentativo di ritornare in buona posizione; è chiaro che, pensando a questo, distruggerete letteralmente le vostre figure.

Ricapitoliamo, tre sono le cose da tenere presente per iniziare bene il contenuto di un "libero":

1. La prima manovra deve darvi fiducia e deve essere ormai diventata la vostra seconda natura sul piano del pilotaggio:
2. Fate in modo che questa figura sia un po' diversa da quelle che gli altri fanno generalmente, per risvegliare la giuria:
3. Infine essa deve poter essere iniziata sempre al medesimo posto qualunque siano le condizioni meteorologiche.

Anche l'ultima figura del programma è altrettanto importante perché rappresenta l'ultima impressione che lascerete nei giudici. Che questi signori pensino, dopo quest'ultima manovra: "Davvero un volo eccezionale, straordinario".

Ma attenzione, non pensate di ottenere questo tentando qualche cosa di talmente spettacolare da essere pericoloso. Credetemi: qualsiasi giudice di non importa quale parte del mondo vi giudicherà severamente se vi mettete ad eseguire manovre pericolose perché dannose per l'aeroplano, basse o evidentemente fuori della vostra portata: ancor peggio, vi farete una fama di pilota pericoloso che non riuscirete mai più a scrollarvi di dosso e che vi farà sempre giudicare male dai giudici.

La chiave del pilotaggio in gara si chiama CONCENTRAZIONE e quello che bisogna sforzarsi di ottenere è il massimo della concentrazione malgrado la tensione del momento. I movimenti fisici di pilotaggio dell'aereo devono essere del tutto automatici durante la vostra partecipazione ad un concorso, lasciando così la vostra mente libera di pensare soltanto al vento, alle posizioni rispetto ad volume, al ritmo ed alla precisione delle manovre, oltre che alla figura che seguirà.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 15

---

## 4 DEFINIZIONE DELLE FIGURE E LORO EVOLUZIONE

### 4.1 GENERALITÀ

Tutte le figure acrobatiche consistono in rotazioni, pilotate o conseguenti a stallo, attorno agli assi di rollio e di beccheggio. Non rifaremo la loro storia, troppo lunga ed incerta, il che non ci impedisce tuttavia di fare un accenno a Gilbert Pégoud, pilota francese autore del primo looping eseguito su un aereo (ancorché la paternità sia contesa col russo Ivan Nesterov), né di ricordare che l'origine di quello che nel gergo della competizione si è convenuto chiamare "figure di ritorno", è attribuito all'improvvisazione dei piloti da caccia della Prima Guerra Mondiale, quando eseguivano manovre volte ad attaccare il nemico ed a sfuggirgli. Le figure di ritorno sono quelle che con un 180° acrobatico mantengono l'aereo nel piano di evoluzione, ma in senso inverso; esse sono: l'Imperiale o Immelmann (dal nome del pilota tedesco che l'inventò), il mezzo Otto Cubano, il Fieseler ed il Rovesciamento.

Né ci metteremo a giustificare l'esecuzione delle figure secondo i criteri dell'attuale acrobazia da competizione, che sono quelli ai quali ci riferiremo, poiché anche se formazione e competizione sono due campi differenti, il secondo è tuttavia lo sbocco logico e conseguente del primo. Tanto vale quindi ispirarsi fin dall'inizio alle norme che si applicheranno in gara.

D'altronde oggi non sono più le necessità del combattimento o dell'addestramento al combattimento che definiscono manovre e figure acrobatiche, ma i criteri di esecuzione in gara che hanno subito un'evoluzione: infatti, provando nuove figure su fragili aerei ed in condizioni di volo inesplorate, i primi acrobati dell'aria non godevano della tranquillità ai piloti che fanno acrobazia oggi su aerei robusti, secondo tecniche sperimentate e codificate che hanno potuto apprendere comodamente a terra ed in volo con un istruttore esperto.

Ricordiamo anche che gli aerei su cui l'acrobazia fu praticata inizialmente, a parte gli aerei militari, non offrivano generalmente che una potenza ed una maneggevolezza assai modeste. Niente a che vedere con le attuali macchine solide, maneggevolissime, con rapporti peso-potenza molto favorevoli.

Ricordiamo infine che queste caratteristiche, lo sviluppo dell'acrobazia da competizione, la sua codificazione, hanno portato, com'è noto, maggiore complessità e rigore nell'esecuzione e nella votazione. Questa evoluzione è quindi normale ed ha condotto a traiettorie nitide, orizzontali, ascendenti o discendenti sotto angoli diversi, o verticali, a delle rotazioni più rapide, a degli arresti molto netti.

Ciò non significa che l'acrobazia moderna sia sinonimo di brutalità. Quelli che immaginano che per praticarla come dei maestri occorra prima di tutto "darci dentro" sono nell'errore più totale.

Gli aerei hanno subito un'evoluzione, i criteri anche, ma oggi come ieri non è con dei movimenti nervosi, brutali, quindi mal controllati che si arriverà a pilotare bene un aereo, ancora meno a fare della bella acrobazia.

### 4.2 PRESENTAZIONE GRAFICA DELLE FIGURE

Cominceremo col definire le figure e la loro rappresentazione grafica prima di affrontare lo studio tecnico propriamente detto. L'acrobazia si rappresenta graficamente secondo simboli da quando il compianto pilota d'oltralpe D'Huc Dressler ha concepito l'aerocrittografia. Le sue definizioni iniziali furono riprese e sviluppate ulteriormente nella catalogazione stabilita dal colonnello spagnolo Aresti, già Presidente della Commissione di Acrobazia della FAI.

Perché questa necessità? Perché i programmi da competizione, arricchendosi e complicandosi, pongono al pilota, al momento della loro esecuzione, problemi di memoria in cui anche i più allenati si perdono. Non si può certamente scrivere a piccoli caratteri sul cruscotto generalmente angusto di un aereo da competizione la lista delle figure da eseguire in una gara. In un programma libero da 450 punti ciò significherebbe decine di piccole linee in cui, in volo, il pilota si perderebbe certamente più che consultando la propria memoria. La scrittura per simboli offre per contro in uno spazio ridotto il vantaggio di una presentazione scarna, chiara, oltre che logica. Il pilota sistema davanti a sé, nell'aereo, il cartoncino contenente il programma da eseguire come il musicista piazza il suo spartito sul leggio.

Per i non iniziati, questa scrittura assomiglia a geroglifici astrusi; solo i piloti di acrobazia ci si raccapezzano. Cercheremo dunque di permettere a tutti di capirci qualcosa.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 16

Ci siamo dunque armati della migliore vena artistica per disegnare le figure ed il loro simbolo limitandosi alle figure di base, quelle del primo ciclo, aggiungendovi la vite positiva che è del ciclo precedente il primo (anche se non tutti la studiano nella pratica) ed il cui simbolo si distingue da quello del frullino solo perché è definito da un triangolo rettangolo invece che da un triangolo equilatero.

Quando avremo aggiunto che i triangoli bianchi sono le viti o stalli positivi ed i triangoli neri quelli negativi, che le linee danno il senso generale delle traiettorie, che quando sono tratteggiate si tratta di volo negativo o figure inverse, che le frecce o semifrecce che attraversano queste linee sono dei tonneau o dei semi-tonneaux, che la cifra che li accompagna indica eventuali tempi, si sarà data la chiave quasi completa della descrizione grafica dell'acrobazia.

A partire da qui il catalogo Aresti non è che l'enumerazione, la classificazione in "famiglia" e capitoli e la votazione delle infinità delle combinazioni possibili a partire dalle traiettorie e rotazioni di base.

## 4.3 IMPORTANZA DELL'INQUADRATURA

La nozione di quadro interviene utilmente fin dall'inizio della formazione fin dai primi voli da solista, non soltanto per inculcare subito al pilota una concezione ottica dell'acrobazia da competizione ed un buon ritmo di esecuzione, ma anche per costringerlo a lavorare costantemente in riferimento ad un asse al suolo.

Nel piano di evoluzione le traiettorie dell'aereo si definiranno attraverso lo spostamento del suo centro di gravità poiché per esempio, salvo nel caso di vento rigorosamente nullo, una traiettoria verticale ascendente non corrisponde alla posizione della fusoliera rigorosamente perpendicolare all'orizzonte.

Questa traiettoria comporterà generalmente un compromesso implicante una certa correzione di deriva, pur senza indurre il pilota ad una correzione troppo visibile e sgraziata e senza portarlo ad un posizionamento dell'aereo tale da compromettere l'esecuzione corretta della manovra alla sommità della traiettoria verticale.

## 4.4 PIANO DI RIFERIMENTO ALARE

È altrettanto importante precisare che l'ala dell'aereo costituisce un piano di riferimento indispensabile che deve situarsi perpendicolarmente (si tratta ovviamente del piano medio dell'ala) al piano di evoluzione. Questa perpendicolarità si verifica in rapporto all'asse di riferimento al suolo in richiamate o in uscite di figura rispetto all'inclinazione nulla secondo il riferimento orizzontale alla sommità dei looping o semi-looping, o ancora per controllo laterale di questo piano mediano dell'ala in rapporto all'orizzonte nel corso della traiettoria verticale ascendente di un fieseler.

## 4.5 CADENZA: VELOCITÀ ANGOLARE DI ROTAZIONE

Un ultimo elemento resta da precisare nelle definizioni e riferimenti tecnici iniziali che ci permetteranno di controllare le configurazioni di volo e le evoluzioni che analizzeremo in seguito: si tratta della cadenza.

Nel pilotaggio normale la cadenza ci è servita solo per definire essenzialmente le evoluzioni intorno all'asse di imbardata, legate al comportamento dell'aereo in virata, all'azione o al coordinamento dei comandi volti a dare un'inclinazione più o meno accentuata alla virata.

In acrobazia la cadenza definirà ciò che essa traduce in realtà, cioè una velocità angolare attorno ai tre assi di inerzia dell'aereo, soprattutto all'asse di beccheggio, o in rapporto ad un punto dello spazio attorno al quale l'aereo compirà evoluzioni.

Per esempio: la cadenza in un looping è la velocità angolare più o meno alta che il pilota impone alla sua macchina nell'esecuzione di questa figura intorno al centro della circonferenza che teoricamente rappresenta il looping.

## 4.6 IL PIANO DI EVOLUZIONE

Il pilota di acrobazia lavora in rapporto ad un asse di riferimento al suolo che è auspicabile sia nettamente materializzato: pista di volo, di rullaggio, strada, ferrovia, etc. Questo asse di lavoro è la base del piano di evoluzione verticale dell'aereo, in cui il pilota deve restare per quanto è possibile.

Che limiti assegnare al piano di evoluzione? Si avrà l'accortezza di inscrivere, fin dall'inizio della formazione acrobatica, in quelli dei piani da competizione, cioè un asse-suolo di lavoro di 1000m. Il limite inferiore di lavoro sarà senza dubbio in funzione del grado di progresso del pilota in formazione e del tipo di figure e le concatenazioni di base possono essere effettuate, su tutti gli aerei da acrobazia biposto, tra i 500 ed i 1000m.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 17

Sotto i 500m, la sicurezza può essere messa in discussione, almeno nei voli da solisti: sopra i 1000m, il valore del riferimento dell'asse-suolo perderebbe troppo di precisione, e quindi di interesse.

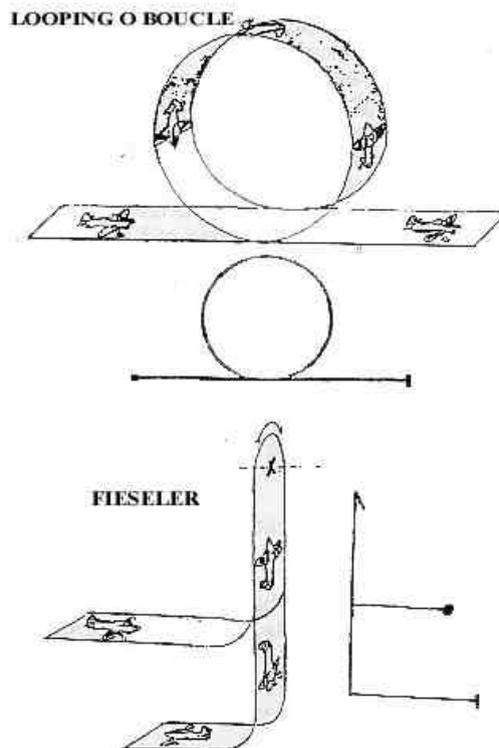
Ribadiamo ancora una volta che esercitarsi in acrobazia senza l'asse-suolo di riferimento e senza rispettare il piano di evoluzione che tale asse permette di definire, esclude ogni possibilità di lavoro veramente valido e preciso. Inanellare una serie di figure in aria, senza occuparsi di quello che può dare la loro proiezione al suolo, è di un interesse tecnico ed educativo totalmente nullo, poiché anzi dimostra la totale incapacità del pilota di dirigere il velivolo dove vuole nel corso delle manovre acrobatiche: fra l'altro questo è un fattore importante per la sicurezza, come vedremo in seguito.

## 4.7 DEFINIZIONE TECNICA DELLE FIGURE

Queste definizioni tecniche sono, se si vuole, anche teoriche, nel senso che pilota ed aereo non possono che tendere a rispettare, nel modo più aderente possibile, i criteri di ogni figura.

Si ricordi, come criterio generale, che le figure acrobatiche iniziano e terminano in volo orizzontale, sia esso positivo o negativo. Dal volo orizzontale che conclude una figura parte il volo orizzontale che è l'inizio della successiva.

1. Looping - Cerchio a raggio costante che consiste in una traiettoria inscritta nel piano di evoluzione verticale.



2. Fieseler - Rotazione attorno all'asse di imbardata senza inclinazione, dunque senza rollio, alla sommità di una traiettoria verticale ascendente, seguito da una traiettoria verticale discendente.
3. Imperiale - Normale o diritto, chiamato anche Immelman, dal nome del pilota tedesco suo presunto inventore: mezzo looping seguito da un'uscita rovescia su traiettoria orizzontale.
4. Mezzo Otto Cubano - Cinque ottavi di looping, seguiti da una traiettoria rovescia a 45° in discesa, da un mezzo tonneau e dal proseguimento della traiettoria positiva in discesa a 45° prima del ritorno al volo orizzontale.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 18

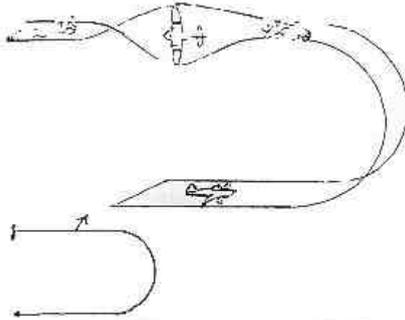
- 
5. Rovesciamento (detto classico) - Ne esistono altre versioni, tra cui il rovesciamento verticale, che non è una figura da primo ciclo. Consiste in una messa in rovescio eseguita su una traiettoria positiva ascendente di  $45^\circ$ , seguita da cinque ottavi di looping positivo.
  6. Tonneau - Su una traiettoria inscritta nel piano di evoluzione, rotazione di  $360^\circ$  intorno all'asse di rollio dell'aereo. Il tonneau detto lento suppone una rotazione rollio di una durata inferiore a  $15''$  tra l'inizio e la fine della rotazione stessa. A partire dai  $15''$  di durata, il tonneau è detto superlento. È detto "a tempi" quando la rotazione comporta degli arresti intermedi nettamente evidenziati.
  7. Tonneau a botte - non fa parte delle figure classiche, non si iscrive nel piano di evoluzione. Esso si imparenta maggiormente ad una virata a cadenza ed inclinazione mantenute in diminuzione e poi in aumento di pendenza fino al ritorno al volo orizzontale.
  8. Messa in rovescio - Uscita dal rovescio - Rotazione attorno all'asse di rollio di  $180^\circ$ , secondo i criteri del tonneau classico, in uscita dalla quale l'aereo, dal volo positivo si ritrova in volo rovescio, e in volo positivo, se era in volo rovescio alla partenza. Coincide con due mezzi tonneau.
  9. Virata rovescia di  $360^\circ$  - Partendo dal volo rettilineo orizzontale, virata rovescia di  $360^\circ$ , con mantenimento della linea di volo e con inclinazione e cadenza costanti.
  10. Vite normale o positiva - L'aereo parte in autorotazione su stallo asimmetrico e ne esce dopo un giro o più per annullamento della dissimetria e ritorno ai piccoli angoli di attacco, prima di effettuare la rimessa in volo orizzontale.



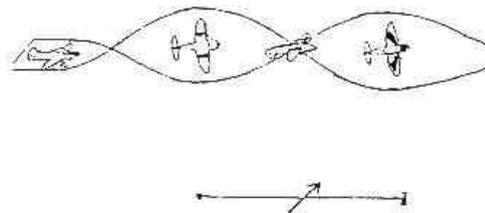
# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 19

**IMPERIALE**



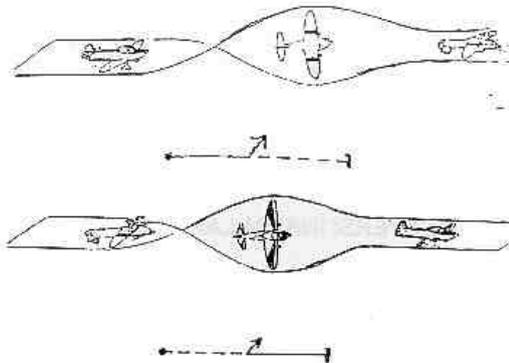
**TONNEAU**



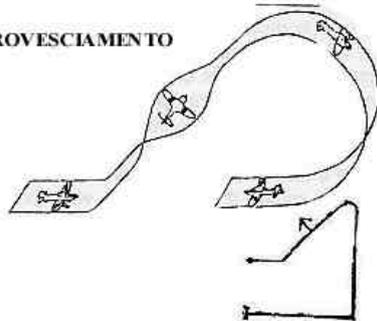
**MEZZO OTTO CUBANO**



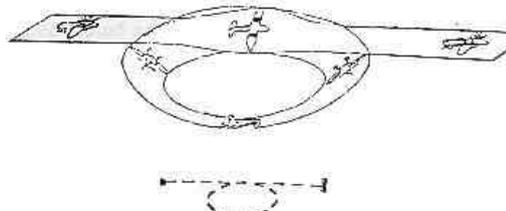
**MESSA IN ROVESCIO**



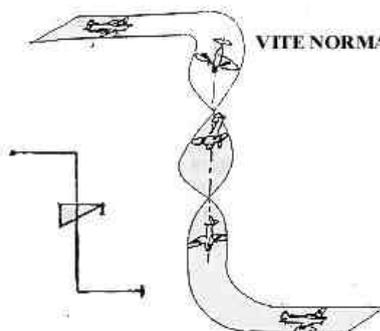
**ROVESCIAMENTO**



**VIRATA ROVESCIA DI 360°**



**VITE NORMALE**





# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 20

---

## 4.8 DEFINIZIONE DI ALCUNI CONCETTI BASE UTILI AD UNA CORRETTA INTERPRETAZIONE DI QUANTO SEGUIRÀ

Per consentire una più agevole trattazione del seguito è opportuno richiamare alcuni concetti elementari.

1. **PENDENZA:** è l'angolo compreso tra la verticale al suolo e la tangente alla traiettoria percorsa dall'aereo (o più esattamente dal baricentro dell'aereo): essa è massima quando il motore è puntato verso il cielo, minima quando il motore punta al suolo e diminuisce ogni volta che il muso punta verso terra.
2. **INCIDENZA:** è l'angolo compreso tra la corda media alare e la tangente alla traiettoria.
3. **CADENZA:** è la velocità di spostamento della cappottatura motore parallelamente all'orizzonte (velocità angolare).
4. **INCLINAZIONE:** è l'angolo formato dal piano delle ali con l'orizzonte.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

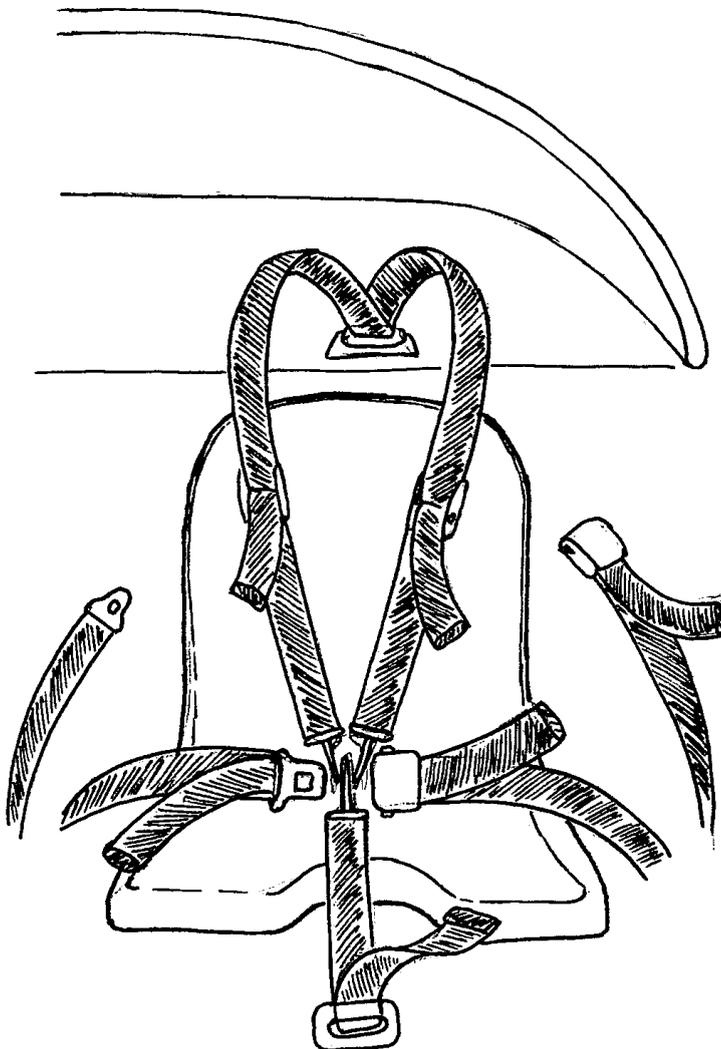
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 21

## 5 A BORDO

### 5.1 SAPERSI INSTALLARE BENE A BORDO E BLOCCARE CON LE CINGHIE

Poiché l'acrobazia è oggettivamente scomoda, occorre assolutamente far sì che tale scomodità sia nei limiti fisiologici imposti dalle manovre, senza aggravarla con sistemazioni a bordo incongrue o ergonomicamente assurde.

Ci sono prima di tutto motivi di ordine psicologico e fisiologico. Quello che impressiona il novellino è la prospettiva di ritrovarsi a volare con la testa in giù; tanto vale quindi non differire questa prova della verità, se non altro per constatare subito che non è poi così terribile, che ci si abitua molto presto a pendere nelle cinghie, ad avere fiducia nella loro solidità.

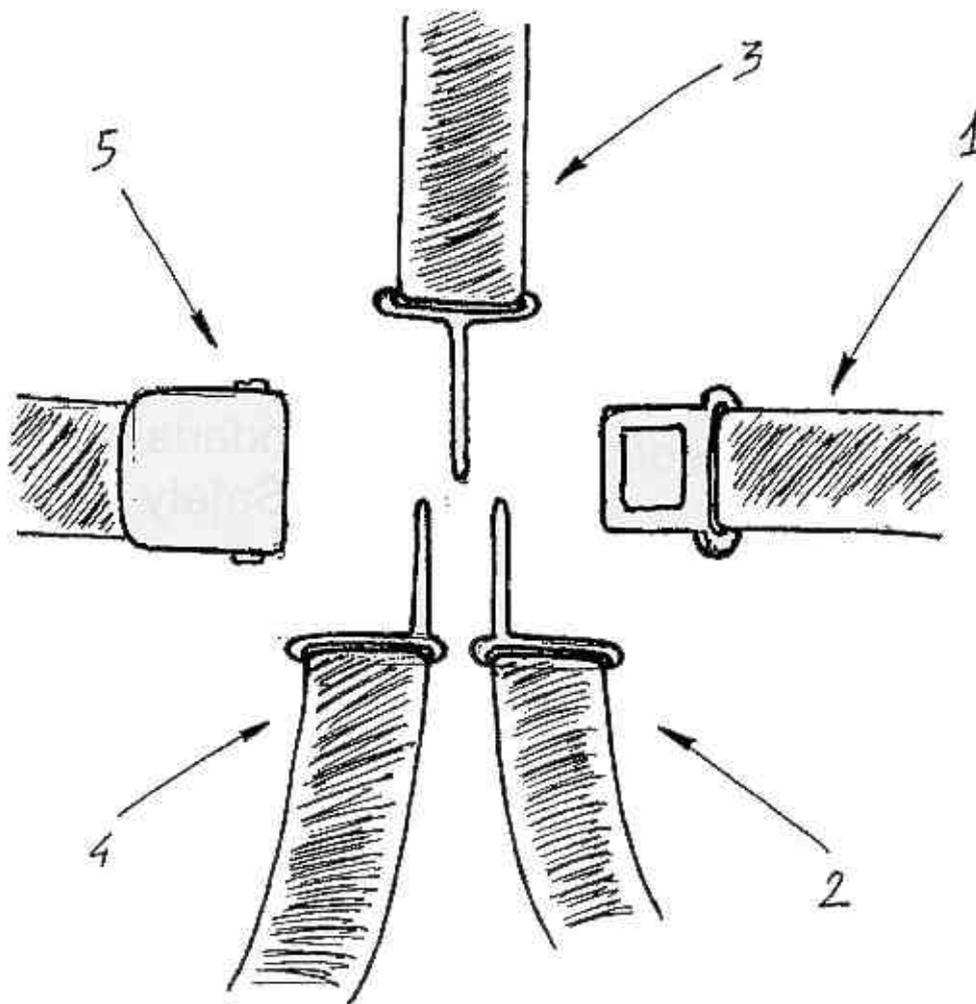


Cinture di sicurezza a 5 punti di attacco per il volo acrobatico.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 22



Sequenza di allacciamento delle cinture a 5 punti.

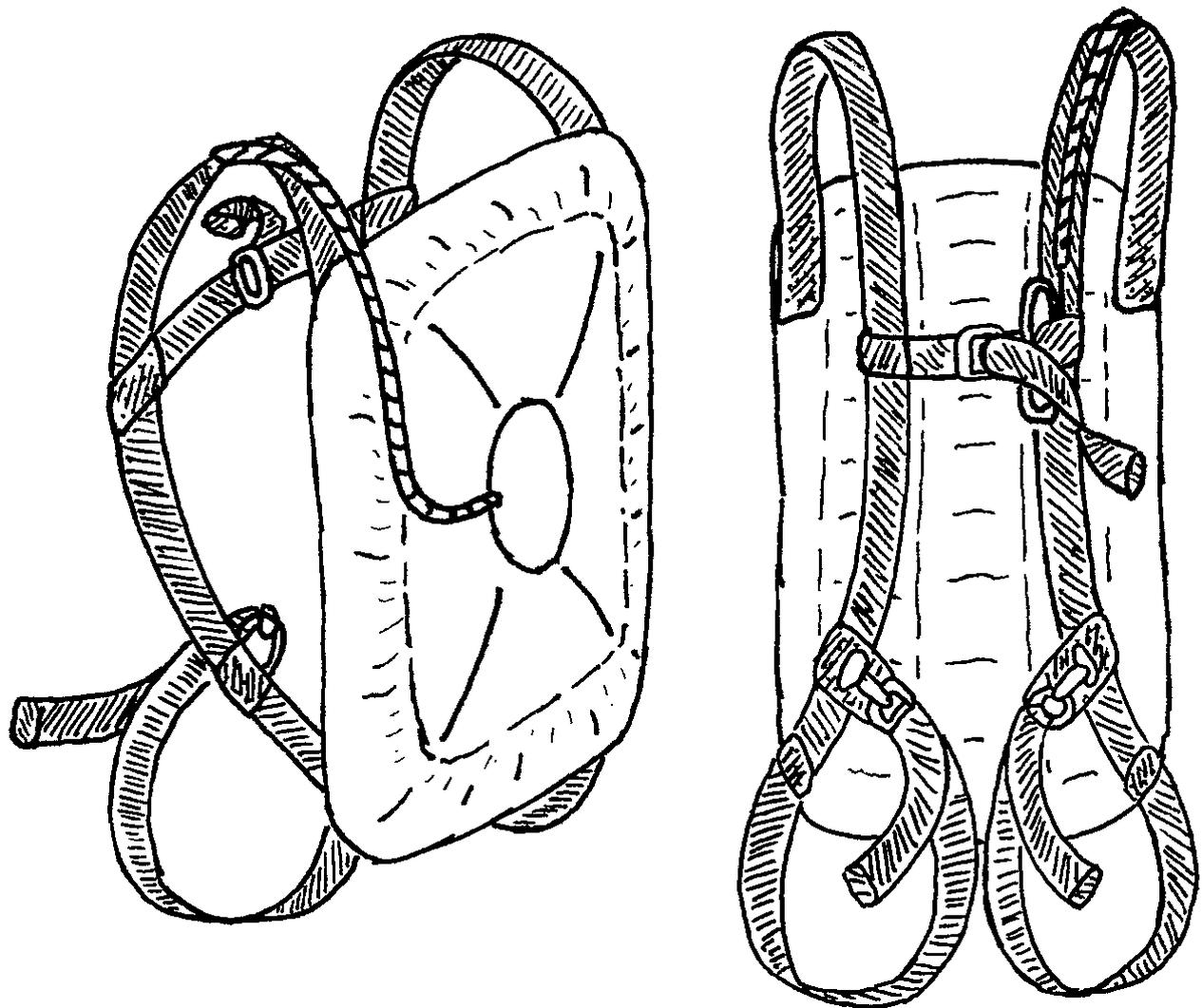
Inoltre si acquisisce anche l'abitudine necessaria e ottima di assicurarsi bene con le bretelle nell'aereo, cioè non legati come dei salami, ma in maniera tale da aderire bene al sedile, in particolare per mezzo delle cinghie delle cosce e della vita, pur conservando per le membra, il busto e la testa, il massimo di scioltezza e mobilità. La prima cosa da imparare in acrobazia è sapersi allacciare bene e questo implica due precauzioni supplementari: evitare di sguazzare nel fango e nella polvere prima di prendere posto a bordo; svuotare le tasche di tutto quanto può uscirne quando si passa a volare in rovescio.

È in volo rovescio che si scopre quanto una cabina di aereo può immagazzinare come polvere e residui di fango secco, che può essere spiacevole o anche pericoloso ricevere negli occhi proprio quando si ha bisogno di tutte le proprie facoltà visive.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 23



Il paracadute di emergenza.

Ed è altrettanto spiacevole vedere monete, grandi o piccole, o peggio, il portachiavi di casa o dell'automobile colpire d'improvviso il volto prima di prendere definitivamente la via dei campi sottostanti, se l'aereo è aperto, o di caracollare per tutto il volo tra soffitto e cruscotto, a rischio di finire col bloccare qualche leva di comando, se la cabina è chiusa.

## 5.2 ADATTAMENTO FISICO E PSICOLOGICO

Lo studio del volo acrobatico suggerisce dunque molto presto delle sane precauzioni preliminari circa l'installazione a bordo, la posizione del sedile e soprattutto della pedaliera, se sono regolabili. Perché si può credere di essere ben installati per il volo rovescio, a portata di una completa escursione dei comandi ed accorgersi, una volta capovolti, che in questa configurazione non si riesce a dare cloche o pedale a fondo corsa.

D'altra parte ci si deve abituare fisiologicamente al volo rovescio ed alle accelerazioni che esso implica. Anche qui niente di terrificante se si lavora a piccole dosi, giacché all'inizio ci si stancherà molto in fretta in questa



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 24

---

posizione. Tocca all'istruttore vigilare per limitare all'inizio la durata delle sequenze in volo rovescio ed interromperlo non appena il pilotaggio del suo paziente indica che è arrivato a saturazione.

Spesso l'allievo afferma in buona fede di non essere ancora stanco, mentre invece il suo pilotaggio indica di fatto che lo è. Ma l'adattamento al volo rovescio, se correttamente dosato ed inculcato, viene molto prima di quanto non si pensi.

Ai motivi di carattere psicologico e fisiologico che si schierano a favore dello studio preliminare del volo rovescio, si aggiunge la necessità dell'adattamento visivo a questa configurazione. Personalmente ho iniziato l'acrobazia imparando a fare dei tonneau ed ho impiegato un tempo esagerato prima di arrivare ad eseguirne di decenti. Mentre oggi, una volta insegnato ad un neofita come deve pilotare un aereo per tenere una pendenza ed una quota costanti in volo rovescio, l'esecuzione di un tonneau corretto viene quasi da sé: quando un altro inesperto nell'esecuzione di questa manovra, in generale basta rivedere bene il mantenimento della pendenza in volo rovescio perché tutto si sistemi.

Un altro punto di fondamentale importanza è l'alimentazione e l'igiene di vita nel corso dell'addestramento ed ancor più dell'attività sportiva acrobatica.

Infatti, richiedendo al nostro fisico il massimo in termini di stress e precisione, non possiamo permetterci di arrivare stanchi o assonnati all'appuntamento col nostro istruttore. Ancor meno possiamo essere sotto l'effetto soporifero di un pranzo pesante, magari annaffiato da un bicchiere di troppo.

E questo soprattutto per noi stessi: l'alimentazione incongrua fa star male noi, per cui abbiamo tutta la convenienza a fare attenzione. In generale un'alimentazione leggera ma nutriente è indicata prima dell'acrobazia: carboidrati, zuccheri e frutta danno energia senza richiedere troppo sforzo per la digestione. Le bevande devono essere assolutamente analcoliche e non gasate. Polenta e brasato al barolo lasciamole per cena, quando una lunga notte ci consentirà di digerirle senza "rivederle".

Assolutamente sconsigliabile è però volare a stomaco vuoto: a parte la mancanza di energia, solitamente improvvisa e paralizzante, cui si va incontro (lo sanno bene podisti e fondisti), lo stomaco vuoto viene sbalottato ben più di uno moderatamente carico, quindi la sofferenza è in agguato.

Pilota avvisato, mezzo salvato. E ricordate che chi sporca l'aeroplano, cedendo alla nausea del neofita, lo pulisce!



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

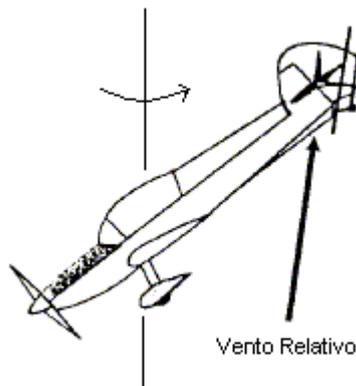
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 25

---

## 6 ESECUZIONE PRATICA DELLE FIGURE ACROBATICHE

### 6.1 LA VITE

La vite è la prima cosa da imparare nel corso dell'addestramento acrobatico: pur essendo una manovra la cui dinamica ancor oggi nasconde molti segreti ad una trattazione teorica, va appresa come strumento di sicurezza e "via di fuga" da situazioni difficili prima di diventare una figura usata normalmente in competizione.



In realtà, se eseguita correttamente su un aereo classico da acrobazia, la vite costituisce, sia nell'avvio che nell'arresto, una manovra semplice, facilmente controllabile e non pericolosa.

A proposito di questa figura si può parlare della regola generale che vuole che un buon aereo acrobatico non si metta volentieri in vite e ne esca da solo: a questa regola generale non mancano le eccezioni a seconda del tipo di aereo, del centraggio e del modo in cui è provocata l'autorotazione.

#### 6.1.1 CRITERI E CARATTERISTICHE

Autorotazione: è ben di questo che si tratta in effetti, ossia di uno stallo eseguito asimmetricamente cioè con pedaliera non centrata. Il criterio internazionale fissato dalla Commissione di Acrobazia della F.A.I. prevede che in competizione la vite si manifesti dapprima con una caduta d'ala dal lato in cui l'aereo stalla.

In altre parole, la vite deve iniziare su un'abbattuta asimmetrica a motore ridotto, il che la differenzia dal frullino, provocato da uno stallo dissimmetrico dinamico.

Una cosa deve essere chiara: ogni velivolo ha un ben determinato comportamento in vite, che non dipende assolutamente dal pilota ma solo dalle sue caratteristiche aerodinamiche e dal centraggio.

Questo è il motivo per cui la vite deve essere considerata una manovra di sicurezza: in qualsiasi situazione strana vi troviate, con assetti sconosciuti e senza saper cosa fare, mettete l'aereo in vite e vi troverete immediatamente a dover gestire una situazione che, con l'addestramento, avrete imparato a conoscere bene e che è sempre uguale a sé stessa.

Allora proviamo ad entrare in vite positiva. In volo rettilineo, togliamo tutta la potenza e sosteniamo il velivolo per avvicinarci dolcemente allo stallo. Ciò significa che la cloche verrà progressivamente tirata allo stomaco per contrastare la tendenza dell'aereo a scendere: ad un certo punto la cloche sarà completamente tirata e, ben presto, l'aereo stallerà.

Nell'istante esatto in cui si verifica lo stallo, diamo tutto piede da una parte, ad esempio la sinistra, mantenendo la cloche saldamente tirata ed AL CENTRO (capirete poi perché).

Cosa succede? L'aereo prima sembra capovolgersi, poi prende a girare rapidamente, a muso basso, attorno ad un asse abbastanza vicino a quello longitudinale, percorrendo una traiettoria discendente pressoché verticale.

Il risultato è una rapidissima perdita di quota, che deve essere opportunamente gestita per non portare a conseguenze tragiche.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 26

---

## 6.1.2 PROBLEMI DI ESECUZIONE

Se è correttamente centrato l'aereo, che tende a ritornare spontaneamente dai grandi angoli di incidenza ai piccoli, comincia ad uscire dallo stallo senza l'assistenza del pilota, a condizione però che questi non rimanga bloccato sul timone di profondità indietro e sulla pedaliera spinta a fondo da uno o dall'altro lato, a seconda del senso dell'autorotazione.

Il problema di esecuzione sta quindi in primo luogo nel provocare la vite, poichè l'entrata ne condiziona l'uscita. Infatti, succede spesso che per una specie di esitazione e di paura ad usare i comandi, abbastanza naturale in questa configurazione, l'allievo non riesca a creare di colpo uno stallo deciso, che sulla maggior parte degli aerei da acrobazia che conosco presuppone il muso dell'aereo alto sull'orizzonte, con barra portata tutta indietro con decisione (non violenza!).

Se crea attacco obliquo da uno o dall'altro lato con la pedaliera prima che l'aereo arrivi davvero allo stallo, l'apparecchio entra in una specie di spirale discendente molto penalizzante per quanto riguarda la quota, nel corso della quale, se il pilota insiste, dopo un inizio di spirale abbastanza tranquillo, lo stallo dissimmetrico si verificherà dinamicamente in qualche modo, più o meno violentemente durante la spirale, imprimendo all'aereo una rotazione il cui tasso sarà in funzione di questa violenza e di cui non sarà sempre facile al pilota debuttante controllare l'arresto.

La dissimmetria e la mancanza di coordinazione saranno aggravati dalla posizione non centrata della cloche, con particolare gravità in caso di cloche portata verso l'esterno della rotazione: in questa configurazione infatti l'alettone esterno si alza, riducendo di molto la resistenza della semiala esterna alla rotazione (che ha una velocità all'aria più alta), per cui la cadenza aumenta di parecchio così come l'inerzia nell'arresto della rotazione nella successiva rimessa.

Ed è perchè l'allievo resta impressionato da questo vortice improvviso e rapido e per di più è centrifugato che, più o meno bloccato dall'accaduto, potrà avere dei problemi ad uscire dalla vite.

## 6.1.3 ATTENZIONE ALLA QUOTA!

Ma se, su un aereo ben centrato, egli conserva l'occhio attento e la mente lucida, se reagisce correttamente ai comandi, non avrà problemi: il più importante potrà essere quello che gli sarà posto eventualmente da una perdita di quota rilevante tra l'entrata e l'uscita della figura.

Da qui una prima regola di base: prendere sistematicamente un margine elevato di quota, da 1000 a 1200 metri, per studiare e praticare la vite: molti piloti, e non dei meno bravi, sono morti per aver voluto mettersi in vite senza avere quota sufficiente.

Sul CAP-10, per esempio, l'entrata e l'arresto con rimessa di un giro di vite eseguiti da un allievo provocano una perdita di quota di circa 300 metri: è una cosa che ogni istruttore coscienzioso ha il dovere di far verificare e di sottolineare bene ai propri allievi.

## 6.1.4 RIMESSA

È facile capire che la vite è la composizione di due fenomeni: lo stallo e l'autorotazione, con la seconda conseguente al primo.

La rimessa sarà quindi costituita dall'uscita dall'autorotazione e solo dopo questa da una normale rimessa dallo stallo: va da sé che la successione è pressochè istantanea, ma per chiarezza di esposizione (e di esecuzione) è opportuno distinguere le due fasi.

L'autorotazione si arresta agendo SOLO sulla pedaliera: abbiamo già visto sopra che ogni azione sugli alettoni complica parecchio la situazione. Quindi, date timone opposto al senso della rotazione, tutto e con decisione. Se avevamo dato piede sinistro per entrare in vite, ora daremo piede destro. Occorre avere fede (e quota sufficiente), ma ben presto la rotazione cesserà. Appena ciò si verifica, pedaliera al centro, ed ecco che passeremo alla seconda fase.

Siamo ora in stallo: per uscirne sappiamo già da prima di iniziare il corso acrobatico che basta dare cloche avanti, "reinfilando" l'aereo nell'aria, e dare motore. Raggiunta la velocità sufficiente, richiamare e prendere quota.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 27

---

Ecco fatto. Nulla di terribile come avete visto: solo, bisogna abituarsi a farlo dal vivo, cioè sotto stress ed accelerazioni, ma anche questo imparerete con l'aiuto del vostro istruttore.

## 6.1.5 LA VITE COME MANOVRA DI SICUREZZA

Ma, direte voi, se in vite si perde tanta quota perché deve considerarsi una manovra di sicurezza? Anzi, sembra una cosa pericolosissima, da evitare assolutamente!

Niente di più falso, come vedrete dal paragone ardito che segue. Se andate in Africa, siete portati a credere che il più temibile animale da cui guardarsi sia il leone. Denti aguzzi, abile predatore, forte e circondato da un alone di leggenda: alla larga! Ma se vedete un ippopotamo che pigramente mastica erbe palustri che fate? L'aspetto è pacioccone e rassicurante, tanto che è stato usato come testimonial di articoli per l'infanzia. Siete quindi portati a credere che si tratti di un animale pacifico, e non lo temete. Troppo tardi scoprirete che è permaloso e, pesando una tonnellata e con una bocca larga un metro irta di zanne, può agevolmente farvi a pezzi (poi vi sputa, perché è erbivoro, ma tant'è).

Conclusione: l'animale più temibile è l'ippopotamo, non il leone.

Eccovi una dimostrazione pratica. Supponete di essere in salita verticale, ad esempio nell'esecuzione di un fieseler o di un looping (vedi oltre), e di disorientarvi. La velocità scade rapidamente a zero. La coppia dell'elica non più contrastata dal timone prevale sull'inerzia del velivolo ed improvvisamente tutto si mette a girare. Che fate? Che assetto avete? Come vi rimettete in sesto?

Ecco come: via il motore, cloche alla pancia e tutto piede sinistro. In pochissimo vi troverete in una vite positiva a sinistra. Eseguite una rimessa standard e vi siete cavati d'impaccio.

Facile, no? Fatelo due-tremila volte e ne converrete con me.

## 6.2 VOLARE IN ROVESCIO

Quando oggi mi si domanda da che cosa debba logicamente cominciare una scuola di formazione acrobatica rispondo senza esitare: dallo studio del volo rovescio. Questo studio costituisce in effetti il logico punto di partenza di una razionale progressione in acrobazia, e questo per molte ragioni.

### 6.2.1 DUE AEREI DIVERSI IN UNO SOLO

Perché? Perché se l'aereo è lo stesso, sia esso con le ruote in aria o in basso, non vola rovescio come dritto. Il suo assetto, le sue reazioni, il suo comportamento sono diversi. Concepito, realizzato per il volo normale, anche se si rivela ottimo in acrobazia, un aereo non manterrà in rovescio una pendenza ed una quota costanti, se non avrà il muso più o meno nettamente sopra l'orizzonte, mentre in volo normale è l'orizzonte che si vede al di sopra della coppotta motore. Sono essenzialmente le caratteristiche aerodinamiche dell'ala o delle ali ad imporre questo assetto, allo stesso modo del calettamento in volo positivo. Il mantenimento di questa pendenza rovescia costante richiederà inoltre uno sforzo fisico abbastanza notevole per tenere il timone di profondità, barra avanti. Infatti per dare un angolo d'incidenza abbastanza grande all'ala in volo rovescio, si dovrà cabrare più o meno fortemente l'aereo, che esporrà così all'effetto del vento relativo il dorso della fusoliera e la superficie fissa orizzontale dell'impennaggio. Abbastanza per dargli, insieme alla coppia di trazione dell'elica, un notevole effetto picchiante, che sarà piuttosto sensibile sul braccio del pilota impegnato a contrastarlo.

Un trim ben regolato assicura praticamente da solo il mantenimento della linea di volo; ma qualunque sia l'escursione che gli si imprime, il trim non potrà mantenere l'aereo in volo rettilineo rovescio, poiché tale assetto può essere assicurato soltanto dalla pressione costante del pilota sul timone di profondità.

### 6.2.2 STESSA PROGRESSIONE INIZIALE IN VOLO ROVESCIO COME IN VOLO DIRITTO

Tutte queste cose devono essere ben conosciute e verificate prima di passare allo studio delle rotazioni propriamente dette attorno all'asse di rollio: messa in rovescio, mezzo tonneau e tonneau completo. Insomma, una formazione acrobatica bene intesa deve passare dapprima in volo rovescio, da tutto ciò che si incomincia ad affrontare in volo dritto e nell'istruzione preliminare: effetti primari dei comandi intorno ai tre assi di inerzia (ci si rassicuri poiché questo effetto è rigorosamente lo stesso sia in volo dritto che rovescio), variazioni di



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 28

---

pendenza e loro limiti, stalli rovesci, uso del motore, relazioni pendenza-velocità, regime-velocità, pendenza-regime, mantenimento di traiettorie stabili in volo rovescio rettilineo in salita ed in discesa. In generale, non si dovrà essere eterni su questi esercizi, bisognerà però farli durante una o più sedute brevi, non solo per l'adattamento ma più ancora per l'analisi, il giusto modo di capire le condizioni del volo rovescio.

## 6.2.3 RICHIAMI ELEMENTARI DI AERODINAMICA

Per riassumere le condizioni del volo rovescio, dobbiamo ritornare, per sottolinearlo, ad alcune considerazioni aerodinamiche elementari.

Abbiamo detto che, per il solo fatto del calettamento dell'ala e dell'impennaggio orizzontale, l'aereo potrà tenere una traiettoria rettilinea in volo rovescio solo con una posizione della fusoliera piuttosto cabrata. Le configurazioni di volo diritto e di volo rovescio sarebbero molto più simili con un aereo ad ala mediana e profilo biconvesso simmetrico, come ad esempio la maggior parte dei monoposto moderni. Quindi ogni avvicinamento a questa formula tende ad attenuare le differenze di assetto tra il volo diritto e quello rovescio: ma gli attuali biposto-scuola da acrobazia, anche i più recenti, esigono il muso nettamente sopra l'orizzonte in volo rovescio e sotto in volo diritto, poiché per la maggior parte hanno un'ala a calettamento positivo in rapporto all'asse della fusoliera in volo diritto, ed un profilo asimmetrico che porta meglio in positivo che in negativo.

Questi sono due motivi che spiegano il pronunciato assetto cabrato della fusoliera in volo rovescio. I velivoli hanno anche in generale ali dotate di un diedro positivo più o meno pronunciato, motivo di stabilità in volo normale, ma di instabilità in volo rovescio; ci torneremo sopra più avanti.

Abbiamo anche visto che l'assetto cabrato che bisogna dare all'aereo in volo rovescio per permettergli di mantenere una traiettoria rettilinea è contrastato abbastanza decisamente dalle coppie picchianti risultanti dall'angolo di attacco presentato dal dorso della fusoliera e del piano fisso orizzontale in rapporto al vento relativo, così come dalla coppia di trazione dell'elica, essendo l'albero motore stesso posto sull'asse della fusoliera.

Da tali diversi fattori risulta un aereo che pone dei problemi di tenuta di traiettoria in volo rovescio e le cui caratteristiche aerodinamiche possono eventualmente giustificare in questa configurazione una maggiorazione di potenza, benché sia una cattiva abitudine dare automaticamente motore per passare in rovescio.

In generale è più corretto mantenere potenza quanto occorre per tenere costante il numero di giri, che può variare per effetto delle variazioni di pendenza e di velocità che intervengono nel corso della messa in rovescio, senza contare l'effetto dell'attacco obliquo impresso all'aereo durante la manovra.

## 6.2.4 USO DEL MOTORE ...

Bisogna anche pensare a limitare il più possibile l'insorgere degli effetti motore nella condotta dell'aereo in acrobazia. Si ha già abbastanza da fare per disegnare correttamente le figure intorno ai tre assi, rispettando sempre il piano di evoluzione, senza aggiungere un coefficiente di difficoltà supplementare con l'uso intempestivo e brutale della manetta.

L'elica a giri costanti semplifica considerevolmente il problema dell'uso della manetta, ma, almeno per il momento, la maggioranza dei biposto da formazione acrobatica non ne è provvisto. L'uso continuato e dolce del motore è dunque parte integrante della formazione di un pilota di acrobazia e la manetta del gas, in alta scuola, si rivela un comando da azionare sistematicamente e con cura come i comandi aerodinamici.

La regola d'oro nell'uso del motore sarà la ricerca di un regime quanto più possibile costante nell'effettuare le figure, evitando sia fuorigiri pericolosi per la vita del motore che riduzioni brutali ed eccessive, che potrebbero essere compensate solo con una presa di velocità ottenuta a scapito della quota, così preziosa in acrobazia e sempre da risparmiare al massimo.

## 6.2.5 ...E SUOI EFFETTI

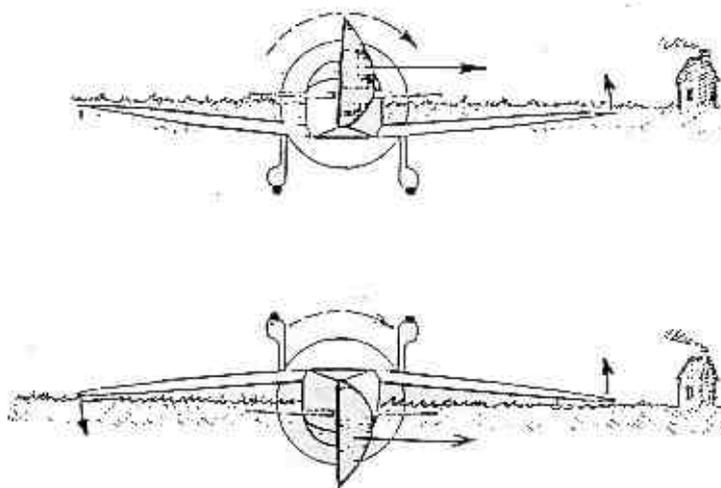
Gli effetti del motore sono rigorosamente gli stessi, sia in volo diritto che in volo rovescio, ma bisogna considerare che in acrobazia il loro manifestarsi è più improvviso e vasto che in volo normale, perché le variazioni di pendenza, cadenza ed inclinazione vanno fino alla rotazione completa intorno agli assi di



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 29

beccheggio e di rollio, con degli scarti di velocità molto più rapidi e rilevanti. In volo rovescio di scarti di velocità resteranno deboli e insignificanti rispetto al volo normale, si avrà tuttavia a che fare con i soliti effetti motore, che bisogna ricordare nel loro ordine di importanza pratica: soffio elicoidale e coppia di reazione, coppia giroscopica, trazione dissimmetrica delle pale dell'elica; questi effetti sono ben noti. Io non vi insisterò che per sottolineare che in volo rovescio essi imporranno, in particolare alla pedaliera, una correzione inversa rispetto a quella che, sullo stesso aereo, si effettuerà in volo diritto, e questo per la ragione seguente: la coppia di reazione comporta un'inclinazione, dunque una cadenza, inversa al senso di rotazione motore. In un aereo il cui motore gira a destra, come i moderni motori americani ed il Lycoming 180 CV del CAP-10 (cioè l'inverso del Renault, dello Stampe e del Walter Minor dello Zlin) la coppia di reazione del regime porta ad una cadenza a sinistra.



## 6.2.6 QUANDO LA DESTRA DIVENTA SINISTRA

Il senso di rotazione del motore evidentemente non cambia, se l'aereo vola normalmente o in rovescio, ed in volo negativo la cadenza inversa al senso di rotazione del motore risultante dalla coppia di reazione si manifesterà nello stesso senso che in volo normale.

Ma il pilota avrà la testa in basso anziché in alto, quindi sul CAP-10 la cadenza risultante dalla coppia di reazione si manifesterà non più alla sua sinistra, ma alla sua destra, e, consultando la sua pallina rovescia, egli vedrà che essa tende a partire verso sinistra, il che significa che per compensare l'effetto della coppia egli dovrà dare piede non destro, come in volo normale, ma sinistro.

Per tentare di riassumere semplicemente: al fine di compensare gli stessi effetti motore che si esercitano nello stesso senso secondo il riferimento spazio, si dovrà considerare che i riferimenti pilota ed aereo sono rovesciati poiché l'aereo è passato dal volo diritto al volo rovescio. Il riferimento caratteristico che il pilota vedeva alla sua sinistra sull'orizzonte quando volava in positivo, lo vede alla sua destra quando vola in negativo. E, se vuole creare della cadenza per orientare la cappotta verso questo punto di riferimento, egli dovrà dare piede destro se è in volo rovescio, mentre partendo dallo stesso punto dello spazio per orientarsi verso lo stesso punto di riferimento egli deve dare piede sinistro se è in volo normale.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 30

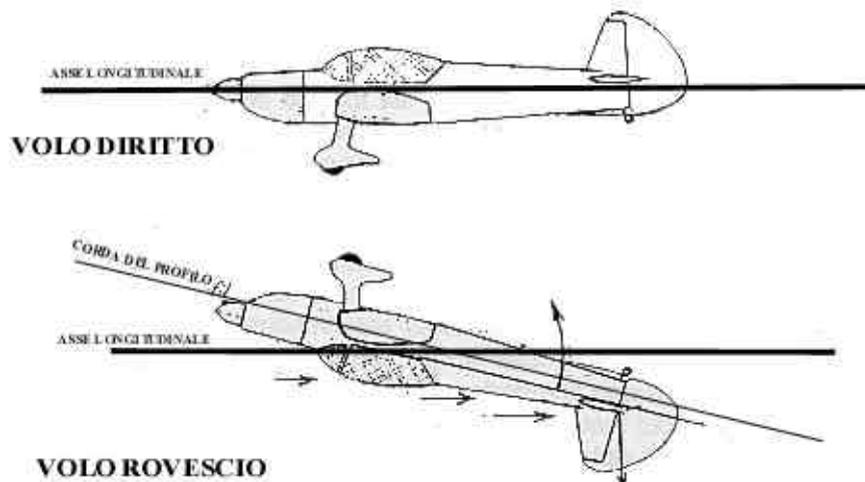
Questo esempio pratico spiega perché la correzione del soffio elicoidale, che in volo negativo si manifesta esattamente nello stesso senso che in volo positivo in riferimento allo spazio e si rafforza proporzionalmente alla diminuzione di velocità, esigerà sul CAP-10, motore che gira a destra, la correzione della pedaliera a destra in volo diritto ed a sinistra in volo rovescio stabilizzato.

Notiamo semplicemente, a proposito della trazione dissimmetrica delle pale (essendo tale dissimmetria più pronunciata in rovescio, a causa dell'assetto dell'aereo), che essa concorre a rafforzare l'effetto di disassamento risultante dalla coppia di reazione e dal soffio elicoidale. Le constatazioni e le correzioni derivanti dagli effetti motore ricordati qui sopra valgono per le manifestazioni della coppia giroscopica, che è bene non ignorare in acrobazia, poiché può portare da sola a dei disassamenti notevoli, molto evidenti in particolare quando il timone di profondità è utilizzato troppo brutalmente a bassa velocità ed a pieno regime.

Diminuire l'angolo di planata in volo positivo in discesa porterà ad un'azione sul timone di profondità indietro, e sul CAP, ad un effetto giroscopico, quindi ad una reazione della pedaliera a destra. Diminuire la pendenza in rovescio comporta un'azione sul timone in avanti, un effetto giroscopico che produce una cadenza che si manifesta a destra del pilota, dunque ad una reazione della pedaliera a sinistra.

Non è male insistere un po' sulla spiegazione della differenza di assetto in volo diritto e rovescio, soprattutto parlare dello stallo in volo negativo con il quale conviene anche familiarizzare il pilota che inizia l'acrobazia. Per precisare i dati prenderemo un determinato tipo di aereo, il CAP-10, che è attualmente l'aereo più usato in Italia in questa disciplina ed alle cui caratteristiche ci riferiremo quindi costantemente.

Il "riferimento fusoliera" del CAP-10 in volo orizzontale positivo alla velocità di crociera è anch'esso orizzontale. Scopo evidentemente voluto per la minima resistenza della fusoliera all'avanzamento in questa configurazione.



Il "riferimento ala" è calettato con un certo angolo alla fusoliera. L'ala del CAP-10 ha un profilo NACA 23012, che è un profilo dissimmetrico. La corda di riferimento del profilo forma anch'essa un certo angolo in rapporto alla direzione di portanza nulla.

In totale, trattandosi del CAP-10, l'angolo di riferimento fusoliera-direzione di portanza nulla è sensibilmente di  $3,25^\circ$ , valore necessario dell'incidenza per equilibrare il peso dell'aereo e assicurarne il sostentamento. Noi vogliamo adesso, senza cambiare la velocità, metterci in volo orizzontale negativo. In questa configurazione l'incidenza necessaria sarà la stessa, ma "cambiata di segno". Così l'assetto della fusoliera in volo rovescio (Fig. 1 disegno in basso) che si ha troppa tendenza a chiamare "incidenza di volo rovescio dell'aereo", sarà di  $3,25^\circ \times 2 = 6,5^\circ$ . La differenza di assetto volo orizzontale positivo - volo orizzontale negativo per una stessa



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 31

---

velocità sarà molto evidente per un osservatore esterno. Lo sarà ugualmente per il pilota che, se vuole mantenere variometro a zero e quota costante, dovrà, come abbiamo visto, mantenere in volo orizzontale negativo il muso dell'aereo sopra l'orizzonte.

## 6.2.7 ESERCIZI LEGATI ALLO STUDIO DEL VOLO ROVESCIO

Da quanto precede deriva quello che bisognerà conoscere e fare per volare correttamente in rovescio. Non sarà del tutto ovvio all'inizio, poiché l'allievo dovrà abituarsi al fatto di pilotare un aereo con la testa in giù, in una posizione che, dapprima, gli sembrerà disagiata; tanto più che, ogni volta che sarà invitato a spingere sulla barra per tenere la pendenza rovescia, dovrà creare una forza centrifuga tendente a proiettarlo fuori dall'aereo. Dovrà anche acquisire, benché solidamente appeso nelle cinghie, una scioltezza ed una mobilità sufficienti per poter esercitare un buon controllo visivo del suo pilotaggio e delle reazioni dell'aereo. Tuttavia alcune brevi lezioni, limitate come durata di proposito, basteranno generalmente per inculcare al pilota una familiarità sufficiente che gli permetta di controllare correttamente le diverse configurazioni in volo negativo. Ragione di più per non trascurare questa fase iniziale della formazione acrobatica.

## 6.2.8 TENUTA DELLA PENDENZA ORIZZONTALE RETTILINEA

Lo scopo pedagogico di questo esercizio è di polarizzare l'attenzione dell'allievo sulla posizione dell'aereo in volo negativo orizzontale, sul senso di azione dei comandi, sullo sforzo fisico necessario per mantenere questa posizione e sul controllo visivo. Questo controllo sarà soprattutto esercitato per mezzo dei riferimenti cappotta motore-orizzonte ed inclinazione nulla, da cui la necessità per l'istruttore di sbloccare il suo allievo, di insegnargli soprattutto a verificare alternativamente la posizione delle estremità alari in rapporto all'orizzonte. Controllo visivo esterno quindi, cui però è bene aggiungere, praticamente all'inizio, quello dei riferimenti dati dagli strumenti: anemometro, variometro, altimetro, regime motore, particolarmente raccomandato in ragione dello sforzo fisico imposto dal mantenimento della pendenza orizzontale. Si avrà inoltre l'accortezza sul CAP-10, dove c'è sproporzione dello sforzo negativo, di trimmare preliminarmente a picchiare. Inoltre, essendo il rateo di discesa più rilevante in volo negativo che in volo positivo, sarà necessario esercitare una vigilanza visiva che, fin dall'inizio, sarà utilmente appoggiata dal controllo strumentale. Il pilota prenderà contemporaneamente l'abitudine a ricorrere alle indicazioni degli strumenti non appena in volo negativo il riferimento orizzonte sarà un po' vago o mancante, cosa che non è rara nelle nostre regioni, o ancora quando il fatto di volare in regioni di montagna lo priverà ugualmente del riferimento orizzonte. Il controllo dell'inclinazione nulla richiederà essenzialmente scioltezza ed una buona installazione a bordo per non trovarsi troppo alto né troppo basso, troppo vicino né troppo lontano dai comandi e dal quadro di bordo. È un punto su cui toccherà all'istruttore vigilare all'inizio della scuola, poiché la conoscenza di questi obblighi richiesti per una buona visualizzazione non è proprio innata nell'allievo. Il controllo dell'inclinazione nulla è più facile in volo dritto che in rovescio, specialmente perché il dietro destinato a dare stabilità in volo positivo crea instabilità in volo negativo poiché è invertito. Non bisogna pensare tuttavia che, dal momento che ha le ruote in aria l'aereo diventi a punta e che si piloti sulla testa di uno spillo.

È molto facile tenere un'inclinazione nulla in rovescio, a condizione di vedere bene e di reagire con calma ai comandi; più facile senza dubbio su un aereo in tandem, che su uno con posti affiancati come il CAP-10, su cui bisogna trovare dei buoni riferimenti aereo, da allineare in rapporto all'orizzonte ed imparare a sistemarli bene, a scorrerli bene con lo sguardo. Quanto al senso dell'azione sui comandi per tenere pendenza costante ed inclinazione nulla, l'allievo non dovrà preoccuparsene troppo prima del tempo, poiché verrà da sé, tanto per il timone di profondità che per gli alettoni: Appare subito evidente in volo rovescio che se si mette barra a sinistra, si rileverà l'ala sull'orizzonte e viceversa. È altrettanto chiaro che, nella stessa configurazione, spingere la barra in avanti mantiene la pendenza rovescia o la diminuzione non appena si rilascia la pressione sulla cloche.

Il mantenimento della cadenza nulla in rovescio, complicata eventualmente dagli effetti motore di cui abbiamo già parlato, è un poco' meno evidente; ma abbiamo una pallina per il rovescio per rimetterci, caso mai, sulla retta via ed anche qui, in volo negativo come in volo positivo, c'è un solo modo per rimetterla al centro: il piede scaccia la pallina, come al solito.



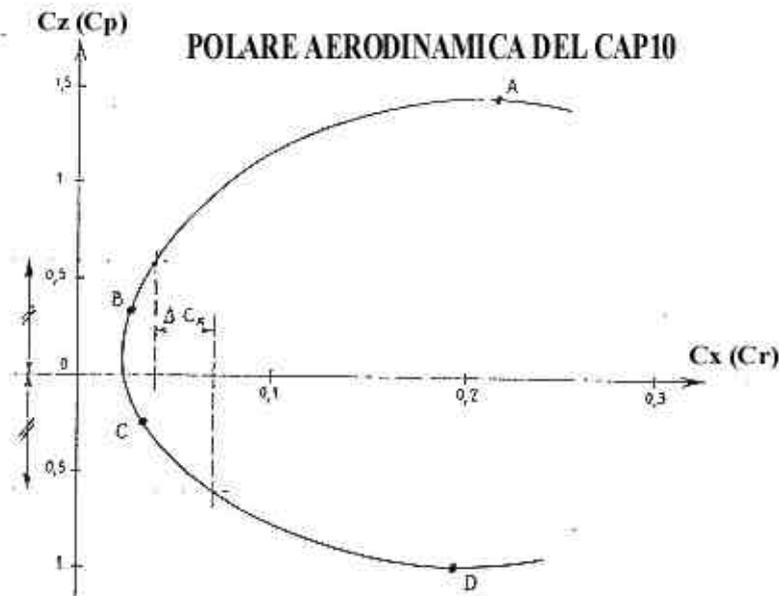
# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 32

Queste considerazioni sul mantenimento di inclinazione e di cadenza potrebbero portarmi a parlare della virata in rovescio. Ho detto che, secondo me, lo studio del volo negativo, per delle ragioni di adattamento fisiologico, deve essere condotto a piccole tappe. Tuttavia, parlare di volo rettilineo senza accennare alla virata, nello studio del volo positivo o negativo, mi sembra un errore. Tantomeno si può deliberatamente ignorare la virata quando, in seguito ad una involontaria presa di inclinazione, dunque di cadenza, bisognerà pure, per tornare in volo rettilineo, fare un'uscita di virata. A questo livello di scuola di acrobazia non tratteremo quindi la virata come un dominio ancora vietato. Mi limiterò a ricordare le azioni legate alla messa in virata ed all'uscita, che sono rigorosamente le stesse in volo negativo ed in volo positivo, tenendo conto tuttavia del fatto che, per esempio, in una virata a sinistra dell'asse-suolo di riferimento, volando l'aereo a rovescio, bisognerà dare barra a sinistra e piede destro, per i motivi già esposti. D'altra parte insisterò sul fatto che la virata in rovescio come la virata normale, in rapporto al volo rettilineo, implica l'intervento di un fattore supplementare: la forza centrifuga che, in volo rovescio, richiede il doppio di vigilanza nel controllo della pendenza ed un maggiore sforzo sul timone di profondità in avanti. La virata propriamente detta sarà discussa oltre ed assimilata a piccole dosi nel corso dell'insegnamento.

## 6.2.9 VOLO IN SALITA - VOLO IN DISCESA

Questi esercizi avranno lo scopo di familiarizzare il pilota con le diverse configurazioni del volo negativo, di verificare l'influenza degli effetti motore e di dimostrare praticamente le differenze del rateo di salita e di discesa tra il volo positivo ed il volo negativo, illustrate dalle figure seguenti, per una stessa velocità lineare.



Si noti esaminando il grafico della polare aerodinamica che per due valori di  $C_p$  uguali in valore assoluto il  $C_r$  è decisamente maggiore per  $C_p$  negativo (corrispondente al volo rovescio) che per  $C_p$  positivo, a causa della dissimmetria del profilo e della maggior resistenza offerta dalla fusoliera in volo rovescio a causa dell'assetto fortemente cabrato.

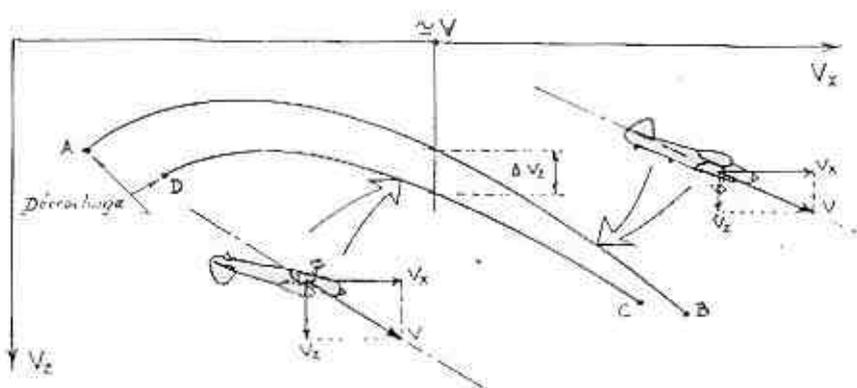
## 6.2.10 VOLO ALLE GRANDI INCIDENZE

Sarà interessante studiare in pratica, per sottolineare che l'aereo ci mette del tempo per arrivare allo stallo, essendo la polare rovescia più piatta della polare normale, come esso sia un po' più instabile alle grandi incidenze in rovescio che in volo dritto e che tenda d'altra parte a "cadere" molto di più.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 33



Esaminando la polare delle velocità, infatti, si nota che la curva corrispondente al volo diritto (arco AB) sovrasta quella corrispondente al volo negativo (arco DC): ovvero la velocità di discesa è maggiore da negativo che da positivo. Da questo deriva la maggior necessità di potenza per il mantenimento del volo livellato rovescio.

## 6.2.11 LO STALLO

Uno stallo, diretto o rovescio, si crea, si controlla, si recupera nello stesso modo: con una diminuzione della pendenza, essendo l'aereo messo a grandi incidenze poi stabilizzato in questa posizione in cui la diminuzione progressiva della velocità non può essere compensata che con l'aumento corrispondente dell'angolo di attacco, fino al momento in cui i limiti del sostentamento sono raggiunti e l'aereo stalla. Si recupera lo stallo rovescio o diretto "restituendo la barra", espressione figurata che ben definisce l'azione da fare: ritornare ai piccoli angoli di attacco e riprendere velocità per una richiamata dolce a cadenza nulla, il tutto attraverso una certa perdita di quota. Da qui la necessità di procedere a questi esercizi solo ad una quota di sicurezza e soprattutto prevedendo il rischio di un'entrata in vite accidentale.

Precisiamo ora alcune particolarità dello stallo negativo. Ho già parlato della relativa instabilità laterale che risulta, in volo rovescio, dal diedro eventuale delle ali. Quello del CAP-10 è di 5°: Si aggiunga a questo che su molti aerei l'ala è svergolata perché la parte interna stalli prima delle estremità. Lo scopo è quello di favorire uno stallo simmetrico (poiché sono le estremità che stallano per ultime), dunque meglio controllabile lateralmente, e di limitare il rischio di partire in autorotazione. Con tali ali lo stallo in rovescio si verifica prima alle estremità alari e ne risulta una difficoltà supplementare nel controllo della stabilità laterale dell'aereo.

Sul CAP-10, la cui ala non è svergolata e la cui apertura è relativamente ridotta, lo stallo è netto, benché annunciato da un "buffeting" sufficiente, ma si controlla facilmente lateralmente ed in maniera molto classica, cioè con un'azione preponderante sulla pedaliera per tenere una cadenza nulla.

Altra particolarità dello stallo rovescio, che si farà ben notare al pilota chiedendogli di controllare l'anemometro del momento della caduta: Si verifica ad una velocità indicata superiore di più di un terzo di quella dello stallo in volo diretto: 110 Km/h circa sul CAP-10 contro gli 85 dello stallo positivo. Infine la rimessa provocata da un'azione della barra indietro (siamo in volo rovescio) richiederà senz'altro maggiore quota che in volo normale per ritrovare la stessa velocità di stabilizzazione prima di ridare motore.

In questo esercizio si dovrà generalmente combattere la tendenza dell'allievo, impressionato dalla posizione dell'aereo nella rimessa negativa, a non restituire abbastanza barra per tornare ai piccoli angoli di attacco e riprendere velocità. È un errore che si guarisce facilmente con la spiegazione, la dimostrazione e l'abitudine.

Il rischio di partire in autorotazione su stallo rovescio è basso per la maggior parte degli aerei, specialmente per il CAP-10 poiché, essendo la macchina tenuta in volo dalla forza fisica esercitata dal pilota, tende a tornare in volo positivo non appena gli si restituisca barra; ma lo farà rischiando di prendere molta velocità e di perdere molta quota, mentre la rimessa negativa ha precisamente come scopo di limitare l'una e di economizzare l'altra. D'altra parte, un'azione molto decisa sulla pedaliera è necessaria per provocare uno stallo abbastanza dissimmetrico da creare un'entrata in vite rovescia.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 34

Si diffiderà ancor più di un cattivo controllo di inclinazione e di cadenza nulla che trasformi lo stallo negativo in spirale stretta rovescia, in cui l'aereo rischia una fortissima perdita di quota a velocità crescente, al punto che il pilota inesperto sarà allora tentato di togliersi d'impaccio con una rimessa positiva che, iniziata a troppo grande velocità e troppo nervosamente se il suolo si avvicina, rischia di rivelarsi pericolosa per la struttura dell'aereo.

Lo stallo rovescio, effettuato ad una quota corretta per permettere all'istruttore di far fronte ad ogni eventualità, cioè a 800m come minimo, è una manovra facile, per niente faticosa, se la si esegue secondo criteri dello stallo positivo, cioè cadenza nulla ed inclinazione nulla.

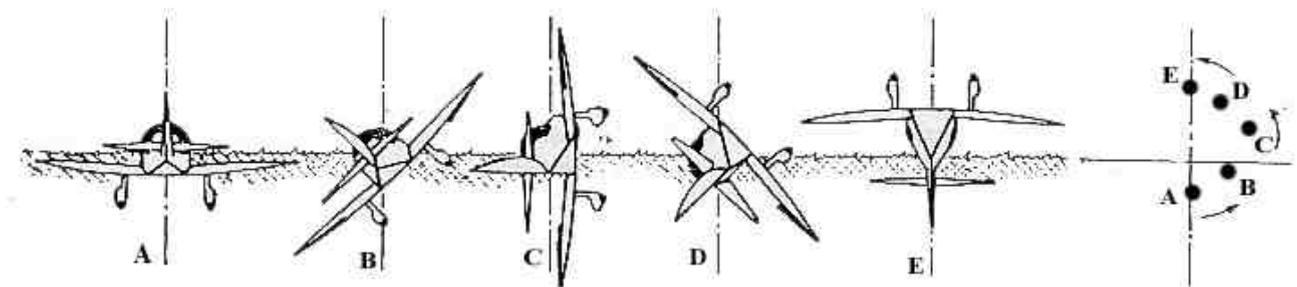
Senza dilungarsi esageratamente, si concluderanno i diversi esercizi legati allo studio del volo rovescio quando il pilota avrà acquisito dell'abitudine, un buon controllo visivo ed una sufficiente precisione nel mantenimento delle diverse pendenze in rovescio, per poter intraprendere utilmente il passaggio dal volo positivo al volo negativo e viceversa.

## 6.3 LA MESSA IN ROVESCIO

Conosciamo ormai le caratteristiche del volo rovescio, sappiamo provocare e recuperare uno stallo negativo, controllare le diverse pendenze di discesa, salita, di volo orizzontale rettilineo negativo. Non ci rimane ora che imparare a mettere l'aereo sul dorso e quindi riportarlo in volo normale.

È per mezzo di un'azione preponderante attorno all'asse di rollio a partire dal volo orizzontale rettilineo che si arriva al volo rovescio nel più breve tempo e nelle migliori condizioni. Insisto sul fatto che una buona conoscenza dell'assetto dell'aereo in volo rovescio orizzontale rettilineo semplificherà sensibilmente il nostro problema.

Abbiamo infatti davanti agli occhi non solo la visualizzazione del volo diritto, ma quella del volo rovescio. Conosciamo il senso di azione del timone di profondità all'inizio ed alla fine e questa è già un'acquisizione importantissima. Va da sé d'altronde che l'azione sugli alettoni attorno all'asse di rollio dovrà essere costante, dall'inclinazione nulla in volo normale all'inclinazione nulla in rovescio, azione semplice benché essenziale, condotta con precisione e dolcezza, due parole chiave che l'allievo deve avere costantemente presenti per portare le sue azioni fisiche sui tre comandi aerodinamici e sul comando motore. Sappiamo infine che il regime motore deve rimanere costante ed uguale in rovescio come in volo normale e che è quindi sufficiente vigilare affinché non cambi.



Le differenti fasi della messa in rovescio.

Sottolineo che la conoscenza e la padronanza di questi tre elementi ci permettono di eseguire quasi subito una messa in rovescio accettabile.

Non appena gli allievi sanno tenere la pendenza in rovescio, bisogna chiedere loro in generale di fare da soli la messa in rovescio. Sempre in generale questo va bene per il rollio, più o meno bene per quanto riguarda il dosaggio del timone di profondità tra il volo diritto ed il volo rovescio, benché ci si ritrovi la maggior parte del



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 35

tempo, in fin dei conti, in volo negativo corretto; va bene anche per la condotta del motore, che non pone alcun problema, se si lascia in pace la manetta del gas.

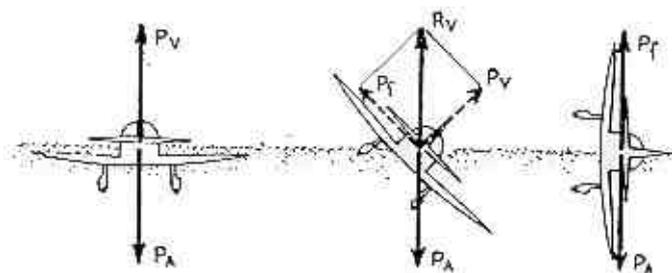
Il punto in cui gli allievi sembrano più imbarazzati è riguardo all'uso che devono fare dei piedi. È abbastanza normale. Fino ad ora infatti si è insegnato al pilota a coniugare reazioni che tendono a creare cadenza ed inclinazione per effettuare delle entrate in virata e delle uscite con pallina al centro.

Nella messa in rovescio il pilota si rende conto improvvisamente che, pur coordinando, non si semplificherà la vita. D'altra parte gli si è parlato altrettanto bene dell'importanza dell'uso dell'attacco obliquo nella messa in rovescio. Sì, ma in quale fase ed in quale misura?

## 6.3.1 PERCHÈ RICORRERE ALL' ATTACCO OBLIQUO?

Qui tocchiamo un problema che frequentemente, al momento degli esami di qualificazione cui mi è dato assistere, mi sembra abbastanza mal interpretato da molti piloti e dunque da molti istruttori. Rotazione di  $180^\circ$  intorno all'asse di rollio, la messa in rovescio consiste nel passare da una portanza in volo normale ad una portanza in rovescio con una progressiva riduzione a zero della portanza positiva a vantaggio della comparsa ed affermazione, nelle migliori condizioni di assetto, della portanza negativa. Vuol dire che nel momento in cui una sta per sostituirsi all'altra, cioè quando il piano medio della velatura è più o meno perpendicolare all'orizzonte, non abbiamo più nessuna portanza?

Evidentemente no, perché la fusoliera è altrettanto portante, non solo sulla pancia, sul dorso, ma anche sul fianco; ed è questo fianco di fusoliera, eventualmente rinforzato da chiglia, profilo o superficie verticale più o meno piana, che ci servirà da velatura in tutta la fase intermedia tra le grandi inclinazioni positive e le grandi inclinazioni negative, e inversamente quando passeremo dal volo rovescio al volo diritto. Più precisamente, mano a mano che la portanza-velatura positiva diminuisce, la portanza fianco-fusoliera compare, diventa preponderante, unica, poi diminuisce a sua volta mano a mano che la portanza negativa si afferma. Detto ciò, non è che la fusoliera in posizione a coltello sia concepita come un'ala di soccorso. Col suo grosso profilo biconvesso simmetrico, quest'ala di fortuna è ben lontana dal valere la velatura propriamente detta. Tentate di far volare uno Stampe sul fianco in volo orizzontale rettilineo e me ne racconterete delle belle. È chiaro quindi che per permettere al fianco della fusoliera di produrre una portanza accettabile, bisognerà dargli un certo angolo di attacco, che si otterrà con un'azione sulla pedaliera o, per parlare vagamente, con una pressione del "piede alto" su detta pedaliera.



## 6.3.2 DA USARE SOLO CON DISCERNIMENTO ...

Tuttavia non crediamo che si debba agire in questo modo sistematicamente, con vigore, come se la nostra vita ne dipendesse. Anche qui delicatezza, dosaggio, discernimento si impongono e possono portare ad un pilotaggio della messa in rovescio molto variabile, a seconda degli aerei e delle velocità alle quali questa messa in rovescio sono effettuate. Non dimentichiamo infatti che la portanza di una velatura è funzione non solo della sua incidenza, ma del quadrato della velocità. In volo sul fianco, come in volo normale o rovescio, il dosaggio dell'incidenza sarà direttamente in funzione della velocità dell'aereo. Uno Stampe non vola sul fianco, anche a pieno motore. Eppure, con un angolo di attacco sul fianco, che non sembra più grande, il Pitts S-1 vola molto



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 36

bene in questa configurazione, in cui effettua evoluzioni anche senza difficoltà. Tuttavia il fianco dello Stampe sembra portante almeno quanto quello del Pitts. Ma il rapporto potenza-peso delle due macchine è del tutto diverso e spiega la loro differenza di comportamento in volo sul fianco. Lo Stampe pesa 750 kg (peso totale) con un motore che non dà più da molto tempo i suoi 140 CV. Il Pitts pesa un po' di più della metà con 180 CV utilizzati in sovraregime sotto la sua piccola cappotta. Indipendentemente dall'aerodinamica dell'aereo, il rapporto potenza-peso condiziona dunque molto direttamente l'uso della portanza fusoliera e della pedaliera nel corso della messa in rovescio; allo stesso modo, la rapidità dell'esecuzione di questa messa in rovescio e la velocità propria dell'aereo influenzeranno altrettanto direttamente l'eventuale ricorso alla pedaliera. Su un semplice Fouga da allenamento a reazione, un tonneau eseguito ad alta velocità, non richiederà praticamente che l'uso degli alettoni, ma la stessa manovra eseguita sullo stesso aereo a bassa velocità giustificherà il ricorso al timone di profondità e di direzione. Si tratta di verità elementari ed anche di dati evidenti per un pilota sia pure poco esperto, ma la constatazione che numerosi piloti di acrobazia manifestano una tendenza sconsiderata e sistematica a dare piede in tutte le rotazioni sull'asse di rollio, anche quando, facendo ciò, ne alterano l'efficacia e compromettono l'esecuzione del seguito della figura (se si tratta di una rotazione in una figura composta) mi fa sottolineare la necessità di fare un uso ponderato ed adattato, "modulato", come si dice oggi, della pedaliera in queste rotazioni. Avremo occasione di insistere ancora su questo punto nel corso della nostra progressione.

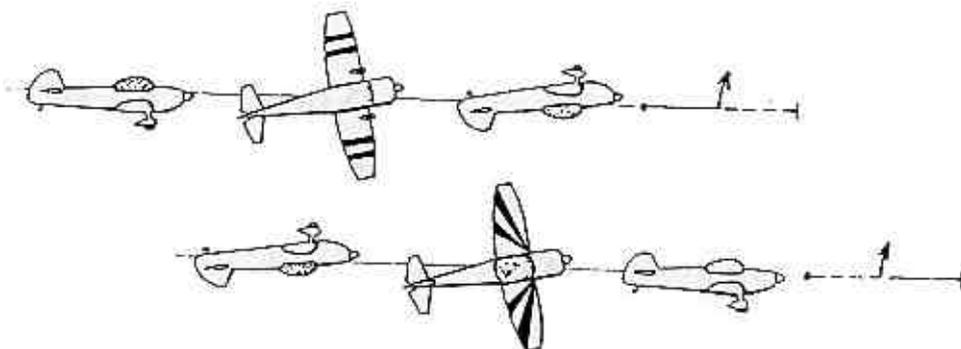
### **6.3.3 ...IN FUNZIONE DELL'AEREO, DELLE SUE CARATTERISTICHE, DELLA VELOCITÀ**

L'attacco obliquo offre solo dei vantaggi. Creato con anticipo e con eccesso, genera effetti secondari parassiti, anche frenanti, nella rotazione sull'asse longitudinale. Inoltre, se l'incidenza della fusoliera a coltello crea della portanza, genera anche resistenza. Per un determinato tipo di aereo si doserà quindi prima di tutto il ricorrere a questa portanza laterale, quindi all'attacco obliquo, in funzione inversamente proporzionale alla velocità di inizio della messa in rovescio.

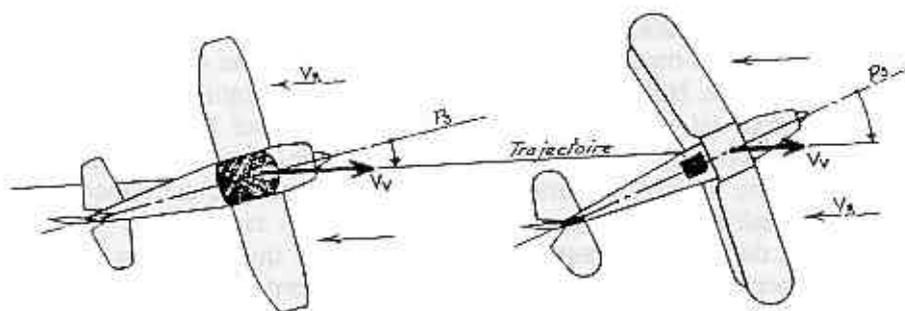


# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 37



Messa in rovescio ed uscita in volo diritto.



Volo a cottello.  $V_v$  = Vettore velocità;  $V_r$  = Vento relativo;  $P_s$  = Piano di simmetria agente come velatura.

Per questo motivo, nella formazione acrobatica iniziale, la velocità alla quale si eseguirà la messa in rovescio sarà la velocità di crociera, cioè per il CAP-10 tra i 230 ed i 250 Km/h. Su aerei più veloci con un rapporto potenza-peso meno favorevole e con ali più grandi (Stampe, Zlin) si deve maggiorare un po' la velocità di crociera per la messa in rovescio: 160 Km/h per lo Stampe, 180 Km/h per lo Zlin. Semplicemente perché bisognerà prendere più attacco obliquo in corso di esecuzione, perché il rendimento elica ed il regime motore ne risentiranno e perché l'aereo avrà più resistenza nel corso della rotazione. Ora, attacco obliquo e resistenza sottraggono velocità. Se ne prenderà dunque in eccedenza su un aereo che, per passare in rovescio, deve assumere delle buone incidenze di fusoliera, per ritrovarsi in volo negativo con una velocità residua sufficiente, affinché l'aereo tenga il volo rettilineo orizzontale in rovescio.

## 6.3.4 EFFETTI SECONDARI NELLA MESSA IN ROVESCIO

Il CAP-10 è avvantaggiato in questa manovra anche dall'apertura alare nettamente minore di quella dei suoi predecessori. Le ali grandi non semplificano certo la messa in rovescio. Infatti se l'imbardata inversa che esse provocano su escursione massima degli alettoni favorisce l'inizio della messa in rovescio, creando di colpo l'avvio dell'attacco obliquo (è anche piuttosto eccessivo con un aereo come il Citabria, dove bisogna prima contrastarlo con la pedaliera nel senso del rollio) essa sarà costituita, non appena questo si manifesta, ma in senso opposto, dal rollio indotto che risulta dal fatto che alle grandi inclinazioni l'ala bassa è attaccata per



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 38

prima dal vento relativo. L'ala bassa tende quindi a "portare" più dell'ala alta ed a diminuire di conseguenza l'inclinazione che è ancora positiva, quando il pilota tende ad aumentarla. Più l'attacco obliquo sarà considerevole, più questo effetto sarà sentito dall'allievo, che vedrà l'efficacia del suo sforzo sugli alettoni ridursi tanto più quanto più la velocità diminuirà a causa dell'attacco obliquo. Non si finirà con questi effetti che accedendo progressivamente, dopo il passaggio a coltello, alla portanza negativa. Infatti l'imbardata inversa, che aveva in partenza tendenza a condurre l'aereo nel senso del piede in alto ed a mantenere con la cadenza nulla l'aereo nel piano di evoluzione, avrà un effetto contrario quando l'aereo sarà sul dorso, e tenderà più o meno nettamente a portarlo in una virata negativa. Invece l'ala bassa, che è sempre attaccata prima dell'altra, tenderà questa volta, sotto l'effetto risultante dal rollio indotto, ad accelerare il movimento di rollio verso l'inclinazione nulla rovescia, che si rischierà quindi di raggiungere prima del previsto, disassati e sempre in attacco obliquo.

La piccola apertura alare del CAP-10 e l'efficacia dei suoi alettoni ridurranno l'imbardata inversa e rollio indotto nel corso della messa in rovescio al punto da renderli trascurabili. Nell'insieme il CAP-10, o ogni aereo da acrobazia della nuova generazione, semplifica per allievo, a causa del suo rapporto potenza/peso, della sua velocità di evoluzione e della sua apertura alare relativamente piccola, il problema della messa in rovescio. È un male o un bene? Dipende dal punto di vista in cui ci si pone. Da quello della rapidità della progressione è certamente un vantaggio. Ma un pilota di acrobazia non deve essere bravo su un solo aereo. Ecco perché ho creduto necessario considerare il comportamento di aerei più vecchi durante la messa in rovescio, più vecchi ma anche più dimostrativi quanto agli effetti secondari, e che necessitano di un ricorso più pronunciato all'attacco obliquo. L'ho fatto anche per sottolineare ed insistere sul fatto che non è perché sullo Stampe si è imparato a dare più o meno piede per creare attacco obliquo nella messa in rovescio, che bisogna automaticamente fare altrettanto quando si vuole eseguire la stessa manovra su un CAP. Di fatto, in centinaia di ore di scuola di acrobazia su questo aereo, si è verificato ampiamente che nella messa in rovescio a sinistra, senso favorito dalle coppie motore, il meglio che c'è da fare con la pedaliera sul CAP-10 è di non toccarla per niente a condizione, si capisce, di dosare correttamente l'uso del timone di profondità, che gioca anch'esso un ruolo molto importante nella messa in rovescio, al punto che, sfruttato con giudizio, esso consente da solo ad un pilota accorto di eseguire validamente la messa in rovescio con i piedi sul pavimento, non solo sul CAP-10 ma anche sullo Stampe e sullo Zlin.

## 6.3.5 MESSA IN ROVESCIO ED USCITA DAL ROVESCIO

Arriviamo adesso, dopo di avere evocato i problemi e le eventuali trappole, all'esecuzione pratica della messa in rovescio. Ci si stupirà forse che fino ad ora non abbia ancora suddiviso la progressione acrobatica in lezioni programmate, come durata e contenuto. Il mio scopo è solo quello di esporre quanto più chiaramente possibile gli elementi di una progressione acrobatica logica. Va da sé che la parola "progressione" implica una costruzione per elementi successivi. Ma tagliuzzarli in precedenza, ordinarli in lezioni di durata e contenuto formali, equivarrebbe tagliare, alle stesse dimensioni, degli abiti per delle persone dalle sagome molto dissimili. In scuola di pilotaggio, e di più, in scuola di acrobazia, l'istruttore deve barcamenarsi tra due nozioni: assimilazione e saturazione.

Entrambe dipendono dalla qualità iniziale del pilotaggio, dalla facoltà di analisi e di rendimento dell'allievo, dalla sua resistenza fisica.

Alcuni assimileranno più velocemente, altri si stancheranno prima: evidentemente si faciliterà al massimo la facoltà di assimilazione costruendo una progressione logica e razionale, che implichi un nuovo elemento si aggiunga al precedente soltanto quando questo sia sufficientemente assimilato.

D'altra parte, si eviteranno sistematicamente le lezioni troppo lunghe, specialmente quelle in cui l'istruttore si lasci andare a dare "pieno G" all'accelerometro ed al suo paziente: egli non è a bordo né per esibirsi né per allenarsi, ma per insegnare. Certo un po' di esercizi già assimilati alla fine della lezione distendono e stimolano; a condizione però di essere adatti alle capacità di analisi e di osservazione dell'allievo, come al suo adattamento fisiologico ed al suo grado di freschezza. Gli esercizi legati alla progressione sono anch'essi faticosi, in misura diversa. Tuttavia, generalmente, una mezz'ora di scuola di acrobazia che includa le eventuali

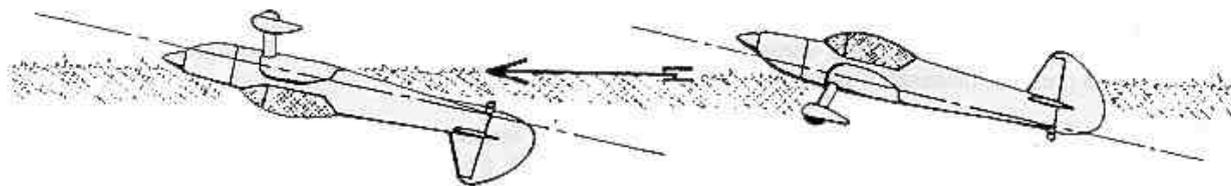


# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 39

riprese di quota (decollo, trasferimento in zona di lavoro, avvicinamento e atterraggio non compreso) rappresenta il limite oltre il quale l'allievo, anche se sostiene di essere in piena forma, incomincia a diventare meno preciso.

Dopo questa digressione sulla condotta pratica dell'istruzione in acrobazia torniamo al nostro argomento, cioè all'esecuzione pratica della messa in rovescio. L'uso, giustificato dall'indiscutibile facilità che ne risulta per il debuttante, vuole che si incominci con la messa in rovescio "scolastica".



La messa in rovescio "da scuola" con pre-posizionamento in volo positivo sull'assetto rovescio del velivolo.

Questa consiste nel posizionare dapprima in positivo l'assetto cabrato che l'aereo dovrà avere e mantenere in volo orizzontale rettilineo negativo (si vedano le pagine precedenti). Posizionare, poi "centralizzare", cioè stabilizzare attraverso un'azione sul timone di profondità l'aereo sull'assetto così ottenuto. Non resta allora al pilota che rivoltare pulitamente il detto assetto con una rotazione di 180° attorno all'asse di rollio individuato sul piano di evoluzione, che farà passare l'aereo dal volo positivo al volo negativo. È certo un'esecuzione facile per allievo, soprattutto se non ha ancora acquisito una buona visualizzazione dell'assetto in volo rovescio. Questo sistema presenta soprattutto il vantaggio di inculcare, fin dall'inizio, al pilota la nozione di "stabilizzazione" formale dell'aereo su traiettoria, che si ritroverà per imporla come una regola di precisione, di chiarezza e di efficacia nell'esecuzione di tutte le figure della formazione acrobatica. La pre-impostazione della cappotta sopra l'orizzonte può presentare viceversa la tendenza a interessare molto spazio per effettuare una semplice messa in rovescio, mentre lo scopo da raggiungere è invece quello di interessarne il meno possibile. Così, non appena i miei allievi avranno eseguito delle messe in rovescio e delle uscite corrette, sia in doppio comando che da soli, faccio loro abbandonare il pre-posizionamento della cappotta sopra l'orizzonte per passare al tonneau detto "acrobatico" cioè quello che implica una partenza diritta in posizione di volo normale ed un ritorno fatto nello stesso modo, passando attraverso l'assetto rovescio.

## 6.3.6 USO DELL'IMBARDATA INVERSA E DELLA PEDALIERA

Per il momento procederemo ad una messa in rovescio al termine della quale ci ritroveremo in volo negativo nello stesso piano di evoluzione.

Se siamo su uno Stampe, effettueremo questa messa in rovescio previo aumento della velocità (gli aumenti di velocità sono stati teoricamente visti in scuola di perfezionamento) con una leggera picchiata precedente all'impostazione di 20° sopra l'orizzonte, dopo di che, per effettuare la messa in rovescio nel senso favorito dalla coppia motore sullo Stampe, bisognerà mantenere il regime a 2100 giri al minuto e mettere dolcemente ma decisamente barra a destra: l'effetto dell'imbardata inversa farà partire la cappotta motore a sinistra.

Arrivando all'inclinazione media si incomincerà a favorire la portanza del fianco della fusoliera dandole dell'incidenza con la pedaliera (piede alto). Quest'azione sulla pedaliera sarà dosata anch'essa con delicatezza, ma sarà continua finché non si arriverà all'inclinazione nulla rovescia, per combattere l'effetto di disassamento risultante dall'imbardata inversa quando l'aereo giungerà alle grandi inclinazioni negative, e per mantenerlo o riportarlo nel piano di evoluzione.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

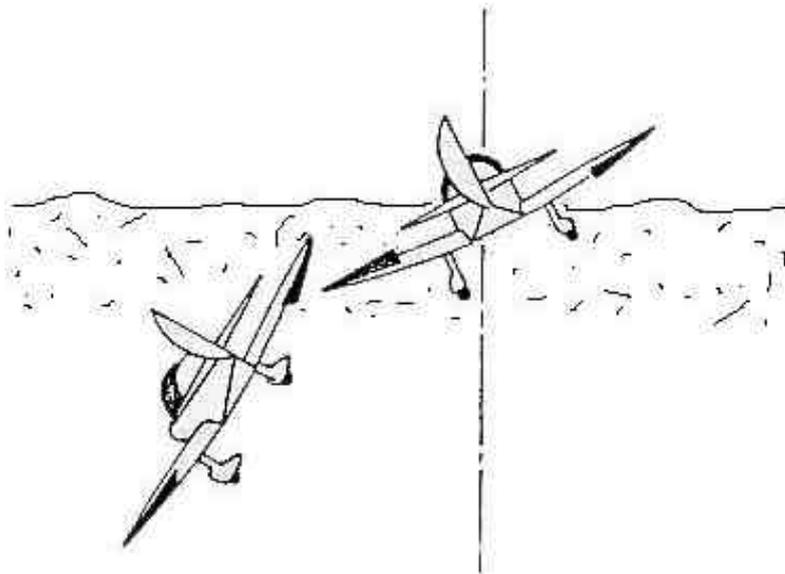
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 40

Se l'aereo è un CAP-10 la messa in rovescio, iniziata a velocità e regime di crociera con una preventiva impostazione di circa 10° sopra l'orizzonte, si effettuerà con un'azione delicata ed agevole sugli alettoni, essendo il verso sinistro più favorevole.

Ho detto quello che pensavo dell'uso della pedaliera su questo aereo ed in questa manovra: invece, sia sullo Stampe che sul CAP-10, l'uso del timone di profondità, a parte il dosaggio sarà sensibilmente identico ed altrettanto utile per il successo e la precisione della manovra. Ciò significa che non sarà il caso di accontentarsi di manovrare attorno all'asse di rollio per passare in volo rovescio rispettando l'obbligo di mantenere da una parte il piano di evoluzione e dall'altra la quota.

### 6.3.7 AZIONE DEL TIMONE DI PROFONDITÀ FINO AL VOLO "A COLTELLO"...

Vediamo dunque cosa succederà se ci si accontenta di "dare solo alettoni" in una messa in rovescio, pur avendo prima assunto un assetto cabrato.



Primo errore: La messa in rovescio quando si coniugano cadenza ed inclinazione.

L'inclinazione porterà della cadenza nello stesso senso ed una tendenza all'aumento della pendenza, o se si preferisce, dell'aereo a picchiare, proporzionalmente alla presa di inclinazione: ora, noi dobbiamo mantenere il muso dell'aereo a 10° (o più, a seconda della macchina) sopra l'orizzonte e restare d'altra parte nel piano di evoluzione, cioè non avere più spostamenti in cadenza, almeno non più di quanto non ne implichi il ricorso più o meno limitato all'attacco obliquo, mantenendo il centro di gravità dell'aereo il più vicino possibile al piano di evoluzione.

Una volta misurati gli inconvenienti di una semplice rotazione sull'asse di rollio, senza contropartita, il pilota sarà tentato di:

1. Dare sistematicamente piede alto quando l'aereo incomincia ad inclinarsi;
2. Spingere sul timone di profondità dall'inizio della rotazione sull'asse di rollio.

Ho constatato molto frequentemente questa seconda tendenza, anche nel corso di esami di primo grado di acrobazia.

Ora, se si osserva il comportamento dell'aereo quando è sollecitato in questo modo e si riflette un po', appare chiaro che questa doppia azione porta a:

1. Imprimergli un attacco obliquo prematuro ed eccessivo;



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

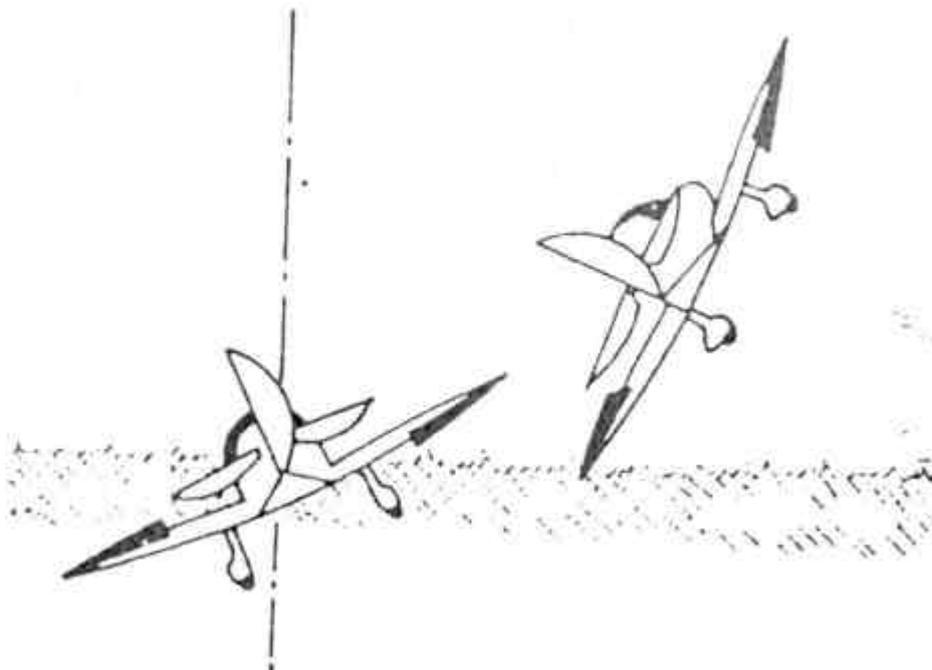
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 41

2. Farlo disassare più o meno sensibilmente, in rapporto al piano di evoluzione, poichè l'azione di spingere sul timone di profondità in avanti con inclinazione positiva avrà essenzialmente questo risultato.

Certo, perseverando in quest'azione sulla pedaliera e sul timone di profondità, a meno di esagerare con troppa azione (il che si tradurrebbe alla fine in uno stallo negativo dissimmetrico), si finirà per ritrovarsi in volo rovescio, ma a prezzo di un attacco obliquo veramente eccessivo, difficile da sopportare per l'aereo ed ancora di più per il pilota, con un assetto rovescio ben superiore a  $10^\circ$  o  $20^\circ$  quindi abbastanza vicino allo stallo negativo e su di un asse piuttosto lontano dal piano di evoluzione.

Non è dunque una buona manovra: questa consisterà invece nel controllare bene visivamente la propria evoluzione per fare in modo che, fino al momento in cui l'aereo arriva alla posizione "a coltello", la cappotta resti sopra l'orizzonte (controllo della pendenza) evitando che detto orizzonte si metta a defilare sotto verso sinistra, se la messa in rovescio è a sinistra o inversamente se la messa in rovescio è a destra (controllo cadenza).

Questo doppio controllo esige un eventuale uso della pedaliera ed una vigilanza sul timone di profondità, piuttosto che un'azione formale che non si acquisisce necessariamente di primo acchito, ma che diventa familiare molto rapidamente attraverso osservazione e riflessione.



Secondo errore: La messa in rovescio quando si coniugano cadenza ed inclinazione.

## 6.3.8 ...E DOPO

Una volta messo l'aereo nella posizione "a coltello" dal piano di evoluzione, con il muso alto e senza disassamento, non si è affatto finito col timone di profondità, anzi.

Continuando sempre nella rotazione sull'asse di rollio con una pressione uguale sul comando degli alettoni, dovremo praticamente precisare ed aumentare quella che esercitiamo sul timone di profondità in avanti, fino all'inclinazione nulla rovescia.

Questo per una semplice ragione: siamo adesso in volo negativo ed abbiamo visto, nel corso delle lezioni precedenti, le ragioni della necessità di un'azione piuttosto ferma sul timone di profondità in avanti per mantenere l'aereo in volo rettilineo orizzontale negativo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 42

Dalla posizione "a coltello" all'inclinazione nulla sul dorso passeremo progressivamente dall'attacco obliquo negativo al volo rovescio orizzontale rettilineo, che la posizione della pallina rovescia al centro ci permetterà di verificare quando riterremo di essere correttamente stabilizzati in questa configurazione (se la pallina è là, è proprio per servircene in volo rovescio come in volo diritto). Effettueremo questo passaggio tanto più facilmente se non avremo preso più attacco obliquo di quello che è necessario. Tutto ciò sembra molto complicato a prima vista. In realtà lo è molto più a dirlo che a farlo nel quadro di una progressione logica e metodica.

Una spiegazione dettagliata mi sembra tuttavia necessaria per chiarire e far capire tutto ciò che può favorire o intralciare l'esecuzione della manovra, tutto considerato delicata e sottile, che la messa in rovescio costituisce. Le rotazioni di 90°, 180° e 360° attorno all'asse di rollio sono elementi essenziali in acrobazia aerea, che si ritroveranno in ogni momento nella maggior parte delle figure, ad ogni livello della progressione tecnica, e la loro analisi e comprensione iniziale faciliteranno molto in seguito nel pilota l'esecuzione bella e precisa di queste rotazioni, siano lente o rapide, si inscrivano in traiettorie orizzontali, verticali o intermedie.

Avendo acquisito fin dall'inizio una buona comprensione della loro esecuzione il pilota saprà che, pur rispondendo ad una stessa definizione, queste rotazioni si pilotano in maniera diversa a seconda dell'aereo ed a seconda della velocità di esecuzione. Per cominciare, esso saprà che una messa in rovescio non consiste nel dare bestialmente barra da un lato e avanti e piede dall'altro sino ad arrivare con la testa in basso; chè anche qui bisogna cercare, fin dall'inizio, l'economia dei volumi di esecuzione e degli sforzi fisici, la precisione e, per quanto è possibile, la grazia.

## 6.3.9 IL RITORNO IN VOLO POSITIVO

Siamo in rovescio e bisogna tornare sulla pancia. Conoscendo il procedimento della messa in rovescio (e gli eventuali effetti incontrati nel corso dell'esecuzione) non abbiamo che da rifarlo in senso inverso.

Ciò significa che, relativamente al senso dell'uscita, bisognerà passare dapprima dal volo rettilineo rovescio al volo negativo praticamente scivolato: da questa configurazione passeremo dalle grandi inclinazioni negative alle grandi inclinazioni positive attraverso una breve fase di volo "a coltello", dunque col muso in alto, dopo di che passeremo attraverso una fase di volo positivo scivolato su un asse prima di ritrovarci, per finire, in volo orizzontale rettilineo, pallina al centro, nel piano di evoluzione.

## 6.3.10 STESSA MANOVRA IN SENSO INVERSO

Come condurre l'esecuzione di questo programma?

Per cominciare, aiuteremo eventualmente l'aereo a prendere un attacco obliquo rovescio con una leggera azione sulla pedaliera, in opposizione all'azione della barra: piede a sinistra con barra a destra e viceversa.

Sul CAP-10 soprattutto, questa azione praticamente non è necessaria se il timone di profondità è ben usato. Non metteremo tuttavia l'aereo in scivolata rovescia su un asse; tanto più che, se ci continua a dare insieme barra a sinistra e piede a destra la cappotta, non appena l'inclinazione negativa si precisa e si amplifica, tende a scendere sempre più rapidamente verso l'orizzonte e poi sotto.

Il pilota rischia di trovarsi così in una configurazione ancora negativa poco simpatica e persino pericolosa, perchè provocante perdita di quota e forte aumento di velocità, proprio quando deve incominciare a mettere il fianco della fusoliera nella posizione "a coltello", nel passaggio dalle grandi inclinazioni negative alle grandi inclinazioni positive.

## 6.3.11 ATTENZIONE ALLE VIRGOLE!

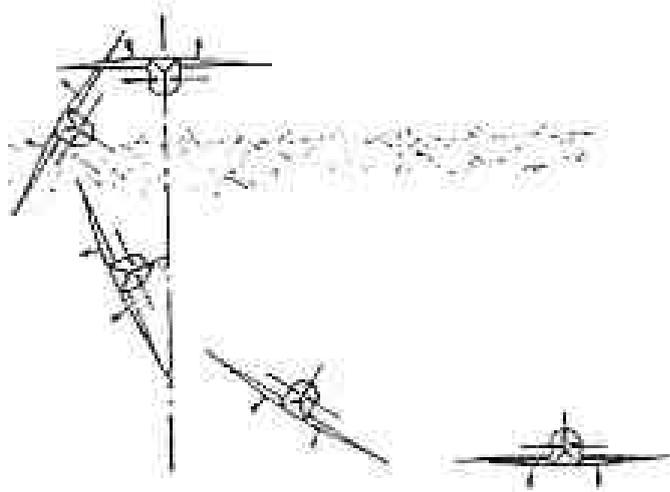
In tutta questa fase il pilota dovrà dare un'incidenza più o meno grande alla fusoliera, mantenendo quindi la cappotta più o meno nettamente sopra l'orizzonte per mezzo della pedaliera. Ciò implica che, se si è dato piede dal lato in cui deve partire la cappotta all'inizio dell'uscita rovescia, bisognerà darlo all'opposto non appena comparirà la necessità di una portanza del fianco della fusoliera, cioè non appena l'inclinazione diventerà maggiore.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

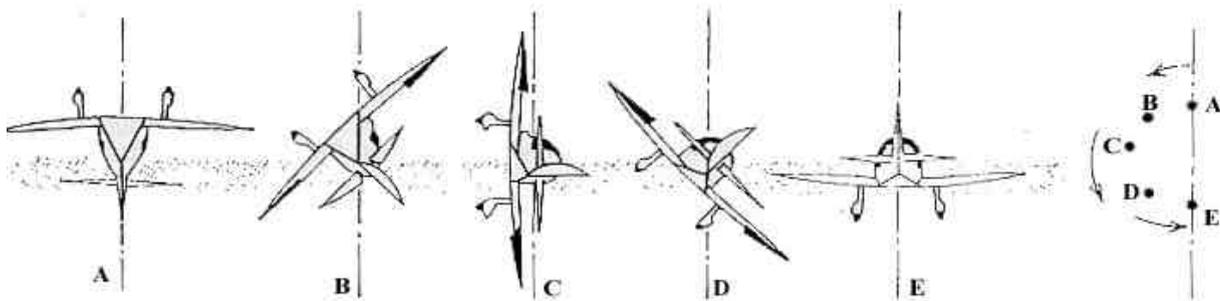
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 43

Durante tutta la parte del volo negativo dell'uscita dal rovescio il timone di profondità sarà stato mantenuto, anzi spinto, in avanti. Ogni rilasciamento di questa pressione avanti tende infatti a produrre per lo meno del disassamento e quelle uscite dal rovescio "a virgola" che mortificano così tanto i debuttanti.



Uscita dal rovescio "a virgola" per insufficiente azione dell'equilibratore e del piede in alto.

Invece, se si mantiene stabile in avanti il timone di profondità fino al volo a coltello, piede alto, si arriva coordinatamente e senza problemi ad una configurazione che si è già conosciuta durante il corso di perfezionamento: quella del volo positivo scivolato: da quel momento è sufficiente considerarsi in volo scivolato su un asse ed effettuare semplicemente su di esso (cioè il piano di evoluzione) un'uscita di scivolata per rimettersi di nuovo in volo rettilineo orizzontale positivo, pallina al centro.



Uscita corretta dal volo rovescio.



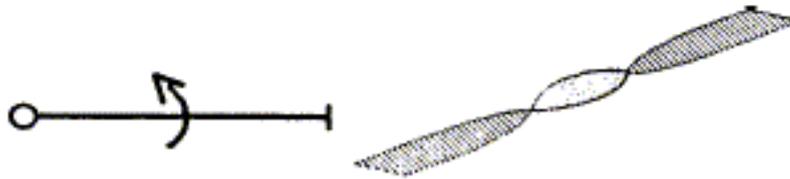
# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 44

Questa precisione relativa al controllo strumentale ed alla pallina è destinata ai piloti che sono ossessionati dall'obbligo del ritorno all'inclinazione nulla al punto dal renderlo precipitoso con l'uso degli alettoni, senza modificare la pressione sulla pedaliera che, se eccessiva, aggiunge l'effetto di rollio indotto visto nella messa in rovescio che accelera anch'esso il movimento verso l'inclinazione nulla.

Ora, se la pedaliera (piede alto) deve mantenere la portanza nella posizione "a coltello" finché è necessaria, non appena la portanza delle ali diventa preponderante e ci si riavvicina ad una inclinazione nulla si tratta di riportare, parallelamente all'inclinazione, la pedaliera al centro. Ancora una volta: l'ultima fase dell'uscita dal rovescio deve essere eseguita come un'uscita di scivolata su un asse.

## 6.4 IL TONNEAU



Il Tonneau.

Nel periodo di formazione acrobatica iniziale, si passa un certo tempo a studiare il volo negativo e le rotazioni intorno all'asse di rollio. Questo è normale, per i motivi sviluppati nei capitoli precedenti: l'adattamento al volo rovescio ed il controllo dell'aereo in questa configurazione sono le basi di ogni formazione acrobatica logica e razionale.

A partire da questo momento è altrettanto necessario che il pilota impari a immettere bene l'aereo in rovescio ed a riportarlo altrettanto bene nella configurazione del volo normale.

Quando egli effettua correttamente messa in rovescio - volo rovescio orizzontale livellato - ritorno in volo diritto e, a maggior ragione, messa in rovescio e uscita dal rovescio concatenante, si può dire che sappia praticamente eseguire quello che i piloti di lingua inglese chiamano "roll", i tedeschi "Rolle", gli spagnoli "tonel" e i francesi "tonneau".

Al fine di non imprimere a questa acrobazia degli inizi un carattere noioso e stancante, dopo le prime lezioni consacrate allo studio del volo negativo non ci si fermerà eternamente a lavorare il tonneau finché non venga eseguito perfettamente, nel senso favorito dalle coppie del gruppo motopropulsore e contro coppia.

Ci si ritornerà piuttosto ad ogni ulteriore seduta sulle figure di base, approfittando soprattutto del tragitto necessario per raggiungere l'asse di lavoro e per ritornare.

Non bisogna infatti ubriacare l'allievo di tonneaux, portandolo alla saturazione con il rischio di scoraggiarlo; tanto più che nell'acrobazia iniziale il lavoro in rotazioni di rollio, con le successioni di attacchi obliqui positivi e negativi che implica, è il più ingrato e faticoso.

Ma la sottigliezza dei dosaggi dei comandi richiesti dall'esecuzione di un tonneau ben fatto, con un minimo di attacco obliquo, senza perdita di quota, in uno spazio minimo, senza variazione pratica di regime e di velocità, non si acquisisce che sul filo di un allenamento ben condotto: questo allenamento, piuttosto che un'esecuzione meccanica, richiede ad ogni seduta della progressione una sequenza di tonneaux, che, poco per volta mano a mano che lo stesso pilota si agguerrisce, saranno studiati a velocità e dosaggi diversi, in salita ed in discesa, per permettere all'allievo di giungere ad una buona analisi della condotta di manovra del tonneau.

Il pilota trarrà profitto da questa acquisizione nello studio delle figure composte e più tardi in quello delle rotazioni verticali in cui molti piloti annaspiano un certo tempo per la semplice ragione che hanno eluso l'analisi razionale del tonneau.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 45

Non si insisterà mai abbastanza sul fatto che in acrobazia la meccanicità è una scelta di comodo, da cui istruttori e piloti devono costantemente difendersi, tanto più che non la si può evitare del tutto in un allenamento assiduo dove ci si avvicina alla perfezione unicamente con l'instancabile ripetizione delle stesse manovre.

Ma se la meccanicità può fare dei buoni piloti-robot, non farà mai dei piloti di acrobazia acuti ed ispirati: inoltre di tonneaux esistono varietà abbastanza numerose di cui la più corrente, quella che tutti incominciano ad imparare, è il tonneau detto "lento", "slow roll" in inglese.

Il "tonneau lento" è quello la cui rotazione attorno all'asse di rollio si esegue in meno di 15", intorno ai 5" in media su un aereo di scuola di acrobazia. Quando si superano i 15" il tonneau è detto "super lento", e lo si vede sempre meno nei programmi di gare di un certo livello, perchè è un "mangiatore" di quadro; ma il super lento è davvero educativo in progressione ed interessante da lavorare (poichè la sua esecuzione mette in risalto i problemi di dosaggio) non appena l'allievo esegue dei tonneaux lenti corretti.

In gara e durante la preparazione acrobatica, i tonneaux a tempi presentano anch'essi un autentico interesse: ci ritorneremo alla fine della progressione di 1° ciclo.

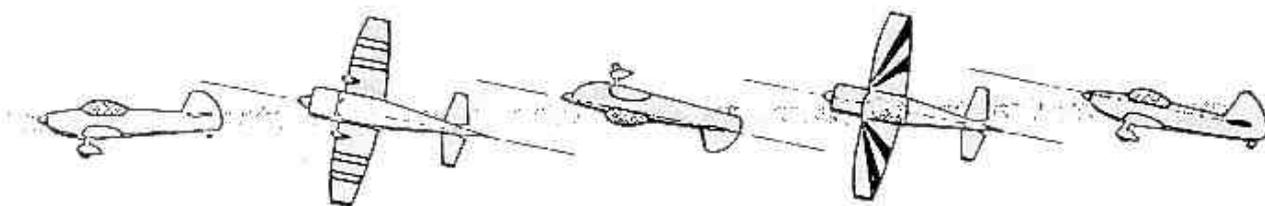
Lasciemo anche da parte per adesso, richiamandoli tuttavia sempre alla memoria, i tonneaux "a botte", i frullini, perchè si tratta di esecuzioni diverse da quella del tonneau detto lento effettuato su una traiettoria orizzontale rettilinea inscritta nel piano di evoluzione.

A maggior ragione non tratteremo ancora del tonneau verticale, il cui studio razionale presuppone il tonneau orizzontale e l'acrobazia di base ben assimilati.

Nelle pagine precedenti abbiamo soprattutto definito la messa in rovescio tipo scuola, la sua dimostrazione, la sua esecuzione. È dunque logico iniziare lo studio della rotazione di 360° attorno all'asse di rollio con il tonneau detto anch'esso "scuola", costituito da una messa in rovescio scuola e da un'uscita dal rovescio concatenate. Abbiamo visto che all'inizio della progressione acrobatica la messa in rovescio è facilitata dal preposizionamento in volo positivo nel suo assetto di volo rovescio, assetto che in rapporto alla linea dell'orizzonte forma un angolo che varia, in generale, secondo gli aerei tra 10° e 20°.

Non ho alcun motivo di riprendere questa spiegazione per quello che riguarda il tonneau "scuola", poichè l'esecuzione di questo sarà, per i primi 180° di rotazione rollio, quella stessa della messa in rovescio con preposizionamento iniziale in positivo nell'assetto di volo rovescio e che poi, per i 180° successivi sarà quella dell'uscita dal rovescio, che viene eseguita con proprietà in un unico modo.

Perciò non appena si sa eseguire, rispettando soprattutto il piano di evoluzione, messa in rovescio ed uscita dal rovescio, si sa fare il tonneau scuola, che consiste unicamente nell'associare l'una all'altra senza interruzione, ma anche senza precipitazione.



Tonneau "da scuola". Il posizionamento iniziale positivo in assetto di volo rovescio semplifica l'esecuzione iniziale del tonneau e limita l'utilizzo dell'equilibratore nei primi 180° della rotazione.

Si osserva abbastanza frequentemente in questa fase della progressione, che l'allievo che esegue correttamente messa in rovescio e ritorno al volo diritto, fa abbastanza confusione di piedi quando gli si chiede di fare un tonneau che, come si è appena visto, non è altro che l'insieme delle due componenti.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 46

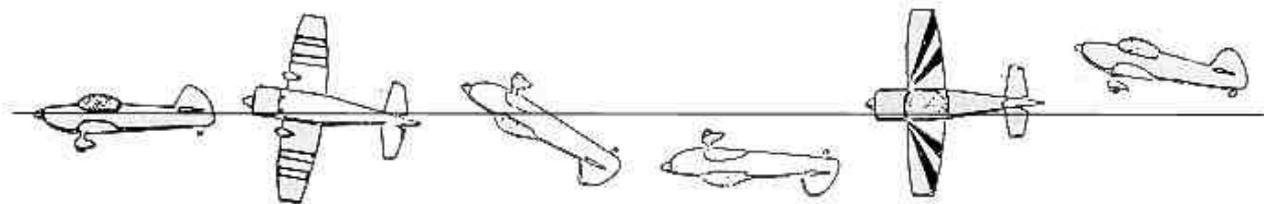
Il pilota ha in genere meno problemi se gli si parla soltanto di messa in rovescio e di uscita dal rovescio concatenate, ciò che prova bene che, se vi è una reazione un po' confusa da parte sua al pronunciare la parola tonneau, questa è soprattutto di natura psicologica.

Il tonneau è il coronamento, la consacrazione della fase iniziale della progressione acrobatica; la sua realizzazione costituisce la prima ambizione dell'allievo di acrobazia: niente di sorprendente quindi che, accedendo ad essa, egli provi una certa emozione, unita alla preoccupazione di voler fare troppo bene, ad una certa precipitazione che a volte ne risulta, e che egli manchi i suoi primi tonneaux.

Invece, se le sue manovre di lessa in rovescio e ritorno sono corrette, se egli considera senza particolare agitazione la realtà del tonneau, questo viene da sé, a condizione che il pilota si attenga ai dosaggi dei comandi dei timoni, nozioni che ha acquisito durante le precedenti lezioni e che, ripetiamolo, restano gli stessi. I tre errori capaci di compromettere l'esecuzione del "tonneau scuola" sono:

1. Abuso od insufficienza dell'attacco obliquo, dunque una cattiva utilizzazione del timone di direzione;
2. Uso timido o inesistente del timone di profondità nella fase di volo negativo del tonneau;
3. Uso più o meno precipitato o sconsiderato degli alettoni.

E da ciò questi tonneaux dell'inizio, a volte a virgola, a volte a gobbe, quando, arrivando verso l'inclinazione nulla rovescia, l'allievo si accorge che si trova più o meno sotto l'orizzonte, il che lo porta a diminuire precipitosamente la pendenza rovescia con le variazioni che ne risultano e che non aggiustano certo l'estetica della figura.



Errore di esecuzione tipico per errato utilizzo dell'equilibratore.

Dopo di che il pilota ha anche tendenza a perdere di vista che la buona esecuzione di un tonneau (scuola o meno) presuppone un tasso di rollio costante dalla partenza al ritorno sulla pancia, e che il comando preponderante intorno all'asse di rollio è costituito dagli alettoni.

Il tasso di rollio potrà raggiungere, a seconda dell'aereo e del suo eventuale attacco obliquo, uno sforzo fisico variabile, adatto al criterio della costanza della velocità della rotazione rollio.

Su una macchina come il CAP-10 lo sforzo fisico sarà limitato e sensibilmente uguale lungo tutti i 360° del tonneau. Questo dovrà dunque venire attaccato, all'inizio, nè troppo veloce nè troppo lento, perchè chi lo esegue abbia l'agio di collegare correttamente l'azione richiesta sui tre comandi senza tuttavia dilungarsi in questa o in quella fase e senza perdere di vista l'obbligo di mantenere un tasso costante di rotazione, anche nella fase di uscita dal rovescio, che si ha spesso la tendenza all'inizio di accelerare.

## 6.4.1 IL TONNEAU ACROBATICO

Uno dei criteri, e non dei più insignificanti, del tonneau intorno ad una traiettoria media orizzontale rettilinea, è che esso non deve portare perdita di quota e, se la figura è cominciata per esempio a 500 mt dovrà terminare a 500 mt, senza che il pilota scenda mai al di sotto durante la sua esecuzione.

L'istruttore dovrà insistere su questo parametro nello studio del tonneau e farne verificare visivamente il rispetto all'allievo con un colpo d'occhio all'altimetro prima e dopo la rotazione.

Nel tonneau acrobatico si dovrà all'inizio stare attenti a questa nozione di mantenimento della quota, perchè non si farà più ricorso al posizionamento positivo su un assetto da 10° a 20° che metta il muso del nostro aereo sopra l'orizzonte prima dell'esecuzione del tonneau scuola di inizio e quello che seguiremo poi, soprattutto in una gara.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

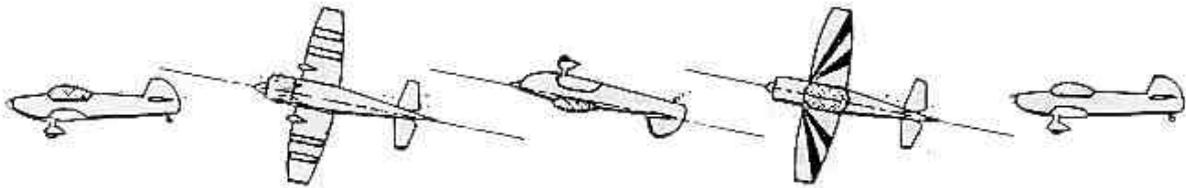
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 47

Dovremo perciò, partendo dal volo normale orizzontale livellato, accompagnare la rotazione con una sollecitazione del timone di profondità indietro fino al volo a coltello, poi avanti quando si accederà al volo negativo in maniera da raggiungere l'assetto di volo rovescio, arrivando all'inclinazione nulla rovescia: è necessaria quindi un'azione ben condotta su questo timone di profondità.

Più l'allievo progredirà nell'esecuzione del tonneau, più il suo istruttore dovrà essere rigoroso nell'esigere questo passaggio volo diritto-volo rovescio-ritorno diritto, alle minime variazioni di pendenza che, in fin dei conti non dovranno essere superiori in un senso o nell'altro, in rapporto al riferimento orizzontale, allo scarto tra la posizione della cappotta in volo diritto e la posizione cappotta in volo rovescio.

Si lavoreranno anche i tonneaux contro-coppia, a sinistra sullo Stampe e sullo ZLIN, a destra sul CAP-10, che si eseguono secondo gli stessi criteri ma con diversi dosaggi di comandi, tenendo conto delle reazioni del gruppo motopropulsore. Verranno poi, nello stesso spirito e secondo gli stessi criteri, i tonneaux a velocità variabili, sia che si tratti della velocità propria dell'aereo o della rapidità della rotazione.

Si avrà anche interesse, nel quadro dello studio di base del tonneau, a lavorarlo a velocità crescente e decrescente, cioè su traiettorie oblique montanti o discendenti in cui si dovrà associare l'uso del motore a quello dei comandi aerodinamici. Anche per un pilota di acrobazia già arrivato, le molteplici varianti del tonneau restano degli eccellenti esercizi di allenamento personale, che i migliori tra di noi non hanno mai avuto a noia: si prova sempre la stessa intima soddisfazione, quella di un lavoro ben fatto, ad eseguirli con meticolosità.



Tonneau "acrobatico". Il velivolo inizia e finisce la manovra nella stessa configurazione di velocità e quota.

## 6.5 LA VIRATA ROVESCIA

Prima di proseguire nello studio particolareggiato delle varie figure, è bene parlare brevemente della virata rovescia; l'argomento sarà ripreso e trattato dovutamente più avanti. Questo per rimanere nella logica della concatenazione delle conoscenze da acquisire in una progressione acrobatica bene intesa.

Se infatti ho scelto di differire lo studio approfondito di questo argomento è per evitare all'allievo di cimentarsi in una successione continua di figure negative, ancora stressanti per lui a questo punto della progressione.

Tuttavia ne faccio cenno perchè la messa in rovescio e l'uscita dal rovescio ce ne hanno già dato un'idea: basta infatti interrompere la messa in rovescio tra il volo negativo ed il volo a coltello, per trovarsi praticamente in configurazione di virata sul dorso. In configurazione, il che non vuol dire in virata propriamente detta, giacchè un'azione sul timone di profondità sufficiente per passare dal volo a coltello al volo rovescio, pur mantenendo l'aereo nel piano di evoluzione, sarà insufficiente a creare veramente una virata corretta.

Perchè? Perchè nella virata rovescia interviene una forza che abbiamo imparato a combattere nella virata normale: la forza centrifuga che tende ad allontanarci dal centro della virata, forza alla quale bisogna opporre un'accelerazione centripeta, per mezzo del timone di profondità.

### 6.5.1 TRE DIFFICOLTÀ ESSENZIALI

Nella virata in rovescio dovremo:

1. Combattere la forza centrifuga per creare l'evoluzione e mantenere un costante raggio di virata;
2. Controllare visivamente l'esecuzione della virata e sapere dove ci si trova al termine della stessa;
3. Condurre simultaneamente queste due azioni sempre mantenendo un'inclinazione, e dunque una pendenza, costanti.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 48

È normale infatti che l'allievo, più o meno affaticato dalle accelerazioni negative che deve imporsi nelle prime virate rovesce, ne esca con un anemometro o troppo alto o troppo basso, senza avere infine la più pallida idea del luogo preciso in cui si può trovare in rapporto al punto di partenza della virata.

## 6.5.2 BARRA A DESTRA PER VIRATA ROVESCIA A DESTRA DEL PIANO DI EVOLUZIONE

Siamo in volo negativo orizzontale rettilineo, nel nostro piano di evoluzione: se vogliamo fare una virata rovescia che ci scosterà da questo piano di evoluzione verso destra, dovremo dare barra a destra e inversamente per una virata a sinistra del piano di evoluzione.

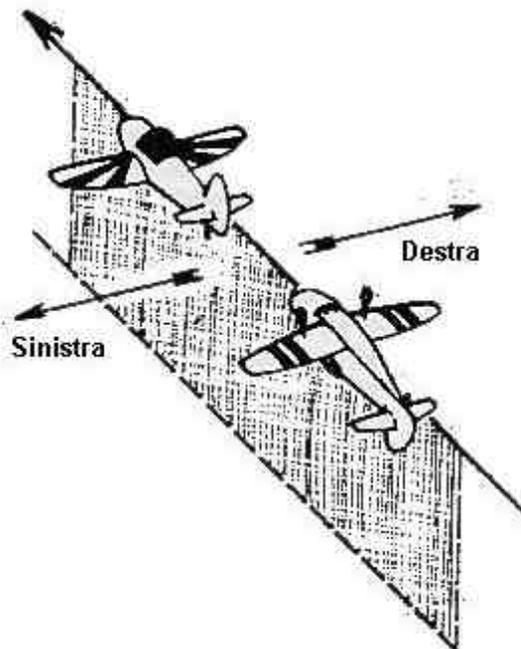
Questo è un elemento importante da ricordare bene: l'ala bassa piantata nell'orizzonte di indicherà la direzione del centro della virata. In una virata normale o rovescia dovremo lottare anche contro il peso dell'aereo, che la forza centrifuga farà tanto più pesare nella mano del pilota.

È chiaro che, per mantenere l'aereo in volo orizzontale non più rettilineo ma curvilineo, bisognerà creare una forza direttamente opposta al peso dell'aereo, per mezzo del timone di profondità, cioè in virata rovescia con un'azione della barra in avanti.

Contemporaneamente, all'inizio della virata, il piede può aver bisogno di controllare un'eventuale imbardata inversa: eventuale ovviamente, a seconda della macchina e soprattutto della loro apertura alare e della superficie degli alettoni.

Non c'è quindi una regola assoluta nel dosaggio della pedaliera. Ci ricorderemo anche che in ogni aereo di scuola di acrobazia bene equipaggiato, c'è una pallina rovescia e ci adatteremo di conseguenza per correggere gli effetti motore favorevoli, o sfavorevoli, alla formazione di una cadenza nel senso dell'inclinazione.

L'uscita di virata sarà effettuata con gli stessi criteri del controllo della pedaliera, come la messa in virata.



Sia in volo normale che rovescio la destra e la sinistra del piano di evoluzione sono sempre le stesse.

Abbiamo già visto che in una virata rovescia verso destra del piano di evoluzione bisognerà dare barra opposta al centro della virata, quindi a sinistra in rapporto al piano di evoluzione, ma a destra rispetto al pilota ed all'aereo che sono a rovescio.

Controllando la posizione della pallina rovescia si vedrà immediatamente che il piede deve essere spinto molto naturalmente dal lato del centro della virata verso l'ala bassa: di conseguenza, in una virata rovescia a destra



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 49

del piano di evoluzione, il pilota dovrà spingere sulla pedaliera con il piede sinistro per andare nel senso della virata e verso il centro della stessa.



Virata rovescia. Se il pilota fosse dritto, usando una barra che si prolunga oltre il pavimento, darebbe piede e cloche dalla stessa parte.

## 6.5.3 IMPORTANZA DEL CONTROLLO DELL'INCLINAZIONE

L'inclinazione, ora. Che inclinazione prendere in una virata in rovescio, e soprattutto, come mantenerla? Sappiamo che l'inclinazione interferisce molto direttamente sul controllo del volo orizzontale rettilineo, quindi della pendenza. Più l'aereo sarà inclinato, più bisognerà spingere sulla barra per mantenerlo in volo orizzontale rettilineo; più inclineremo, più si dovrà combattere la forza centrifuga per rispettare questa esigenza.

Arriveremo così a dei fattori di carico negativi abbastanza notevoli e penalizzanti per un debuttante (prima conseguenza da evitare) e rischieremo anche di finire, esagerando l'inclinazione, ad una seconda conseguenza ancora più temibile sul piano della sicurezza: la virata rovescia picchiata, alla fine della quale si verifica nel debuttante la tentazione, da reprimere molto rigidamente, di ritornare sulla pancia con un'azione del timone di profondità indietro.

Questa tentazione corrisponde anch'essa alla tendenza naturale dell'aereo, ma è da reprimere perchè si rischierebbe di raggiungere velocità pericolose per la struttura dell'aereo e perdite di quota altrettanto temibili per la sicurezza del pilota: si dovranno quindi all'inizio mantenere delle inclinazioni medie strettamente controllate visivamente con l'uso dei riferimenti: piano medio delle ali - cappotta motore da una parte, orizzonte dall'altra. In funzione del senso delle coppie motore (se sono sensibili) e se la cadenza è mal controllata alla pedaliera, l'inclinazione, le cui variazioni sono sempre direttamente legate a quelle della cadenza, tenderà ad aumentare o a diminuire a seconda del senso della virata stessa.

Spesso, l'allievo di acrobazia all'inizio del corso di formazione deve soprattutto mettersi in testa che se la sua inclinazione supera l'inclinazione media in virata rovescia, deve acquisire come primo riflesso l'idea di diminuirla, anche a rischio di ritornare ad un'inclinazione nulla rovescia ed a dover ricominciare. Questa raccomandazione vale in modo particolare per i primi voli da solista che comportino virate in rovescio.

Allo stesso tempo si combatterà anche l'attitudine di diminuire l'inclinazione in eccesso del timone, poichè, nell'eseguire una virata rovescia di 360°, questa tendenza porterà due altri inconvenienti:

1. Quello di prolungare indefinitamente la virata, procurando una maggior fatica al pilota;
2. Rischierà di smarrirsi completamente durante un'evoluzione prolungata, perdendo rapidamente di vista i punti di riferimento iniziali.

Si aggiunga che in gara, anche per il primo ciclo e sebbene la nozione di quadro non intervenga ancora formalmente, i 360° rovesci eseguiti troppo tranquillamente sono penalizzanti per l'esecutore poichè il pilota non solo rischia di non ritrovare il suo asse di presentazione e di allontanarsi esageratamente per finire il suo programma, ma stanca la giuria e subisce le conseguenze di ciò nel voto.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 50

Quindi, in virata rovescia, inclinazione nè troppo audace nè troppo timorosa e ricondotta subito al valore nullo non appena il suo controllo pone dei problemi.

Questi esercizi non dovranno mai essere intrapresi ad una quota inferiore a 500m

## 6.5.4 COME CONDURRE VISIVAMENTE UNA VIRATA

Resta un ultimo problema: quello della materializzazione della proiezione al suolo della traiettoria della virata rovescia durante la sua esecuzione.

Questo costituisce una difficoltà per un pilota debuttante, destinata però a diminuire con l'abitudine, poichè quanto più l'allievo sarà spigliato nella condotta pratica della virata rovescia, tanto più sarà disponibile per controllarne visivamente l'esecuzione.

Questo controllo è disagiata all'inizio, anche per un pilota che abbia assimilato le figure di base, poichè in virata rovescia si ha la testa in basso, e spesso non è facile intercettare i riferimenti al fine di determinare l'arresto della virata.

Anche qui bisognerà limitare le difficoltà e guardarsi bene dal lavorare subito a delle virate rovescio di 360° o anche di 180°: ci si dovrà accontentare di virate di 90°, iniziate su un asse ben preciso e stoppate su un altro asse perpendicolare non meno formale (ad es. strada diritta tagliata ad angolo retto di una ferrovia rettilinea).

In seguito potranno essere lavorate virate di 180° da una parte e dall'altra di uno stesso asse, per arrivare alle virate di 180° da una parte e dall'altra di uno stesso asse, ed infine alle virate di 360°, che figurano nel programma del test a doppio comando e del test da solista del programma di 1° ciclo.

Questa parte della progressione dovrebbe e potrebbe essere conclusa dal primo volo del debuttante come solista: messa in rovescio, volo in rovescio, uscita dal rovescio, tonneau; egli proverà così la gioia di ritrovarsi solo padrone a bordo.

Si inizierà poi lo studio delle figure eseguite sul piano verticale. Niente di più naturale che iniziare questo studio dal looping, componente della maggior parte delle figure verticali, che ne comprendono praticamente tutte una parte più o meno importante.

## 6.6 IL LOOPING

Il looping può essere rotondo? Fu il francese Pégoud a fare per primo questa figura ed è certo che il suo looping non fu così rotondo come lo vuole da definizione moderna, definizione molto teorica secondo cui il looping è un cerchio perfetto, dunque a raggio costante, inscritto nel piano di evoluzione, cioè nel piano verticale.

Teorica perchè, se si può definire teoricamente il looping perfetto, quello che il pilota eseguirà praticamente con l'aereo, fosse anche il campione del mondo in carica, non lo sarà.

L'aereo è sottoposto all'attrazione terrestre, cioè al peso e non dispone della potenza necessaria per descrivere il suo cerchio a velocità costante, il che esclude soprattutto che il pilota possa eseguirla con un'azione cabrante di valore costante sul timone di profondità: infine, l'esecutore è sottoposto anche lui alle accelerazioni, fattori di carico imposti all'aereo dalla realizzazione della figura, il che aggiunge difficoltà all'evoluzione.

Provate un po' a non essere in ansia mentre l'accelerometro passa grosso modo da 0 a +4 a 0 e qualche cosa, per ritornare a +4 nel corso del looping, mentre subite fisicamente gli effetti di questa variazione progressiva e permanente, mentre l'anemometro passa da 250 a 120 dal basso all'alto del looping per tornare a 250, ciò che induce degli effetti motore, dunque di disassamento in rapporto al piano di evoluzione, esclusa la soluzione banale di poterne uscire spingendo il timone di profondità secondo un angolo di cabrata costante dall'inizio alla fine dell'esecuzione della figura, quando per di più uno dei vostri riferimenti visivi fissi (orizzonte) sparisce nel tempo del passaggio dal volo positivo al volo negativo.

Provate dunque, con tutto questo, a descrivere nell'aria più o meno turbolenta un cerchio perfetto.

Lasciamo alle loro illusioni quelli che ci dicono che è possibile ed osserviamo più da vicino i criteri realistici ed i problemi di esecuzione pratica del looping, con lo scopo di arrivare a realizzarne di così rotondi come più è possibile, il che non è poi tanto semplice.

Prima di andare oltre, non è male tuttavia esaminare alcuni elementi di meccanica del volo per lo studio delle traiettorie, elementi che devono essere considerati nell'esecuzione di questa figura.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 51

---

## 6.6.1 ALCUNI ELEMENTI DI MECCANICA DEL VOLO PER LO STUDIO DELLE TRAIETTORIE

Le nozioni elementari qui presentate hanno per oggetto di aiutare, almeno qualitativamente, nell'analisi delle traiettorie dell'aereo. Per semplicità si prenderà in esame soltanto il caso del volo simmetrico dell'aereo in un piano verticale.

### 6.6.1.1 GENERALITÀ

Si sa dalla Meccanica Razionale che il movimento di ogni corpo materiale può essere scomposto in due parti:

1. Movimento del baricentro G (chiamato anche centro di gravità);
2. Movimenti intorno al baricentro.

Il baricentro d un corpo è il solo che possieda la proprietà fondamentale di avere lo stesso movimento di un punto materiale "isolato" al quale si attribuisce la massa totale del corpo ed al quale sia applicata la somma delle forze che si esercitano sul corpo. Solo questo movimento sarà preso in esame qui nel caso di volo dell'aereo. Il movimento di un punto materiale è regolato dalla forma elementare di quello che si chiama il "Primo Principio della Dinamica", che si scrive:

$$F = m \cdot a \quad [1]$$

dove F è la risultante delle forze applicate, m la massa ed a l'accelerazione.

La [1] si legge: il prodotto della massa per l'accelerazione è uguale in ogni istante alla somma risultante delle forze applicate.

Questo principio sarà applicato al baricentro dell'aereo considerato, secondo quanto precede, come un punto materiale a cui si attribuisca la sua massa totale.

Per questo discutiamo prima di tutto:

1. La descrizione del movimento di un punto materiale
2. Il bilancio delle forze applicate all'aereo

### 6.6.1.2 CINEMATICA DI UN PUNTO MATERIALE

Prima di tutto diamo alcune definizioni, utili alla comprensione del seguito:

- La TRAIETTORIA di un punto mobile è la curva costituita dall'insieme delle posizioni occupate nel corso del movimento.
- La VELOCITÀ all'istante  $t$  è un vettore  $\vec{V}$  tangente alla traiettoria, di direzione conforme al senso di percorrenza di questa. Intuitivamente questo vettore misura la variazione di traiettoria nel corso del tempo.
- L'ACCELERAZIONE all'istante  $t$  è un vettore  $\vec{a}$  sempre situato nella concavità della traiettoria. Intuitivamente esso misura la variazione di velocità nel corso del tempo. È di solito scomposto in due termini:
  - Accelerazione tangenziale  $a_t$ , parallela alla velocità;
  - Accelerazione normale  $a_n$ , perpendicolare alla velocità.

La grandezza di  $a_t$  misura la variazione di velocità "su traiettoria" mentre  $a_n$  misura la variazione di orientazione della traiettoria. In valore è:

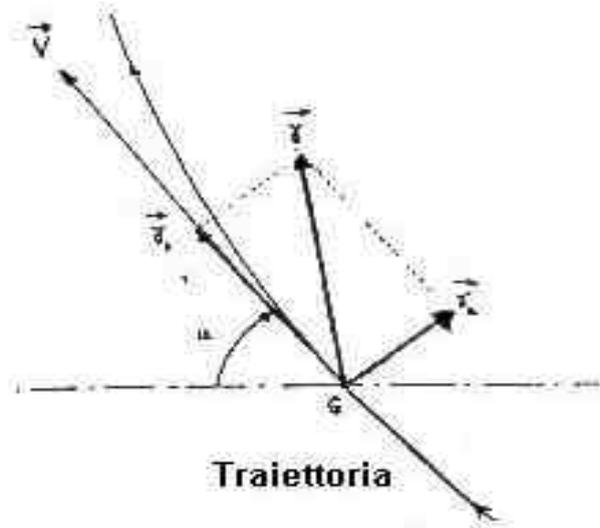
$$a_n = \frac{V^2}{R} \quad [2]$$

dove V è la grandezza della velocità e R il raggio di curvatura della traiettoria al punto considerato.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 52



Scomposizione del vettore accelerazione sulla traiettoria

Essendo il raggio di curvatura di una linea retta infinito, una traiettoria rettilinea non dà luogo ad alcuna accelerazione normale. Più la traiettoria è curva, più il raggio di curvatura è piccolo e l'accelerazione normale è grande.

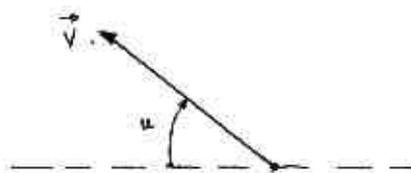
Quindi la velocità angolare di un vettore  $\vec{V}$  misura la variazione dell'angolo  $\theta$  formato in ogni istante tra la traiettoria ed una direzione fissa arbitraria.

Se  $\vec{V}$  è il vettore velocità, l'angolo  $\theta$  definisce la pendenza della traiettoria nell'istante considerato. Si scrive allora spesso  $\omega$  la velocità angolare associata. Si dimostra che:

$$V = R \cdot \omega \quad [3]$$

Dunque  $a_n$  (dato dalla [2]) si può scrivere con l'aiuto di  $V, R, \omega$  in tre modi equivalenti:

$$a_n = \frac{V^2}{R} = V \cdot \omega = \omega^2 \cdot R \quad [4].$$



Vettore velocità e sua orientazione nel piano.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

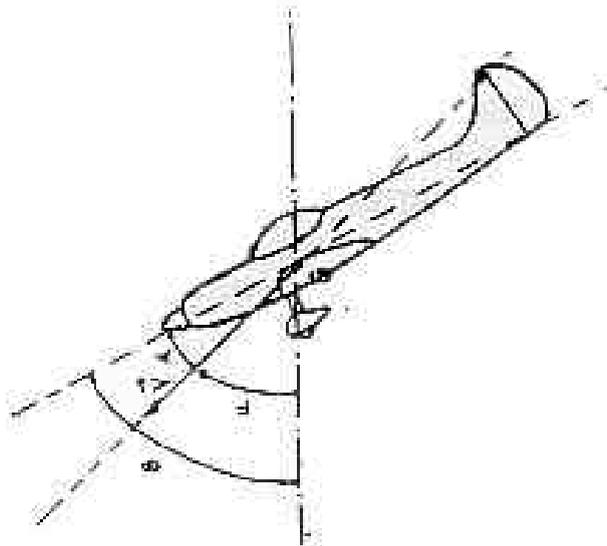
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 53

## 6.6.1.3 BILANCIO DELLE FORZE CHE SI ESERCITANO SULL'AEREO

Queste forze possono essere così scomposte:

1. Forze aerodinamiche che si applicano sulla cellula, la cui somma è la risultante aerodinamica  $\vec{F}$ . Essa si scompone secondo la parallela e la perpendicolare alla velocità in:
  - Resistenza  $F_x$  e
  - Portanza  $F_z$ .
2. Forze aerodinamiche che si applicano sull'elica e la cui somma è la trazione  $\vec{T}$  dell'elica, diretta approssimativamente secondo l'asse longitudinale dell'aereo.
3. Forze di gravità provenienti dall'attrazione terrestre, la cui somma è il peso  $\vec{P}$  dell'aereo, diretto secondo la verticale discendente.

## 6.6.1.4 APPLICAZIONE ALL'ANALISI DELLA TRAIETTORIA (IN UN PIANO VERTICALE)



Angoli e vettori caratteristici del velivolo.

La Figura precedente definisce gli elementi geometrici del movimento di G, cioè il baricentro del velivolo:

- Traiettoria
- Velocità  $\vec{V}$
- Pendenza  $m$

L'angolo formato da  $\vec{V}$  e dall'asse longitudinale dell'aereo è l'incidenza  $a$  dell'aereo.

L'angolo formato da questo asse e l'orizzontale è l'assetto  $q$  dell'aereo. La figura porta all'evidenza che, in ogni istante:

$$q = a + m \quad [5] .$$

Si prendono in esame anche le velocità angolari associate a questi tre angoli e la velocità di beccheggio spesso scritta  $q$ . Le tre velocità angolari sono ovviamente legate dalla derivata della [5]:



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 54

$$q' = a' + m' \quad [6]$$

Applichiamo al punto G la relazione [1]. Questa relazione vettoriale si scompone molto naturalmente nelle due direzioni rispettivamente parallela e perpendicolare a  $\vec{V}$ . La prima dà un'equazione che permette di prevedere la variazione di velocità, ossia l'accelerazione istantanea lungo la traiettoria. La seconda dà:

$$m \frac{V^2}{R} = F_z - mg \cdot \cos m \quad [7]$$

dove il secondo termine è la componente normale della forza peso, che si scrive anche:

$$F_z = mg \cdot \left( \cos m + \frac{V^2}{gR} \right) \quad [8]$$

Ma se si definisce Fattore di Carico il fattore:

$$n = \cos m + \frac{V^2}{gR} \quad [9]$$

la [8] diventa:

$$F_z = mg \cdot n = nP \quad [10]$$

Dunque, in ogni istante, il Fattore di Carico misura il rapporto tra la portanza ed il peso dell'aereo, ossia dà in modo semplice una misura degli sforzi cui è soggetta la struttura del velivolo rispetto a quelli indotti dal suo solo peso.

## 6.6.2 IL LOOPING NELLA PRATICA

In maniera un po' vaga il looping si definisce come una figura in cui l'aereo descrive un cerchio in un piano verticale. In realtà, poichè l'acrobazia da competizione è giudicata dall'occhio umano, lo scopo è di dare l'IMPRESSIONE di una traiettoria circolare. Per parlare di traiettoria, conviene dire di quale punto dell'aereo si tratta. Da quanto precede è naturale scegliere il centro di gravità e di prendere in esame la possibilità di una traiettoria circolare per questo. In questo caso, essendo R costante, la definizione stessa di n [9] dà una relazione molto interessante in ogni punto del looping, tra i parametri:

- Velocità  $\vec{V}$
- Pendenza  $m$
- Fattore di carico  $n$

in funzione del raggio R del looping.

In particolare, per i parametri di entrata (ossia nella parte bassa del looping) risulta, essendo la pendenza nulla e quindi unitario il suo coseno,



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 55

$$n_0 = 1 + \frac{V_0^2}{gR} \quad [11]$$

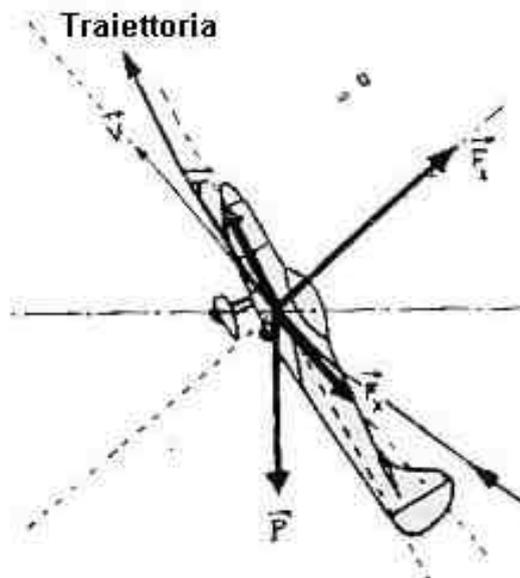
Pertanto, risolvendo la [11] rispetto ad R, risulta

$$R = \frac{V_0^2}{(n_0 - 1)g} \quad [12]$$

Dalla [12] si vede quindi che la conoscenza della velocità di entrata e del Fattore di Carico corrispondente definiscono senza ambiguità il raggio del looping da effettuare.

Si sa che la velocità va diminuendo fino alla sommità del looping, dove diventa minima. Dunque il Fattore di Carico seguirà la stessa evoluzione, ma in maniera più accentuata per il termine  $\cos \theta$  che è anch'esso minimo alla sommità del looping.

Così, per esempio, un looping di raggio 150m, iniziato ad una velocità  $V = 250$  km/h e quindi (per la [11]) ad un Fattore di Carico  $n=4,3$ , presenterà un fattore di carico di 0,18 al punto più alto del looping, assumendo che in questo punto la velocità sia scaduta a 150 km/h.



Scomposizione delle forze agenti sul velivolo.

### 6.6.3 NOTA SULL'INIZIO DELLE FIGURE ACROBATICHE

Poiché un looping si inizia a partire da un volo rettilineo uniforme (dunque a  $n=1$ ) bisognerebbe passare bruscamente da 1 a  $n$  per rispettare un raggio costante all'inizio di figura. Ciò è evidentemente impossibile, pertanto l'inizio del looping avrà luogo secondo un arco di curva non circolare, ossia a raggio non costante.

Il fattore di carico massimo non sarà quindi nel punto basso, ma nel punto in cui si raggiungerà il raggio di curvatura finale.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 56

## 6.6.4 NOTA DULLA VELOCITÀ ANGOLARE DI BECCHEGGIO

Poiché il looping è una figura a lenta evoluzione dell'incidenza, si può ragionevolmente semplificare la relazione [6].

Infatti la variazione della pendenza, indicata dalla derivata prima  $m'$ , altro non è che la velocità angolare sulla traiettoria, cioè

$$m' = w \quad [13]$$

per cui risulta dalla [6]

$$q' = m' + a' = w + a' \quad [14],$$

ma se la variazione di incidenza è lenta risulta  $a' \cong 0$  per cui

$$q' \cong w \quad [15]$$

ossia infine, per la [3],

$$V = R w \cong R q' \quad [16],$$

Questa approssimazione ha interessanti risvolti nella pratica, poiché è la variazione di assetto  $q'$  ad essere visualizzata dal pilota, e non la velocità angolare  $w$ .

Il raggio R sarà dunque costante solo se lo sarà il rapporto  $V/q'$ : in altre parole, se la velocità diminuisce alla sommità del looping occorre diminuire proporzionalmente la variazione dell'assetto, agendo con continuità sull'elevatore.

Così la rotazione dell'aereo attorno a G sarà meno rapida alla sommità del looping che in basso.

Tuttavia conviene essere prudenti nell'applicazione pratica di questo risultato, poichè è possibile che un troppo grande rallentamento in beccheggio rovini l'andamento globale della figura.

## 6.6.5 DISPUTE DI SCUOLA

L'esposizione di cui sopra non apparirà così elementare a tutti come era nei miei desideri; così cercherò di trarne alcuni dati essenziali direttamente sfruttabili nell'esecuzione pratica del looping.

Questi dati fanno soprattutto risaltare la difficoltà di cominciare il tracciato aereo di un looping a partire da una traiettoria orizzontale o discendente rettilinea per mezzo di un impulso mosso da una certa velocità, pesante un certo peso e dotato di una certa inerzia. Essi dimostrano anche che alla sommità del looping, il volo dell'aereo che volteggi a bassa velocità sotto fattore di carico vicino allo zero, è simile ad un volo balistico.

Queste due considerazioni giocheranno un ruolo importante nella definizione dell'esecuzione pratica della figura.

Esse riportano anche alla memoria certe dispute di scuola. Chi ha imparato le figure di base sullo Stampe o sul Bucker ha sentito mille volte dal suo istruttore quello che sembrava allora la verità assoluta su questo punto: cioè che a partire dall'acquisto di velocità su traiettoria rettilinea discendente, l'inizio del looping si otteneva accompagnando semplicemente col timone di profondità una certa tendenza naturale dell'aereo a cabrare fino al momento in cui, all'avvicinarsi della posizione verticale e con una diminuzione di velocità sempre più sensibile, l'azione sul timone di profondità indietro doveva farsi più decisa.

Sembra che l'insegnamento ufficiale sia sensibilmente cambiato su questo punto poichè adesso si parla di creazione immediata di velocità angolare fin dall'inizio del looping, il che si traduce praticamente in un'azione



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 57

molto netta, per non dire brutale, a cabrare sul timone di profondità, e nella creazione di un fattore di carico iniziale importante.

Da parte mia, sarei tentato di pensare che la verità pratica è a metà strada tra queste due teorie. Ciò per molte ragioni: prima di tutto nell'esecuzione ideale del looping è il centro di gravità dell'aereo che deve tracciare un raggio costante, dunque un cerchio perfetto intorno al centro di questo. Ma questa esigenza potrà implicare che il profilo dell'aereo completo, sotto l'effetto delle forze antagoniste che il pilota metterà allora in movimento, descriva una traccia visiva che si allontanerà più o meno sensibilmente dal cerchio perfetto.

Ora, chi definisce praticamente un looping se non questa traccia visiva, questo movimento regolare e quanto possibile costante dell'aereo intorno al punto centrale? Una rottura troppo decisa della traiettoria rettilinea iniziale dell'aereo cabrandolo di colpo, mi ha sempre dato l'impressione visiva di un primo quarto di looping che nasconda di fatto il primo quarto di cerchio.

C'è un'altra ragione della mia reticenza riguardo ad un looping brutalmente iniziato dalla partenza; è di natura pedagogica. Sono di quelli che considerano che acrobazia sia finezza di pilotaggio, cioè tanto cervello e non tanti muscoli. Cerco quindi di incoraggiare negli allievi la nitidezza ma anche la dolcezza nell'esecuzione, e combatto a fondo la tendenza di quelli che immaginano che in acrobazia moderna barra e pedali debbano essere trattati sistematicamente con dei colpi di spaccalegna.

Poiché in ogni modo questa tecnica, anche se l'aereo si presta in generale con buona grazia a questo genere di torture, non porta mai molto lontano mi ripugna inculcare nei miei piloti l'abitudine a servirsi di azioni brutali sistematicamente, quando devono ancora imparare i rudimenti del dosaggio e della visualizzazione. Preferisco insistere dapprima su queste due nozioni per rendere più decisa l'esecuzione solo in seguito e progressivamente, soprattutto per il lavoro delle figure a velocità variabile.

## 6.6.6 LOOPING: ESECUZIONE PRATICA

Dopo le considerazioni tecniche che precedono eccoci a studiare praticamente il modo di eseguire delle rotazioni di 360° attorno all'asse di beccheggio, rotazioni inscritte nel piano di evoluzione, cioè senza inclinazione né disasse.

È chiaro che il comando numero uno in questa figura sarà quello di profondità, ma si vedrà tuttavia che non è il solo in causa, soprattutto in ragione degli effetti motore, e che anche timone di direzione e manetta del gas nonché eventualmente alettoni sono importanti per l'esecuzione del looping.

La condotta pratica della figura sarà anch'essa in funzione dell'aereo, della sua potenza, anche della sua finezza, della velocità di entrata nel looping. Iniziare un looping, forzando brutalmente ad una velocità troppo bassa su un aereo relativamente poco potente e che ha molta resistenza, non ci porterà lontano. Abbordarlo con un'azione troppo debole e troppo lenta sul timone di profondità con un aereo fine, ben motorizzato quando la velocità in volo rettilineo orizzontale è già buona, non sarà ugualmente un buon sistema per riuscire in questa figura.

La trattazione analitica ci ha dimostrato che la conoscenza della velocità di entrata e del fattore di carico corrispondente definiscono univocamente il raggio del looping da effettuare. Diciamo che, per cavarcela onorevolmente in questa figura, su uno Stampe bisognerà abbordarla ad una velocità nettamente superiore a quella di crociera, quindi con una presa di velocità (uguale per lo ZLIN) ed a circa 34g per conservare alla sommità del looping, con tutto motore, una velocità di traslazione sufficiente, ciò che ci porterà praticamente a partire da 180 km/h (la velocità di crociera dello Stampe è di 140 km/h), a passare la sommità del looping, 150 mt più in alto, a circa 80/90 km/h.

Sul CAP-10 si abborderà direttamente il looping a partire dal volo rettilineo di crociera ed alla velocità corrispondente 230/250 km/h, il che darà un'accelerazione intorno ai 4g (si può anche iniziarlo a doppio comando a partire da 200 km/h): la sommità del looping sarà circa 200 mt più in alto, con una velocità di 120/100 km/h.

Si perderà quota tra l'inizio e la fine di un looping? Questo dipenderà dalla velocità di entrata e dalla potenza disponibile, il che vuol dire che un looping incominciato a velocità relativamente bassa a bordo di un aereo con potenza relativamente debole non terminerà alla stessa quota della partenza, anche se, abilmente condotto,

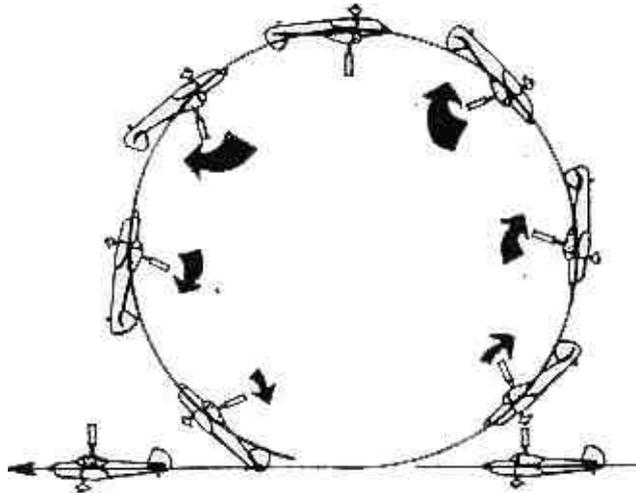


# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 58

sembra svolgersi correttamente. Questo esempio sottolinea che, a seconda della macchina e della velocità iniziale, il looping non è sempre rotondo. Rimane da dire che su un aereo sufficientemente fine, potente e leggero come il CAP-10 questa figura, iniziata alla velocità di crociera, non deve portare ad una perdita di quota.

## 6.6.7 USO DEL TIMONE DI PROFONDITÀ



Direzione e dosaggio dell'azione sull'equilibratore nel looping.

Alla partenza, la condotta del timone di profondità sarà in funzione, l'abbiamo detto, delle caratteristiche dell'aereo, della potenza disponibile, della velocità di entrata in figura.

Velocità lineare e velocità angolare: il pilota dovrà giocare con questi due parametri per installare l'aereo nell'abbozzo circolare del looping. Se ne servirà senza brutalità, per mezzo del timone di profondità, senza provocare una rottura troppo netta della traiettoria lineare, ma con sufficiente decisione per creare la velocità angolare richiesta.

La teoria del lasciare risalire l'aereo da sé sull'orizzonte, è a rigore accettabile per una macchina che necessiti di un incremento di velocità preliminare all'inizio del looping, giacché questo acquisto di velocità sarà stato effettuato su traiettoria discendente ed a piccoli angoli per superare nettamente la velocità di crociera. Cappotta verso il suolo, trim, a zero, una macchina come lo Stampe tenderà in effetti da sola, raggiungendo 180 km/h, a risalire sull'orizzonte con un semplice rilasciamento della pressione sul timone di profondità in avanti. Sarà ben diverso con un aereo che abbordi il looping in volo orizzontale alla velocità di crociera, è questo il caso del CAP-10, poichè qui, a regime costante, senza sollecitazione del timone a cabrare, l'aereo continuerà a volare su una traiettoria orizzontale rettilinea.

Su queste macchine il timone dovrà quindi venire nettamente e progressivamente sollecitato a cabrare. Progressivamente, perchè sollecitare il timone di profondità si traduce nella creazione di un certo angolo di attacco che determina la cadenza della figura, nel senso che abbiamo dato a questa definizione in acrobazia.

Ma questa cadenza che disegna la traccia visiva del looping nello spazio, non potrà essere mantenuta ad un angolo di attacco costante.

Infatti, in una traiettoria curva ascendente, la velocità ovviamente diminuisce. Ora, il mantenimento di una traiettoria costante a velocità variabile suppone un'evoluzione inversamente proporzionale a questa ed all'angolo di incidenza, in virtù di una regola di base ben nota: a grandi velocità piccole spinte ai comandi, a basse velocità grandi spinte. Più precisamente: l'efficacia della spinta di un timone di aeromobile, essendo direttamente in funzione della sua velocità, decrescerà con la velocità, per cui non si potrà mantenerla uguale lungo l'evoluzione della figura, quando la velocità si riduce progressivamente, se non aumentando con la stessa



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 59

---

progressione l'angolo del timone (piccola parentesi a proposito dell'uso del trim, di profondità nel looping: esso sarà pre-regolato e ci si guarderà bene dal toccarlo durante l'esecuzione della figura).

Come evolve la velocità nel looping? Relativamente poco in riduzione durante il primo quarto, per cui relativamente poco evolverà il fattore di carico.

La progressione della riduzione della velocità diventerà sempre più sensibile nel secondo quarto della figura e l'azione sul timone di profondità dovrà essere dosata di conseguenza fino a momento in cui l'aereo arriverà alla sommità del looping a bassa velocità, con un fattore di carico, mentre l'effetto del suo peso tenderà ad invertirsi diventando, da centrifugo che era, centripeto.

Cosicché, continuare ad agire sul timone di profondità a cabrare in queste condizioni porterebbe evidentemente a diminuire il raggio della figura, cioè a deformare la sommità del looping ed a dare all'insieme della stessa una geometria ben lontana da quella del cerchio perfetto e più somigliante a quella di un uovo, tanto da arrivare ad angoli di escursione del timone di profondità in cui la resistenza diventerebbe fortemente parassitaria a scapito della portanza.

Sarà quindi necessario, allorché l'aereo abborda questa fase della figura, rilasciare la pressione sul timone di profondità ed usarne in maniera "fine" e lasciar andare l'aereo, se si può dire, da solo sulla sommità della sua traiettoria circolare con il minimo di sollecitazione e di resistenza, il che imparenta strettamente il suo volo in questa fase ad un volo balistico.

Come si annuncia e si traduce questa sequenza? Con un alleggerimento sentito sia dalla macchina sia dallo sforzo sul timone; il pilota scopre facilmente il momento di equilibrio relativo che si stabilisce tra la forza centrifuga in diminuzione e la forza centripeta che comincia a manifestarsi. Questo equilibrio relativo e precario esclude che il pilota restituisca decisamente mano, poichè agendo così egli provocherebbe soprattutto l'intervento di certi effetti giroscopici che vedremo più avanti.

Ancora una volta, in questa fase del looping, il timone di profondità deve essere rilasciato e maneggiato con finezza. Nello stesso modo esso sarà ancora sollecitato a cabrare, con la ripresa della velocità che interviene progressivamente e rapidamente nel corso del terzo quarto della figura, quando l'aereo incomincia a ridiscendere verso terra. Il controllo pratico di questo uso fine del timone si eserciterà con l'osservazione visiva dello spostamento della cappotta, che orienta la traiettoria circolare dell'aereo nel piano di evoluzione.

Iniziando il terzo quarto del looping, si rivivranno a rovescio i primi due. Cioè si dovrà dapprima ricreare un angolo di attacco delle ali abbastanza importante, per evitare che l'aereo esca dalla sua traiettoria circolare e riprenda, all'esterno di essa ed a piccoli angoli di incidenza, una velocità che in questa configurazione rischierebbe di diventare ben presto eccessiva e quindi pericolosa.

Anche mantenendo l'aereo nella traiettoria rigorosa del looping, si vedrà la velocità aumentare rapidamente. Si dovrà quindi ritrovare nella seconda metà della figura lo stesso dosaggio dell'azione sul timone di profondità della prima, ma procedendo a rovescio, poichè la velocità aumenta anzichè diminuire, cioè con una progressiva riduzione della spinta su questo timone.

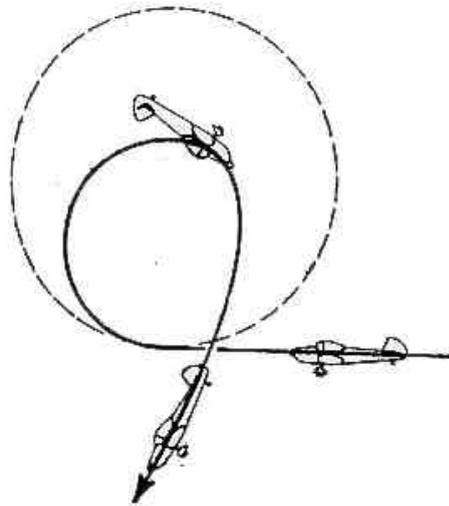
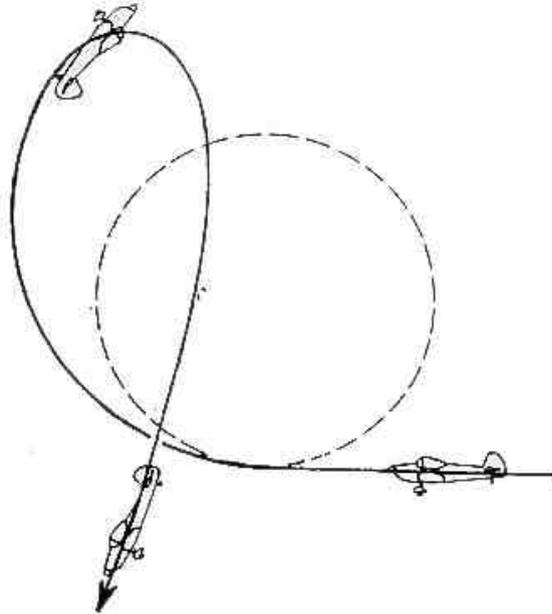
La difficoltà, lo vedremo più avanti, sarà quella di ridurre l'angolo di attacco pur resistendo alla forza centrifuga che, conseguentemente all'aumento della velocità, andrà invece crescendo. In modo tale che si dovrà ritrovare, alla fine del looping, un fattore di carico vicino all'iniziale.

Le due figure qui di seguito riportate sottolineano sommariamente il risultato di un'azione insufficiente (prima figura) o eccessiva (seconda figura) sul timone di profondità nel corso dell'esecuzione di un looping.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 60



Sopra: Insufficiente azione sull'equilibratore. Rischio di stallo rovescio alla sommità del looping.

Sotto: Eccessiva azione sull'equilibratore. Rischio di stallo dinamico, velocità in eccesso all'uscita del looping, forte perdita di quota.

Nel primo caso ci si ritrova sulla sommità della traiettoria con una velocità insufficiente; i comandi ai timoni molli ed il rischio di un'abbattuta sul dorso, configurazione da evitare con cura, quando non si dispone di un buon margine di quota.

Nel secondo caso, si tratta di un looping con un fattore di carico troppo elevato, potenzialmente pericoloso per la struttura dell'aereo con rischio di uno stallo dinamico e di un'uscita di figura a forte velocità e fattore di carico ancora aggravato per poco che il margine di quota non permetta di negoziarlo (fuori criterio) con un progressivo ritorno al volo orizzontale con motore ridotto.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 61

---

## 6.6.8 USO DEL MOTORE

Nel looping, l'uso del motore su un aereo ad elica a passo fisso (cioè la quasi totalità degli aerei scuola da acrobazia) pone soltanto un problema logico e semplice. Questa figura dovrà venire eseguita ad un regime il più costante possibile, cioè praticamente il regime massimo consentito su un aereo scuola, dall'inizio alla fine del looping.

In funzione delle relazioni regime-pendenza e regime velocità, la sua corretta realizzazione implicherà, a partire da una velocità d'entrata media, il progressivo ricorso a tutta la potenza disponibile, poichè non si accederà correttamente alla sommità della figura che con il comando manetta tutto avanti.

Non ci si dovrà tuttavia buttare su di essa dall'inizio del looping, poichè la velocità resta relativamente elevata nel primo quarto e si potrebbe allora andare fuorigiri. Verso la verticale bisogna invece agire più o meno sul comando del gas a seconda della finezza della macchina e della potenza di cui si dispone e la manetta arriverà in ogni modo a fine corsa durante il secondo quarto del looping, se non prima.

Bisogna ridurre durante la terza parte? No, poichè l'aereo passa la sommità della figura a bassa velocità e poichè la piena potenza del motore è ancora il suo migliore aiuto per negoziare correttamente questo quarto. A bassa velocità, una riduzione dei gas avrebbe come conseguenza una diminuzione di regime che in questa fase discendente del looping non ha ancora niente di eccessivo anche con tutta manetta.

Abbiate la curiosità di verificare il vostro contagiri quando il queste condizioni l'aereo passa la verticale in discesa: vedrete che il regime motore su uno Stampe, come sul CAP-10, rimane nelle tolleranze. Tuttavia nell'ultimo quarto del looping è necessaria una riduzione della manetta che sarà più o meno sensibile se si vuole restare nel regime massimo autorizzato.

Ad una guida dolce del timone di profondità deve corrispondere un uso non meno dolce della manetta, in funzione del criterio del regime costante. Va da sè che un uso brutale causerà degli effetti motore più o meno di ostacolo alla buona esecuzione della figura, oltre che delle uscite dall'asse. A seconda dell'aereo e della velocità a cui il looping viene affrontato si dovranno combattere, nel corso dell'esecuzione, certi rischi di disasse che l'istruttore avrà l'accortezza di mostrare all'allievo, eseguendo uno o più looping con i piedi sul pavimento, con una variazione di velocità massima tra il basso e l'alto della figura.

Nel mezzo looping della parte bassa su alcuni aerei tra cui lo Stampe, si vedrà manifestarsi "l'effetto flettner" risultante da una correzione nella cellula delle coppie motore, calcolata per la velocità di crociera, che diventa però eccessiva oltre a questa velocità e che porta un conseguente disasse (verso destra con motore che tira a destra e viceversa).

Nel mezzo looping in alto, soprattutto se viene eseguito al minimo della velocità, apparirà progressivamente un effetto di disasse (a sinistra sul CAP-10) risultante dal soffio elicoidale. Vi si potrà aggiungere la coppia giroscopica per poco che il pilota, invece di servirsi del timone di profondità con dolcezza alla sommità del looping, ne diminuisca o inverta troppo bruscamente la spinta.

## 6.6.9 CONDOTTA GENERALE DELLA FIGURA

Cercheremo adesso di realizzare un looping completo, facendo intervenire di volta in volta o simultaneamente i timoni ed i relativi comandi. Applicata la corretta velocità di entrata, verificato il regime massimo autorizzato, il nostro primo problema alla partenza consisterà nell'eseguire un looping ben dritto, pallina al centro, senza imbardata nè rollio. Controlleremo l'inizio di questa figura con un riferimento visivo dell'orizzonte in avanti e manterremo questo controllo visivo il più a lungo possibile, cioè praticamente in media, a seconda della macchina, fino verso 60° sopra l'orizzonte.

L'esigenza di escludere all'inizio ogni movimento di rollio o di imbardata detterà la nostra azione sul timone di profondità, che dovrà essere decisa ma dolce e progressiva. Se il pilota si crede obbligato a servirsi non solo della mano, del polso e del braccio, ma della spalla, c'è da scommettere che il looping partirà di traverso (generalmente con l'ala sinistra bassa sul CAP-10), poichè il timone di profondità non sarà azionato secondo l'asse di trazione richiesto per il rigoroso mantenimento dell'inclinazione nulla. Ed è solo arrivando verso la sommità del looping che il pilota debuttante si accorgerà che il suo aereo è inclinato e la figura partita male. Una volta rispettate queste esigenze iniziali, il timone di profondità continuerà ad essere utilizzato con



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 62

dolcezza dopo la prima metà del looping, cioè con una spinta progressiva che richiede uno sforzo fisico che sarà sentito in maniera diversa dal pilota, giacchè alla partenza, per creare un angolo di attacco relativamente debole ad una velocità abbastanza elevata, si avrà a che fare con un timone duro con l'aggiunta del fattore di carico iniziale allo sforzo fisico subito dall'esecutore, mentre nel secondo quarto del looping, per una spinta decisamente più forte, il timone diventerà molle a causa della diminuzione della velocità ed il fattore di carico subito dal pilota sarà anch'esso molto alleviato.

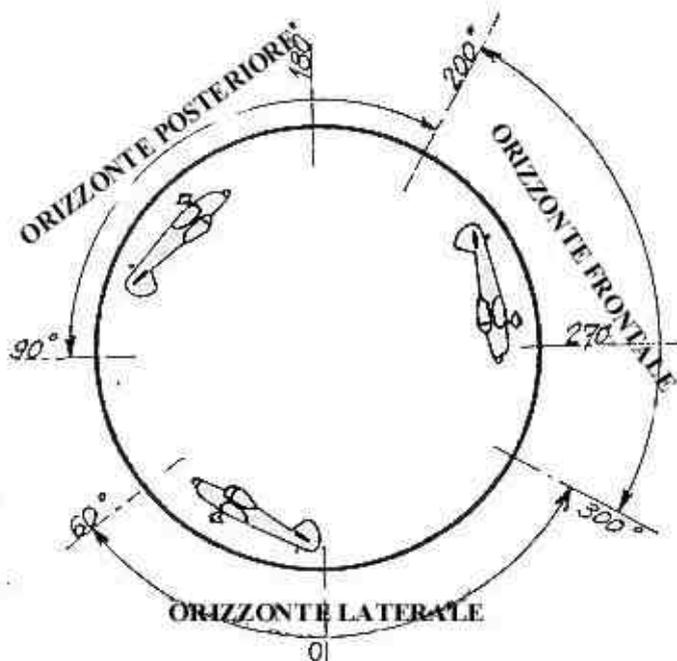


Figura pag. 62 del testo

La buona esecuzione della figura può essere assicurata solo da un controllo visivo il più possibile costante. Poichè l'orizzonte che si aveva davanti all'inizio del looping sarà nel frattempo sparito sotto l'aereo nel corso dei primi 90° della rotazione, si sarà tentati di controllare il seguito di questa rotazione attorno all'asse di beccheggio, osservando il movimento delle ali in rapporto all'orizzonte cercato ora sul lato, cioè portando lo sguardo verso le estremità alari.

Certo, un pilota di acrobazia deve avere testa ed occhi mobili; questo tuttavia non è sempre facile per un debuttante che, a mio parere, dovrà piuttosto, pur proseguendo la sua progressiva azione a cabrare sul timone di profondità e cominciando d'altra parte ad azionare con dolcezza la manetta del gas avanti, ricercare una buona soluzione del suo problema di controllo visivo dietro di sé. A condizione di mettere la testa bene all'indietro, l'orizzonte non tarderà infatti a riapparire, quando l'aereo finirà il suo primo quarto di looping e raggiungerà la posizione verticale. Da questo momento ed in rapporto a questa linea di orizzonte cui si rapportano progressivamente i riferimenti fissi dell'aereo (cappotta, piano medio delle ali), il pilota potrà controllare visivamente non solo le eventuali tendenze rollio e imbardata, ma la regolarità della traiettoria circolare che la macchina deve descrivere nello spazio.

Con la manetta del gas, giunta lentamente a fondo corsa avanti, egli potrà in particolar modo dosare l'uso del timone di profondità accedendo alla sommità del looping; evitare o limitare l'intervento della coppia giroscopica e del disasse corrispondente, che possono essere il risultato di un dosaggio maldestro, di un rinvio eccessivo o troppo brutale del timone di profondità verso l'avanti in questa fase delicata della figura; controllare questa tendenza con l'aiuto del timone di direzione, che si utilizzerà anche se il looping è a grande raggio ed ha in alto ad una bassa velocità, per compensare l'effetto del soffio elicoidale che non mancherà allora di manifestarsi con



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 63

un movimento imbardante dell'aereo, cioè con un disasse che, non appena sensibile, indurrà un rollio cioè dell'inclinazione.

Gli alettoni potranno intervenire anch'essi utilmente in questo caso, ma soltanto se il controllo dell'eventuale cadenza laterale in rapporto al piano di evoluzione non è stato abbastanza vigile e soprattutto se il pilota si accorge, ritrovando l'orizzonte dietro di sé, che ha iniziato la figura con dell'inclinazione. Sarà allora uscito dal piano di evoluzione, ma potrà almeno sforzarsi di finire la figura su un piano parallelo.

Bisogna anche dire a proposito degli alettoni che il controllo dell'inclinazione nulla all'inizio del looping, una buona condotta del timone di profondità e della manetta, accompagnati da un rigoroso controllo del piano di evoluzione per mezzo del timone di direzione, eviteranno al pilota di ricorrere a manovre attorno all'asse di rollio nell'esecuzione di un looping.

Superando la sommità della figura, avremo ancora dietro di noi l'orizzonte come riferimento visivo, ma avremo inoltre al di sotto un altro riferimento molto evidente, su cui potrà basarsi il nostro sguardo: l'asse di lavoro che materializza la base del piano di evoluzione ossia pista, bretella di rullaggio, strada, ferrovia, asse di lavoro ben materializzato, che nello studio di questa figura conferma la sua importanza in formazione ed allenamento in acrobazia.

Con il timone di profondità riportato dolcemente a cabrare per mantenere traiettoria circolare, raggiungiamo ben presto la posizione in discesa, a partire dalla quale la velocità tenderà ad aumentare molto, il che implicherà che:

1. La manetta del gas sia riportata sempre lentamente indietro, per mantenere il regime motore entro la tolleranza massima sempre in funzione del rapporto regime-pendenza e regime-velocità;
2. Parallelamente la pressione del comando del timone di profondità a cabrare sia anch'essa ridotta, in funzione inversamente proporzionale all'aumento progressivo della velocità.

Ciò non si tradurrà in pratica in una diminuzione dello stress fisico sul comando di questo timone; infatti si manterrà la traiettoria circolare in aumento di velocità soltanto resistendo alla forza centrifuga ed ai fattori di carico che ne derivano e seguono la stessa evoluzione.

Nel corso di quest'ultimo quarto di looping ritroviamo davanti il riferimento orizzonte, il che ci dà parallelamente la possibilità di utilizzare, senza muovere la testa, i riferimenti strumentali: pallina, anemometro, altimetro, per ritrovare con cadenza ed inclinazione nulla sia la quota/velocità iniziali che la velocità, richiesta per l'esecuzione di un'altra figura in successione.

Sul CAP-10, se ci si limita all'esecuzione di un looping corretto iniziato alla velocità di crociera, si dovrà ritrovare in uscita la stessa velocità oltre alla quota iniziale.

È un buon consiglio pedagogico attirare a priori l'attenzione del pilota debuttante in acrobazia sugli errori di manovra e di dosaggio che può commettere.

Uno dei più frequenti nello studio del looping consiste in un'azione troppo timida sul timone di profondità, cosicché l'aereo traccia lo schema "a pera" della figura ed arriva alla cima della sua traiettoria ad una velocità troppo bassa per poter manovrare validamente il seguito, soprattutto se il pilota ha dimenticato di dare progressivamente tutto gas, cosa del resto non infrequente.

In questa configurazione, se non si aspetta l'ultimo momento per reagire, si può ancora in genere evitare la picchiata rovescia con una rapida azione sul timone a cabrare, che riporterà l'aereo in volo normale ai grandi angoli; ma non si sarà assolutamente realizzato un looping.

Non lo si realizzerà neppure con l'atteggiamento contrario: manetta a fondo, spinta decisa e mantenuta del timone a cabrare. È ancora il primo comportamento quello meno nocivo per l'aereo e per il pilota: la prudenza raccomanda in ogni caso di studiare questa figura (anche se si sa che ben eseguita su un aereo abbastanza potente non deve causare perdita di quota) con un margine di sicurezza sufficiente a permettere al pilota di riparare senza danni ad ogni rischio di picchiata intempestiva.

Dovremo quindi fare intervenire nello studio del looping, come in quello delle figure di base seguenti che entrano nel programma di acrobazia del primo ciclo, la nozione del vento.

Abbordare un looping con il vento di fronte ne faciliterà la realizzazione ed aiuterà il pilota a descrivere nello spazio una traiettoria circolare, a maggior ragione un pilota debuttante portato a non agire troppo sul timone di



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 64

profondità a cabrare. Se il vento viene in coda, tenderà a sottolineare malvagiamente l'errore, mentre se viene di fronte ne attenuerà abbastanza la portata.

Solo il vento al traverso sarà molto fastidioso nella esecuzione di un looping, generando un disasse permanente nel corso della figura e rendendola simile ad una spirale perpendicolare al piano di evoluzione. D'altra parte si potrà, con l'aiuto dell'esperienza, imparare a correggere perfettamente l'eventuale deriva in un looping, ma a questo punto della progressione ci accontenteremo di scegliere un asse di lavoro ben orientato.

## 6.7 IL FIESELER

Lo studio del fieseler completa la trilogia delle figure fondamentali intorno a cui si costruisce l'infinito repertorio di acrobazia aerea: rorazioni attorno all'asse di rollio, di beccheggio, traiettorie verticali.

### 6.7.1 DEFINIZIONE DELLA FIGURA

Il fieseler è una figura a base di traiettorie verticali. In questo genere è la più semplice, ma non la meno pura nè la meno bella nella sua realizzazione, quando è perfetta.

In cosa consiste l'esecuzione di un fieseler? Per il pilota si tratta di:

1. Installare il suo aereo in una traiettoria verticale ascendente inscritta nel piano di evoluzione e di mantenere questa traiettoria tanto a lungo quanto il rapporto potenza-peso dell'aereo permette di sostenere il movimento ascendente;
2. Cogliere il momento opportuno per far ruotare l'aereo attorno al suo asse verticale, con il piano medio delle ali sempre perpendicolare al piano di evoluzione, il che esclude ogni manifestazione di rollio; quindi di arrestare la rotazione quando l'aereo ha descritto 180° attorno al suo asse di imbardata, cioè quando si ritrova nel piano di evoluzione, con il piano medio delle ali di nuovo perpendicolare a questo;
3. Descrivere in questa configurazione una traiettoria verticale discendente, nettamente pronunciata, prima di riprendere il volo orizzontale.

Se la definizione generale della figura è semplice, quella dei suoi criteri formali e della sua esecuzione lo sono ancor meno a causa di diversi fattori che intervengono a contrastare o complicare questa esecuzione: da una parte il vento (parleremo apposta solo del vento nell'asse), dall'altra le coppie motore e cellula dell'aereo.

### 6.7.2 CRITERI UFFICIALI

I criteri della figura si evolvono con il tempo, la moda, gli aerei. Quelli del fieseler non hanno fatto eccezione alla regola. Una storia del fieseler, che Michel Detroyat chiamava il "ventaglio di Fieseler" (cosa che sembrerebbe attribuire al celebre pilota acrobatico tedesco dell'anteguerra sia la paternità della figura che la sua voga) sarebbe forse noiosa e d'altra parte farei fatica a farla.

È probabile che questa figura abbia costituito inizialmente in combattimento aereo una manovra intesa a sfuggire al nemico, che il pilota doveva eseguire con una traiettoria ascendente il più ripida possibile che egli interrompeva con un colpo di pedaliera non appena sentiva l'aereo avvicinarsi alle velocità critiche.

Egli si allontanava poi probabilmente senza preoccuparsi particolarmente della verticalità della traiettoria discendente, nè del piano di evoluzione, poichè la sua maggiore preoccupazione doveva essere di non prendersi del piombo in qualche parte.

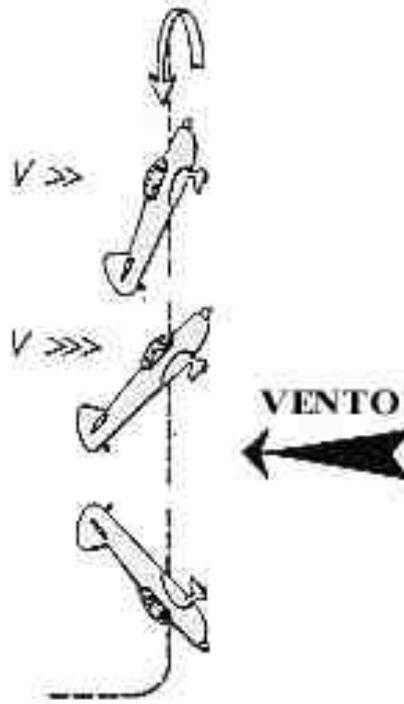
La codifica delle figure di acrobazia ha finito per far prevalere alla Commissione di Acrobazia della F.A.I. la nozione di traiettoria (qualunque sia il vento) su quella della posizione verticale dell'apparecchio.

Sono coesistite a lungo due scuole di pensiero: oggi prevale quella della correzione del vento. Questo si può capire, ma solo in certa misura. La correzione del vento si giustifica per un pilota che voglia fare competizione, preoccupato di non accumulare dei punti negativi di penalità per uscite di quadro. Ma la forza massima del vento (12 m/s) ammessa in gara è già troppo forte per permettere il pratico mantenimento del fieseler entro i limiti delle possibilità di una esecuzione corretta della figura insieme ad una completa correzione del vento, poichè in questo caso, indipendentemente dai problemi di giudizio visivo dell'esecuzione corretta della figura vista dal suolo, il pilota dovrà scartare troppo l'asse longitudinale dell'aereo dalla verticale nella traiettoria ascendente, ed inversamente nella traiettoria discendente (figura pag. 67 del testo) per poter ruotare la sua macchina correttamente intorno all'asse di imbardata alla sommità della traiettoria verticale ascendente.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 65



L'obbligo di correggere il vento per mantenere la verticalità della traiettoria falsa completamente l'effetto visivo della figura.

Diciamo quindi, per riassumere questa faccenda dei criteri ufficiali del Fieseler, che i piloti di acrobazia e da competizione ricorrono di fatto al compromesso che consiste nel correggere il vento senza tuttavia scostare troppo l'asse longitudinale dell'aereo dalla verticale, riservandosi così la possibilità di una esecuzione corretta ed anche più possibile pura della figura.

### 6.7.3 ANGOLO DI PORTANZA NULLO - ROLLIO INDOTTO

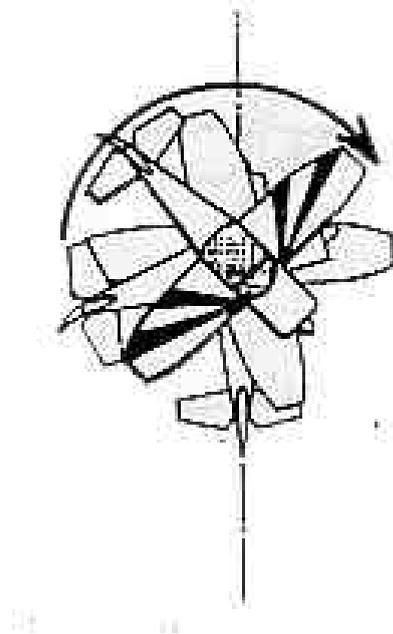
L'esecuzione corretta secondo i criteri fissati suppone, come abbiamo detto, che la rotazione dell'aereo intorno al suo asse di imbardata non porti un movimento corrispondente intorno all'asse di rollio. Tocchiamo qui il punto più delicato della manovra di un Fieseler, cioè quello che giustifica, al di fuori di ogni questione di estetica, la verticalità della traiettoria ascendente iniziale.

L'aereo può infatti ruotare intorno all'asse verticale senza che la sua velocità di traslazione su traiettoria sia vicina allo zero, perchè l'azione del timone che fa ruotare l'aereo attorno all'asse verticale (cioè in qualche modo intorno al punto costituito dal suo centro di gravità) restituirà sempre una certa velocità all'ala esterna: quella che farà il ventaglio.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 66



Rollio indotto dal fieseler, che risulta dalla presenza di residua portanza e da quella che l'ala esterna acquisisce nella rotazione.

Se le ali hanno conservato un minimo di portanza, l'aereo sarà inevitabilmente sottoposto ad un movimento di rollio mentre ruoterà, e dallo stesso lato, a causa di un effetto secondario ben conosciuto, verificato teoricamente agli inizi della scuola di pilotaggio: il rollio indotto.

Di conseguenza, affinché l'aereo non abbia rollio durante la rotazione alla sommità della sua traiettoria verticale ascendente, le ali dovranno essere ad un angolo di incidenza prossimo anch'esso allo zero. Dico appositamente "prossimo", giacché il pilota più esperto o con un occhio estremamente esercitato, facendo evoluzioni a delle velocità iniziali variabili ed in masse d'aria più o meno stabili, non avrà mai la capacità di mettere ogni volta le ali di colpo nell'angolo di portanza nullo. Invece, con l'allenamento e con un buon controllo degli effetti antagonisti, egli potrà mettere l'aereo entro valori angolari di portanza positivi o negativi (l'uno e l'altro generatori di rollio indotto) così deboli da rivelarsi trascurabili nei loro effetti (soprattutto visivi) al momento della rotazione.

## 6.7.4 LE COPPIE MOTORE

Il rollio indotto, ecco quindi l'orco cattivo che spia il pilota sulla sommità della traiettoria iniziale per fargli sbagliare il fieseler. Ma questa prima fase della figura gli avrà già posto di per sé dei problemi e non si sarà manovrata da sola.

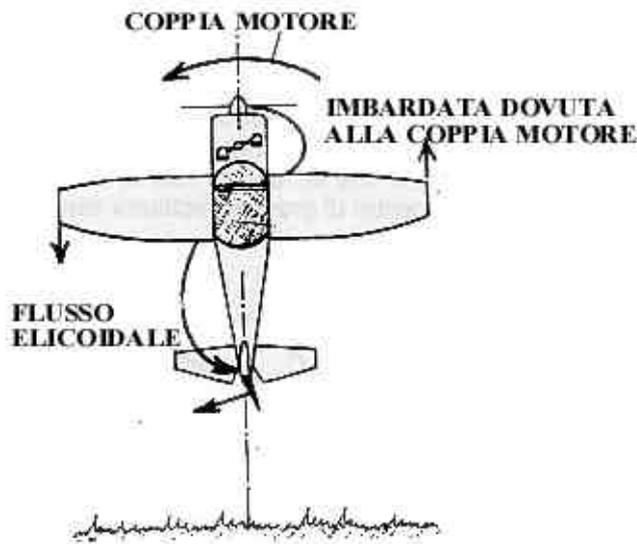
Per arrivare a mantenere il piano medio delle ali perpendicolare al piano di evoluzione lungo la traiettoria verticale ascendente, il pilota avrà dovuto combattere (vittoriosamente) altri effetti risultanti direttamente dalle coppie motore: coppia di rovesciamento, soffio elicoidale. La traiettoria verticale ascendente del fieseler offre alle coppie motore l'occasione ideale per esprimere la propria esistenza ed importanza perché, quando l'aereo si avvicina alla sommità di questa traiettoria, è a pieno motore con velocità rapidamente decrescente, tirato da un'elica che incomincia a stentare.

Il soffio elicoidale tende allora, e sempre di più, a far scartare l'aereo dal piano di evoluzione, cosa che si può evitare solo con l'uso progressivo e contro coppia del timone di direzione, cioè della pedaliera.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 67



Correzione di timone per contrastare la coppia di rovesciamento del motore.

## 6.7.5 FIESELER NELLA COPPIA O CONTRO-COPPIA?

È a questo punto della nostra spiegazione che bisogna parlare del senso di esecuzione della rotazione attorno all'asse verticale che costituisce il fieseler propriamente detto.

Lo si deve eseguire nel senso delle coppie motore? Lo si può fare contro-coppia? La breve spiegazione sul soffio elicoidale che avete letto poco fa implica da sola la risposta.

Questa sarà tuttavia condizionata dal rapporto potenza-peso dell'aereo in causa e soprattutto dall'efficacia del suo timone di direzione. Prendiamo il caso intermedio di un aereo scuola da acrobazia come il CAP-10, il cui motore è relativamente potente ed il timone di direzione di media efficacia. Per contrastare il soffio elicoidale, prima di arrivare al momento di dare il colpo di piede per il fieseler, sarà già stato necessario spingere a destra non poco il timone di direzione, poichè l'aereo, sotto l'effetto delle coppie motore, tira a sinistra. Supponendo di voler ruotare a destra, disporremo solo di un'escursione ridotta del timone per far ruotare l'aereo in un senso in cui il motore, invece che trascinare l'aereo, lo trattiene.

Da quel momento l'impresa sarà poco facile. Praticamente la si potrà condurre a buon fine sul CAP-10 soltanto eseguendo la traiettoria ascendente preliminare in obliquo, cioè falsandola, mentre effettuando il fieseler nel senso della coppia, cioè a sinistra sul CAP-10 e su tutti gli aerei provvisti di motori americani destrorsi:

1. Si sarà aiutati dalla coppia motore;
2. Si disporrà dell'escursione massima del timone di direzione.

È normale che in scuola di acrobazia si veda il fieseler contro-coppia, se non altro per sottolineare al pilota in formazione l'importanza delle coppie motore in questa manovra; in seguito ci si guarderà bene, soprattutto in gara, dal servirsene. Anche sullo Stampe, che è l'aereo ideale per i fieseler, questa figura si esegue perfettamente a destra (senso della coppia), ma molto più difficilmente a sinistra, anche se si arriva ad eseguirla con più facilità che sul CAP-10 e senza falsare la traiettoria iniziale, con una buona coordinazione pedaliera-manetta del gas in progressiva riduzione.

Per riassumere questa prima parte dello studio del fieseler:

1. Questa figura è formata da due componenti verticali: la prima ascendente, la seconda discendente, legate da una rotazione dell'aereo intorno all'asse verticale;
2. La verticalità della traiettoria iniziale condiziona l'esecuzione corretta della rotazione e la mancata apparizione del rollio indotto risultante da una portanza positiva o negativa delle ali.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 68

3. La verticalità della traiettoria ascendente presuppone il controllo e la neutralizzazione preliminare delle coppie motore: coppia di rovesciamento e soffio elicoidale.
4. Si può effettuare il fieseler a destra o a sinistra, ma è preferibile e più facile eseguirlo nel senso delle coppie motore.

In gara il fieseler, che si consiglia di eseguire con vento di fronte come il looping, costituisce sia una "figura di ritorno", cioè eseguita all'estremità del quadro, sia una figura centrale, se la si abbellisce con una mezza rotazione ascendente o discendente oppure con un quarto o un tre quarti per mettersi su una traiettoria perpendicolare al piano di evoluzione. Ci si può inoltre servire del fieseler per prendere velocità.

Con un aereo lento come lo Stampe, la cui potenza è relativamente debole, questa figura, iniziata alla velocità di crociera, quindi senza perdita di quota, permetterà di immagazzinare nella traiettoria verticale discendente la velocità essenziale richiesta ad esempio da un rovesciamento verticale.

## 6.7.6 VELOCITÀ DI ATTACCO

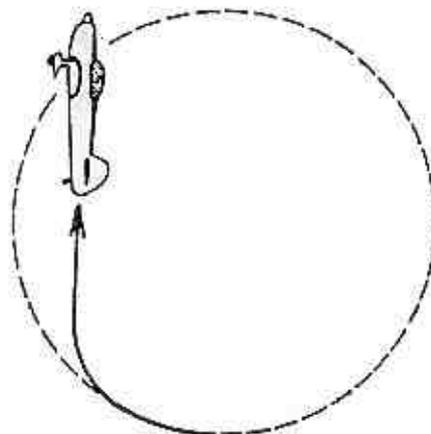
Tutto ciò per sottolineare che il criterio di velocità iniziale non è rigido nel fieseler. A partire da quella che permette di mettere l'aereo in verticale e quindi di farlo ruotare intorno al suo asse di imbardata, tutte le velocità di partenza vanno bene. Rimane tuttavia da considerare che è un bel fieseler quello costituito da una rotazione rapida ed aggraziata a conclusione di una lunga candela verticale, iniziata quindi ad una buona velocità.

Sul CAP-10 inizieremo questa figura a velocità di crociera, per ritrovare la stessa velocità di 240-250 km/h uscendo dalla traiettoria verticale discendente.

## 6.7.7 UNA PREPARAZIONE INIZIALE DIVERSA DA QUELLA DEL LOOPING

Poiché in nostro primo scopo è quello di mettere l'aereo in una traiettoria verticale il più possibile netta, non staremo a dilungarci sulla ricerca di questa verticalità. Questo significa che il fieseler non sarà condotto come un primo quarto di looping. L'inizio sarà certamente identico, a partire da un posizionamento corretto nel piano di evoluzione, cioè cadenza ed inclinazione nulli, ma dopo i primi 45° intorno all'asse di beccheggio, si tenderà alla verticale più rapidamente che per il looping per mezzo di una conseguente azione sul timone di profondità; questo per portare al più presto l'aereo su una traiettoria lineare perpendicolare al suolo. Mettere l'aereo in una traiettoria verticale (rigorosamente verticale) è più facile a dirsi che a farsi.

Abbiamo già visto tuttavia che tale posizione verticale iniziale è essenziale per la riuscita della seconda fase dell'operazione: la rotazione intorno all'asse di imbardata.



La ricerca della verticale è più rapida nel fieseler che nel looping.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 69

---

## 6.7.8 RICERCA DELL'IMPOSTAZIONE VERTICALE

Allora proviamo, liberando dapprima il pilota dall'apprensione sui rischi che questa insolita posizione può fargli correre. L'istruttore ci arriverà presto per mezzo di qualche bella candela educativa, conclusa con un volo rettilineo diritto, provando inconfutabilmente all'allievo che l'aereo non precipita quando si piazza il suo muso diritto contro il cielo... non fosse che perché il suolo è dalla parte opposta!

Ma come determinare questa verticalità, questa perpendicolarità in rapporto al suolo? Grazie ai due riferimenti fissi costituiti da un lato dall'orizzonte, dall'altro da un punto dell'aereo suscettibile di essere verificato in rapporto all'orizzonte.

All'occorrenza potrà non essere la cappotta motore (che nella salita del fieseler è nel blu del cielo o nel grigio delle nuvole), ma l'estradosso dell'ala. In altre parole, l'occhio del pilota, dapprima orientato sulla verifica dei parametri di partenza: cadenza ed inclinazione nulle, dopo i primi 45°, cioè non appena l'orizzonte sparirà di sotto, farà riferimento all'estremità dell'ala.

Dell'ala o delle ali? Cioè dovrà spaziare con lo sguardo da destra a sinistra o viceversa, o fissarsi sull'ala del lato verso cui farà ruotare l'aereo alla sommità della traiettoria?

Su questo punto non c'è una regola assoluta. Esplorare l'ala su tutta la sua lunghezza porta a disperdere l'attenzione, ma permette di verificare se l'aereo è proprio diritto; fissare soltanto l'estremità dell'ala lo permette, secondo me, nel caso in cui il criterio visivo sia formato così fin dall'inizio. Ci si orienta molto rapidamente in questo modo, se l'estremità dell'ala così fissata (la sinistra sul CAP-10) sale sull'orizzonte (cosa che implica che l'aereo disassi a destra) o o inversamente (con disasse a sinistra). Un riferimento ben sorvegliato, perpendicolare al bordo d'uscita dell'ala, permette di verificare bene se la traiettoria ascendente si colloca o meno nel piano di evoluzione.

Abbiamo detto cadenza ed inclinazione nulle, prima che la manovra abbia inizio. Il CAP-10 pone a questo proposito un piccolo problema: la timoneria relativa al cabra-picchia colloca la barra non in quello che si potrebbe definire l'asse del pilota, ma leggermente a destra nel posto di sinistra e leggermente a sinistra nel posto di destra. Il pilota seduto a sinistra, tirando a sé la barra ha quindi la tendenza a dare inclinazione a sinistra, tendenza da contrastare con un rigoroso controllo visivo dell'asse di trazione che esclude, nell'acrobazia di base, ogni azione brutale. Se l'aereo passa i 45° sull'orizzonte ben controllato, con cadenza ed inclinazione nulle, avrà buone probabilità di rimanere nel piano di evoluzione fino alla verticale, anche se il pilota, a partire da quel momento, accentua la pressione sul timone di profondità.

Sarà essenzialmente la posizione dell'ala a determinarla, posizione che varierà più o meno a seconda delle caratteristiche dell'aereo, in funzione della corda del profilo, ma che sarà sensibilmente perpendicolare all'orizzonte.

## 6.7.9 CONTROLLO DELLA POSIZIONE VERTICALE

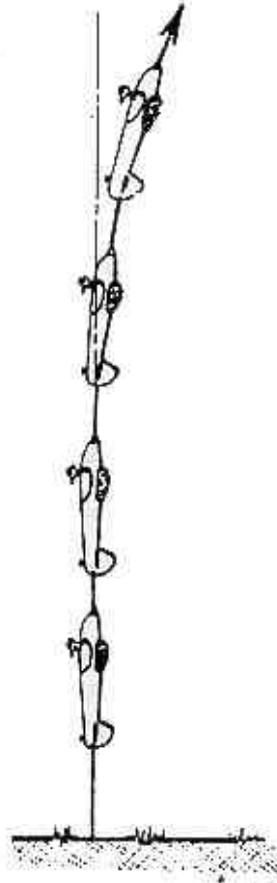
Verificata la verticale con un controllo visivo, rimane da collocare l'aereo in questa traiettoria, il che implica che la progressiva azione cabrante sia arrestata di netto alla verticale ed anche che una tendenza della barra in avanti, destinata a compensare l'inerzia della macchina, si sostituisca alla vigorosa ma progressiva trazione.

Bisogna dire che la velocità dell'aereo all'inizio di questa posizione verticale diminuirà progressivamente nel corso di questa traiettoria più o meno lunga in funzione della velocità iniziale, e questo implicherà un dosaggio accurato del timone di profondità. In altre parole, tenuto conto della tendenza naturale a cabrare dell'aereo a pieno gas, e questo sarà appunto il caso dall'inizio della verticale, nonché della minima resistenza che esso offre a bassa velocità in posizione verticale con vento frontale (quando il fieseler è eseguito contro vento), l'aereo tenderà da solo a passare in rovescio alla sommità della traiettoria, nello stesso momento in cui il soffio elicoidale e la coppia di reazione cominceranno da parte loro a manifestarsi con disasse e rollio.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 70



Se ben contrastato lungo la verticale, l'aereo resta stabile sulla traiettoria.  
Verso la sommità, se non contrastato, tenderà a cadere sul dorso.

L'importanza di questi effetti secondari varia secondo le caratteristiche degli aerei e questo spiega come il fieseler si affronti in maniera diversa a seconda della macchina. L'esecuzione è ad esempio molto diversa su di un Pitts S1 e su uno Stampe. Lo SV-4 è un aereo relativamente grande e sviluppa una potenza abbastanza debole, il monoposto americano è invece un aereo di piccola apertura ed è abbastanza potente. A pieno gas le sue coppie motore si fanno sempre più difficili da controllare alla sommità di una traiettoria verticale. Si impone l'uso di tutti i comandi (alettoni compresi), per mantenere questa traiettoria ed il motore dovrà essere ridotto perchè il fieseler riesca bene.

Su un aereo scuola, in particolare sul CAP-10, non ci sarà questo problema. Si resterà a pieno motore e non si avrà alcun bisogno di ricorrere agli alettoni per mantenere l'inclinazione nulla durante la rotazione, a condizione che la verticalità sia rigorosamente mantenuta per mezzo di un controllo visivo della posizione dell'ala in rapporto all'orizzonte. Toccherà all'istruttore sottolineare dovutamente questa necessità per mezzo di esercizi preliminari e ripetuti di posizionamenti verticali. Quando la cadenza della giusta ricerca della posizione verticale ed il controllo di quest'ultima saranno sufficientemente capiti e quindi eseguiti, si passerà alla seconda fase della figura: la rotazione.

## 6.7.10 IL "MOMENTO MAGICO"...

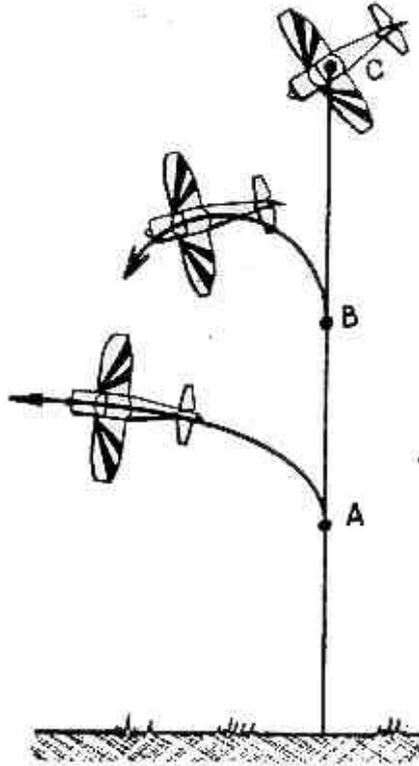
Si pone subito una prima domanda: quando si dovrà "comandare" la rotazione? La rotazione deve avvenire quando il gruppo moto-propulsore arriva alla fine delle sue possibilità di trazione verticale; quando il movimento



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 71

ascendente dell'aereo sta per interrompersi, quando nello stesso tempo il pilota giunge ai limiti delle proprie possibilità di controllo della traiettoria verticale, cioè di controllare gli effetti secondari coi timoni.



A - Troppo presto: si ottiene una virata a coltello.  
B - Sempre troppo presto: il fieseler è "volato".  
C - Fieseler corretto.

Anticipare questo momento significa eseguire un ventaglio, una specie di virata a coltello che implica gli effetti secondari creati dall'attacco obliquo, esecuzione che non corrisponde ai criteri della figura. Si può a rigore considerare questa forma di esecuzione come un esempio educativo al fieseler, ma non come un vero e proprio fieseler, del tutto diverso nella sua realizzazione.

Tanto vale perciò fare a meno di questo "educativo" che in fin dei conto educativo non è. D'altra parte, che cosa si rischia a superare il preciso istante in cui il fieseler può essere eseguito nelle migliori condizioni? Esso potrà in ogni modo essere affrontato abbastanza validamente sia un po' prima che un po' dopo quel preciso momento.

Lo spaventoso "ruzzolone" che vi appesantirà dapprima e vi farà ritrovare poi, con il cuore in gola, centinaia di metri più in basso alla fine di una vertiginosa caduta incontrollabile, è soltanto il frutto di un'immaginazione apocalittica. Anche a questo punto non sarà male che l'istruttore liberi il pilota da questa eventuale apprensione, lasciando che l'aereo faccia da solo l'abbattuta, generalmente piuttosto tranquilla (che sul CAP-10, mantenuto fino in cima a pieno gas, equivale ad una specie di fieseler a sinistra che l'aereo esegue da sé alla men peggio sotto l'effetto delle coppie motore).

Una volta liberato dalla paura della "caduta" (si suppone che la provi) il pilota sarà completamente disponibile per intercettare il momento ideale della rotazione. Poiché questo momento corrisponde sensibilmente alla



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 72

---

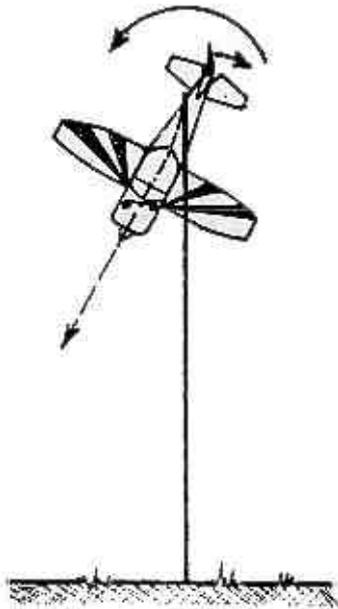
velocità di stallo, alcuni saranno tentati di determinarlo per mezzo dell'anemometro, a condizione, è chiaro, che lo strumento sia preciso (70 km/h circa sul CAP-10).

È un metodo insegnato normalmente, ma non è il mio. Da quando faccio dei feseler e li insegno, non ne ho eseguito uno solo per mezzo dell'anemometro, su nessun aereo. Questo perchè mi sembra difficile sorvegliare al tempo stesso ala ed anemometro. Io preferisco non perdere di vista la mia estremità d'ala e trovo che il movimento di questa, o piuttosto l'immobilità apparente che la caratterizza nel momento ideale per la rotazione, insieme alla sensazione simultanea che l'aereo tenda a disobbedire alle sollecitazioni dei comandi che lo mantengono nel piano di evoluzione, insieme a quella fisica (che viene con l'allenamento) che la macchina abbozza come un indietro, determinano in modo molto preciso il momento di "dare piede". Inoltre sappiamo che l'anemometro soffre di isteresi, per cui le sue indicazioni sono sempre in ritardo rispetto alla realtà: in altre parole se scegliete di dare piede quando ve lo dice l'anemometro sarete sempre inesorabilmente in ritardo sul "momento magico".

Sono anche guarito dal metodo della decisione visiva e sensitiva dei piloti che, ossessionati dalla vigilanza assidua dell'anemometro, disassavano regolarmente la sommità della traiettoria verticale. Considerando che i piloti di acrobazia, formati alle mie teorie o dalle mani di istruttori formati allo stesso modo, non fanno dei feseler peggiori di quelli degli altri, debbo dedurre che il metodo di controllo visivo limitato all'ala vale quello del controllo diviso tra ala e anemometro. E poichè esso si adegua al vecchio principio del pilotaggio: "il massimo di evoluzione con il minimo di movimento", io lo preferisco.

## 6.7.11 ...E IL MODO DI "DARE PIEDE"

Siccome la velocità lineare di traslazione si avvicinerà allora a grandi passi allo zero, è il caso o mai più di applicare quest'ultima regola di base: "a basse velocità grandi escursioni dei comandi". Daremo quindi piena escursione al timone di direzione dalla parte scelta per la rotazione, facendolo senza brutalità ma anche senza debolezza. Sul CAP-10 come sullo Stampe lo faremo a pieno gas lungo tutta la manovra.



Prematuro intervento del timone in discesa: traiettoria obliqua.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 73

Esiste anche il metodo che consiste nel ridurre a fondo e poi nel ridare ancora gas per favorire la rotazione del muso dell'aereo dopo che ha disassato di circa 45° in rapporto alla verticale. Non lo raccomando su questi due aerei che ruotano altrettanto bene senza nessuna riduzione del motore. Anche qui, economia di movimenti ed economia ancora, se l'angolo di portanza quasi nullo, mantenuto sino alla cima, evita sul CAP-10 come sullo Stampe di ricorrere agli alettoni per controllare un eventuale rollio parassita. Finchè si avrà bisogno degli alettoni nella rotazione, almeno su questi due apparecchi, vorrà dire che non si è ancora giunti a prendere e poi a mantenere l'angolo di portanza nullo. Si avrà invece bisogno di agire sul timone di profondità, poichè una coppia, di cui non abbiamo ancora parlato, interviene nella rotazione: si tratta della coppia giroscopica, funzione delle caratteristiche dell'elica. La coppia giroscopica darà una tendenza a spingere sulla barra oppure a tirare in relazione al senso della rotazione. Sul CAP-10 essa porterà, nel fieseler contro-coppia, ad una tendenza della barra avanti.

Supponiamo di avere eseguito bene la rotazione. Bisogna ora fermarla nel piano di evoluzione, cioè su una traiettoria verticale discendente. La tendenza naturale dell'allievo è quella di anticipare questo arresto con un'azione preparatoria della pedaliera in senso contrario alla rotazione stessa. Brutta manovra, che avrà generalmente l'effetto di fermare l'aereo in una traiettoria discendente non verticale ma obliqua.

## 6.7.12 TRAIETTORIA VERTICALE DISCENDENTE

È fatta! direte. Affatto, non ancora, giacchè ci rimane da eseguire la terza fase della manovra, cioè la traiettoria verticale discendente. Nella posizione in cui abbiamo messo l'aereo, l'ago dell'anemometro non tarderà a precipitare verso numeri molto alti e se non stiamo attenti, riprendendo portanza tanto rapidamente, l'aereo abbozzerà da solo una traiettoria positiva curva verso il volo orizzontale. Anche qui l'errore corrente dei novellini consiste nel lasciar fare all'aereo, mentre un controllo rigoroso del timone di profondità insieme ad una progressiva riduzione del gas mantiene la verticalità senza un'eccessiva corsa dell'anemometro, fino all'avvicinarsi della velocità di uscita; una richiamata decisa e netta ci riporterà allora al volo rettilineo orizzontale.

## 6.7.13 SCALTRI TRUCCHI NEL FIESELER CONTRO-COPPIA

Non abbiamo che brevemente evocato il fieseler eseguito contro-coppia. Conviene forse ritornarci, da un lato per soddisfare i curiosi (o dobbiamo dire viziosi?), dall'altro per il fatto che in un fieseler contro-coppia male eseguito il rischio di un'abbattuta in "campana" è molto più alto.

Questa caduta sarà quasi inevitabile se il pilota esegue il fieseler contro-coppia esattamente come l'altro, e quindi se aspetta l'apparente immobilità della sua ala sull'orizzonte e tutte le sensazioni legate per "dare piede". Infatti egli sarà allora quasi ai limiti dell'esecuzione del timone di direzione a destra, e quello che gli rimarrà per spingere il pedale, sempre a destra (sul CAP-10), al più potrà solo equilibrare le coppie motore che trascineranno l'aereo a sinistra. L'aereo resterà così verticale finchè scenderà di coda, cioè in campana involontaria.

Se invece, per conservare dell'escursione, egli dà di piede avendo ancora una certa velocità di traslazione lineare residua, realizzerà tutt'al più una virata a coltello. Soluzione intermedia: aspettare di più, ma meno che nel fieseler senza coppia, per dare piede e riservarsi un po' di escursione verso destra, riducendo opportunamente il gas e dosando questa riduzione nel corso della rotazione, il che esige un uso fine della manetta, almeno volendo salvare l'estetica della figura.

Bisogna segnalare che la rotazione contro-coppia imporrà una leggera pressione della barra indietro per combattere l'effetto giroscopico dell'elica. Abbiamo anche detto che una lieve presa iniziale di attacco obliquo nella traiettoria verticale precedente la rotazione favoriva il fieseler contro-coppia, permettendo di conservare un margine di escursione rassicurante al pedale di destra.

Nel campo dell'acrobazia aerea, in nessun'altra manovra come nel fieseler contro-coppia si deve ricorrere a dei piccoli trucchi. Ci si sforzi almeno, sempre per motivi di estetica, di usarne in misura limitata. Ma questo non toglie che anche il pilota più esperto esegua dei fieseler meglio a sinistra che a destra sul CAP-10.

Per riassumere:



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 74

1. Durante il corso di istruzione, velocità di attacco e di uscita di figura nel fieseler = velocità di crociera sul CAP-10, mentre sullo Stampe o sullo ZLIN si daranno 180-200 km/h per "lavorare" il fieseler. Ricordo ancora che al di fuori del corso di formazione, il fieseler può essere iniziato a delle velocità molto variabili, compresa quella di crociera sullo Stampe o sullo ZLIN, mentre la velocità di uscita può essere anch'essa determinata dal pilota in maniera molto variabile, a seconda dell'evoluzione con cui egli concatenerà il seguito della sua esibizione.
2. Ricerca della posizione verticale più rapida nel fieseler che nel looping.
3. Posizione verticale e mantenimento della verticalità attraverso un controllo visivo della perpendicolarità dei riferimenti ala-orizzonte.
4. Il momento in cui "dare piede" è quello in cui l'aereo si alleggerisce e sembra immobilizzarsi nello spazio.

## 6.8 IL MEZZO OTTO CUBANO E LE SUE VARIANTI

Con l'imperiale e le sue varianti, l'otto cubano e il rovesciamento, accediamo alle figure composte; infatti sono figure formate da una frazione di looping e da un semi-tonneau.

Si tratta ancora di una manovra di origine bellica: la parola "ristabilimento" (traduzione letterale dal francese) deriva logicamente dall'evoluzione eseguita sia per ritrovarsi in posizione di attacco alle spalle del nemico che si è appena incrociato, sia per "troncare" il corso di un'azione.

Come ho già ricordato, l'imperiale è anche chiamata "Immelman" dal nome del pilota tedesco che creò per primo questa evoluzione.

### 6.8.1 DALL'IMPERIALE "NORMALE" A QUELLA IN PICCHIATA, E DA UN AEREO AD UN ALTRO

È forse bene ricordare a questo punto che l'imperiale è costituito da un mezzo looping e da un tonneau concatenati, mentre il mezzo otto cubano da cinque ottavi di looping e da un tonneau concatenati questo per evitare facili confusioni all'inizio.

In acrobazia da competizione oggi, l'Immelman rientra nella categoria delle figure di ritorno: è utilizzato variamente a seconda dell'angolo in rapporto al suolo sotto cui è eseguito il semi-tonneau o Immelman propriamente detto.

Esistono infatti molte varianti dell'Immelman, debitamente codificate nei loro criteri di esecuzione. All'inizio, l'Immelman doveva essere quello che si chiama "normale" o "diritto", cioè costituito da un mezzo looping e da un semi-tonneau concatenati con l'aereo in volo rettilineo orizzontale all'uscita da questa semi-rotazione. Le varianti di questa figura potevano costituire anch'esse delle manovre di combattimento o significare anche che si trattava di varianti "non normali", quindi di figure più o meno mancate nella loro esecuzione. Lo stesso si può dire del mezzo otto cubano, che può risultare dall'uscita da un mezzo looping attraverso una rotazione mal condotta o a troppo bassa velocità, al termine della quale il pilota è nell'impossibilità di mantenersi in volo rettilineo.

D'altra parte è significativo che nel catalogo Aresti l'Immelman normale sia contraddistinto dal coefficiente di difficoltà 17, contro il 16 per quello in picchiata (mezzo otto cubano), scala di valori che non corrisponde per niente, secondo me, alla difficoltà pratica di esecuzione di queste due varianti se si considerano gli attuali aerei da acrobazia.

Infatti, se il concatenamento mezzo looping/mezzo tonneau costituiva una manovra per riprendere quota, questa era molto delicata da eseguire con un aereo in cui il rapporto peso-potenza non era molto favorevole (come lo Stampe), con una velocità di attacco appena inferiore al dovuto; questa difficoltà è invece molto attenuata su un apparecchio ben più motorizzato come il CAP-10, che è anche molto più efficace di alettoni.

Invece il pilota debuttante si sentirà a suo agio più sullo Stampe nella manovra del mezzo otto cubano, che egli inizierà a bassa velocità ed eseguirà con l'aiuto di una buona resistenza, che sul CAP-10 sul quale, se mal condotto, terminerà ad una velocità critica e con una perdita di quota rilevante e pericolosa.

Si può quindi vedere che le difficoltà di esecuzione di questa figura possono invertirsi in funzione delle caratteristiche degli aerei.



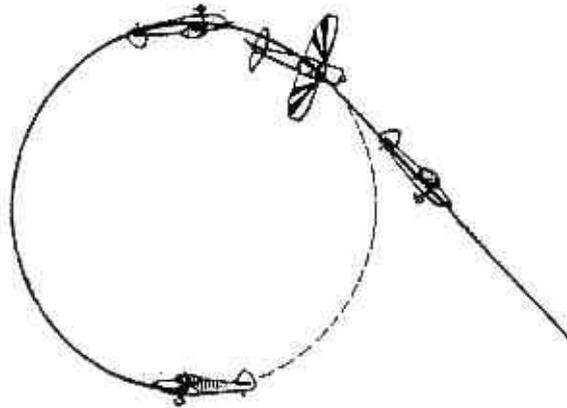
# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 75

## 6.8.2 IL MEZZO OTTO CUBANO A PARTIRE DALLA FRAZIONE DI LOOPING

Ciò detto, passiamo rapidamente in rassegna i diversi tipi di Immelmann.

Le varianti, oltre a quello detto normale o diritto, sono le diverse specie di Immelmann in picchiata (mezzo otto cubano). Di solito agli inizi del mio corso d'istruzione acrobatica ho praticato quello che vedevo fare agli altri, che consisteva nell'iniziare il semi-tonneau appena conclusa la frazione di looping, raggiungendo la traiettoria a picchiare a 45° solo all'uscita da questa semi-rotazione, che da quel momento non poteva che essere "a botte" e più o meno scivolata.



Mezzo otto cubano eseguito con rollio alla sommità del mezzo looping.

L'aereo inizia un semi-tonneau a bassa velocità alla sommità del looping e termina in una traiettoria a 45° con una semi-rotazione "a botte" e scivolata.

Questa esecuzione abbastanza piacevole e bella, facile per di più, poteva costituire anch'essa una manovra astuta in combattimento poichè, se l'Immelmann normale permette di riprendere quota per portarsi alle spalle del nemico, fa però perdere velocità mentre un mezzo otto cubano eseguito come sopra descritto permette di acquistarne e di ritrovarsi in una buona posizione di attacco ed in minor tempo.

## 6.8.3 ALTRE VARIANTI

Il catalogo Aresti, non avendo nulla a che vedere con le tecniche di combattimento aereo, si limita alle definizioni delle figure che presentano una geometria rigorosa

Tratta quindi di due soli tipi di Immelmann:

1. Quello in cui la semi-rotazione è eseguita su una traiettoria in discesa a 45°;
2. Il quarto di quadrifoglio, che può costituire una figura centrale.

Esistono anche altre varianti di queste due definizioni, come gli Immelmann a picchiare rovesci, oppure cominciati negativi con uscita in positivo, o viceversa, o con rotazione a tempi o con frullino positivo o negativo.

Qui stiamo tuttavia studiando le figure di base e questa enumerazione non ha altro scopo se non quello di sottolineare che in acrobazia aerea non si è mai alla fine delle scoperte e del lavoro.

Per quanto ci riguarda al momento, ci atterremo agli Immelmann classici ed incominceremo con il mezzo otto cubano a 45°.

Altri istruttori preferiscono cominciare con l'Immelmann normale o diritto, e questo può essere altrettanto valido: io ho notato da molto tempo, procedendo regolarmente a piccoli esperimenti di varianti pedagogiche, che le maggiori difficoltà di esecuzione erano nel mezzo otto cubano e che se un pilota aveva incominciato da questo non provava affatto difficoltà a fare molto presto degli Immelmann diritti o normali quasi corretti, probabilmente in virtù del principio : "chi può di più può di meno".



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 76

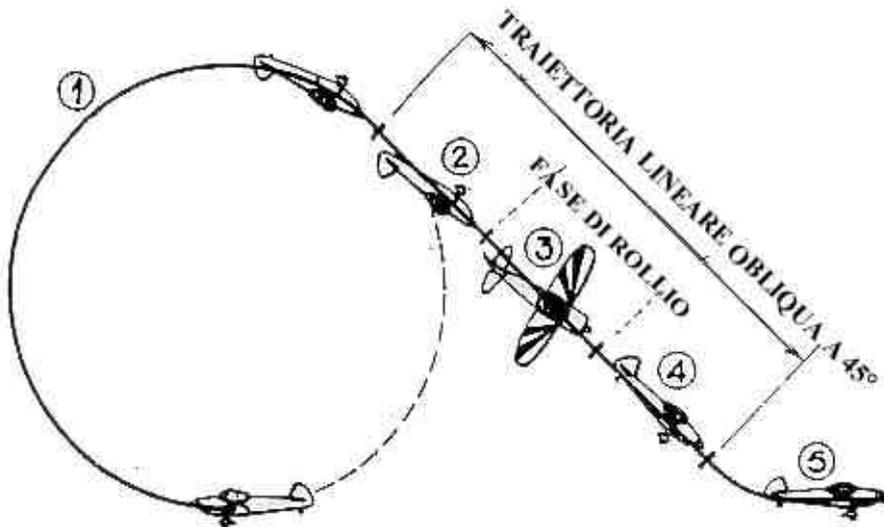
Benchè le difficoltà di esecuzione siano di natura diversa nell'Immelman normale e nel mezzo otto cubano e giustifichino uno studio distinto, particolare di queste due figure, preferisco incominciare con l'analisi della seconda.

## 6.8.4 LE CINQUE FASI DEL MEZZO OTTO CUBANO

Il mezzo otto cubano a  $45^\circ$ , secondo i criteri da gara, comporta cinque fasi.

È costituito prima di tutto da cinque ottavi di looping. Perché cinque ottavi? Perché è esattamente la parte di looping che ci porta nel punto tangente al looping stesso di una retta che forma un angolo di  $45^\circ$  con il suolo.

Si tratta poi, in una seconda fase, di intercettare in qualche modo questa retta e di mettere l'aereo in una posizione rovescia sul piano di discesa a  $45^\circ$  che essa materializza.



Fasi di esecuzione del mezzo otto cubano.

Terza fase: una semi-rotazione intorno all'asse di rollio, che ci riporta in volo diritto sullo stesso piano di discesa di  $45^\circ$ .

Quarta fase: marcamento della traiettoria di  $45^\circ$  in volo diritto.

Quinta fase: ritorno al volo rettilineo.

I criteri fissati dalla commissione internazionale di acrobazia della f.a.i. per l'esecuzione di questa figura in gara comportano che le tre fasi:

1. Marcamento della traiettoria rovescia sotto  $45^\circ$ ;
2. Ritorno al volo diritto per mezzo di un semi-tonneau;
3. Marcamento della traiettoria in volo diritto a  $45^\circ$ ;

siano della stessa lunghezza, in modo per quanto è possibile evidente, cioè esse devono essere eseguite e segnate in maniera molto distinta e netta.

L'insieme della figura si iscrive naturalmente nel piano di evoluzione: quest'ultimo criterio non sarà certo il più facile da rispettare, lo vedremo più avanti.

## 6.8.5 UNA PARTE DI LOOPING CLASSICO

La prima parte del mezzo otto cubano non pone nessun nuovo problema tecnico al pilota in corso di formazione acrobatica, sa ha seguito una progressione classica, poichè non gli si chiede altro che eseguire un looping fino al punto di tangenza della traiettoria a  $45^\circ$ . Egli non ha nessun motivo di condurre questi cinque ottavi



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 77

---

diversamente da come farebbe se dovesse realizzare un looping completo, dal punto di vista della velocità iniziale come da quello del raggio e della cadenza della rotazione attorno all'asse trasversale.

## 6.8.6 I PROBLEMI SI PONGONO NELLA TRAIETTORIA DISCENDENTE

I problemi nuovi si porranno nelle fasi seguenti. Riprendiamo proprio l'esempio del CAP-10: se il looping è iniziato a 250km/h sul cap, l'aereo passerà sulla sommità a 100/110km/h e prenderà poi 130km/h quando raggiungerà il punto di tangenza della traiettoria a 45°, cioè quando avrà realizzato i cinque ottavi di looping. Su questa traiettoria discendente a 45°, tra il momento in cui egli vi si posizionerà in volo rovescio e quello in cui ne uscirà in volo diritto, la sua velocità passerà rapidamente (se la figura è eseguita correttamente, secondo i criteri) da 130 a 250 km/h. È chiaro che questa importante e progressiva variazione di velocità ci porrà dei problemi di dosaggio dei comandi.

Finora abbiamo eseguito dei tonneaux e dei semi-tonneaux solo in volo rettilineo, cioè secondo dei parametri di velocità certo un po' varianti nel corso della rotazione, in funzione delle variazioni di pendenza e dell'attacco obliquo implicati da questa manovra, ma identiche all'inizio ed alla fine della figura: perchè aumenta la velocità nella rotazione su una traiettoria discendente di 45°? Da un lato perchè la componente del peso dell'aereo si inscriverà in parte su questa traiettoria, dall'altro perchè il motore e l'elica porteranno anch'essi l'aereo ad acquistare velocità su di essa. prima conseguenza di questa aumento progressivo della velocità: l'angolo di incidenza negativa non dovrà essere mantenuto così grande come in un tonneau in volo rettilineo in tutta la fase negativa della rotazione, e dovremo ritrovarci ai piccoli angoli positivi all'uscita dal semi-tonneau, poichè la nostra velocità si avvicinerà allora a quella di crociera rapida del CAP-10, e potrà essere superata anche in un altro esempio, quello dello Stampe (velocità di crociera 140 km/h, velocità di uscita dal mezzo otto cubano: 180 km/h).

## 6.8.7 DOVE SI RITROVA LA VECCHIA REGOLA DI BASE...

Durante tutta l'esecuzione di questa traiettoria discendente a 45° e durante tutta l'esecuzione del semi-tonneau di ritorno al volo diritto, che ne costituirà la fase centrale, dovremo quindi fare valere sottilmente la vecchia regola di base, già più volte enunciata: a basse velocità grandi escursioni, a grandi velocità piccole escursioni. Questo gioco sottile dell'incidenza di volo nella preparazione, esecuzione, uscita dalla rotazione rollio sopra e intorno alla traiettoria discendente a 45°, sarà ancora più complicato dal fatto che lo sforzo fisico esercitato dal pilota sui comandi, in particolare sul timone di profondità, non sarà proporzionale alle variazioni dell'angolo d'incidenza dell'aereo nel corso della manovra poichè la velocità aumenterà progressivamente durante questa e lo sforzo fisico necessario per portare l'aereo ai piccoli angoli positivi all'uscita dal semi-tonneau sarà superiore a quello che esigevo all'inizio il mantenerlo ad un più grande angolo d'incidenza negativo.

I problemi di esecuzione della seconda parte del mezzo otto cubano non sono dunque tanto semplici e soprattutto non si creda che mi diverta a complicarli: certo che si può sempre sbrigarsela bene o male, uscire più o meno a 45°, più o meno sull'asse e ad una maggiore o minore velocità, ma il mio proposito non è quello di incoraggiare ad accontentarsi in acrobazia del "più o meno", che è una regola del tutto contraria allo spirito con cui si deve avviare a questa disciplina se si vuole poterla praticare validamente.

Ecco perchè bisogna, secondo me, sapersi dilungare nell'analisi e nel dettaglio. Se lo faccio in certi casi è perchè, da quando insegno acrobazia, ho visto molti piloti anche dotati di buona disposizione a questo tipo di volo e preoccupati di fare un buon lavoro, incontrare per molto tempo difficoltà nel mezzo otto cubano e nelle sue difficoltà di esecuzione: ecco perchè queste spiegazioni mi sono sembrate necessarie per una buona comprensione dei problemi sollevati da questa figura e per il chiarimento tecnico di quanto seguirà.

Per riassumere la definizione tecnica del mezzo otto cubano a 45° sottolineiamo che:

- Le tre fasi:
  - Traiettoria rovescia discendente a 45°;
  - Mezzo tonneau;
  - Traiettoria in volo diritto discendente a 45°devono essere nettamente marcate.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 78

- Il problema più arduo in questa figura consiste nel semi-tonneau di uscita in rovescio, condotto sulla stessa traiettoria in discesa, cioè ad una velocità crescente, ad un angolo d'incidenza variabile ed attraverso sforzi fisici anch'essi crescenti.

Dopo avere definito i criteri e visto i problemi del mezzo otto cubano a 45°, passiamo all'esecuzione propriamente detta di questa figura che, posta normalmente in estremità di quadro, potrà essere condotta abbastanza facilmente contro vento o con vento in coda. se bene eseguita non porterà d'altra parte ad una sensibile perdita di quota.

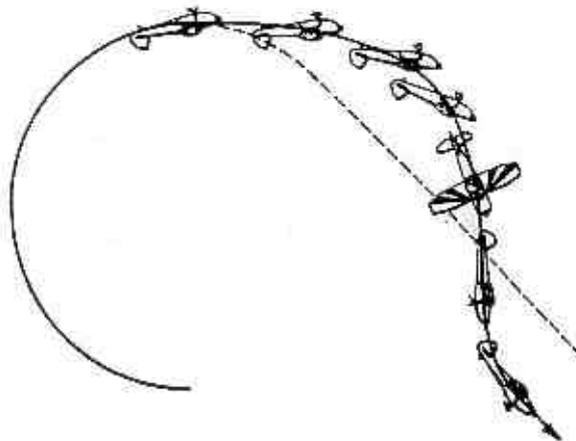
## 6.8.8 ERRORI DA EVITARE NELLA FRAZIONE DI LOOPING

Abbiamo già visto come la prima parte del mezzo otto cubano non ponga particolari problemi, poichè si tratta solo di effettuare cinque ottavi di looping, iniziato alla velocità normale di esecuzione di questa figura.

In realtà i problemi si pongono quando il pilota, secondo una tendenza abbastanza diffusa all'inizio della studio di questa figura, per la paura inconfessata di quello che dovrà fare dopo aver descritto la frazione di traiettoria circolare verticale, conduce malamente questa prima fase della figura, come se volesse sbarazzarsene come da una formalità accessoria per andare direttamente al mezzo otto cubano propriamente detto, oppure esitando in qualche modo nella sua fase preparatoria, come un cavallo che non si affretta nell'abbordare decisamente l'ostacolo: nel primo caso la conseguenza solita è una frazione di looping eseguita troppo rapidamente, senza dosaggio corretto. Conseguenza: una semi-rotazione in rollio generalmente destinata a finire in modo catastrofico come figura; poi un'uscita di figura a velocità eccessiva e con perdita di quota non meno eccessiva ed anche pericolosa.

Il secondo caso è il più ricorrente: preoccupato di non sbagliare la sua esecuzione, il pilota tende inconsciamente a rallentare l'azione sul timone di profondità nella fase alla sommità della frazione di looping, cioè nel momento in cui la forza centrifuga cede il posto alla forza centripeta. La conseguenza estrema di questa tendenza è quella di mettere l'aereo in configurazione di volo negativo ad una velocità molto bassa: l'apparecchio ha fin da quel momento la tendenza a sprofondare ai grandi angoli in rovescio nella traiettoria discendente predisposta piuttosto che intercettarla.

In questa situazione il pilota e l'aereo non sono in grado di stabilizzarsi su questa traiettoria a 45° che non fanno altro che attraversare; la semi-rotazione iniziata a bassa velocità si effettua anch'essa in caduta e la figura termina con un accentuato volo picchiato.



Errore comune nell'esecuzione del mezzo otto cubano: il pilota continua a restituire l'equilibratore alla sommità del looping.

Timore o preoccupazione di fare troppo bene, in questo caso, generano risultati opposti allo scopo voluto: anche se il rallentamento della cadenza di condotta della frazione di looping sulla sommità di questo è minima,



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 79

le conseguenza sono ugualmente penalizzanti per il pilota, provocando generalmente un soffio elicoidale rilevante e mal controllato, da cui posizionamento in attacco obliquo sulla traiettoria discendente, che non semplificherà l'esecuzione del semi-tonneau rispettando il piano di evoluzione, oltre ad un'esecuzione sgraziata ed "a botte" di questo perchè l'aereo, più o meno neutralizzato ad un angolo di attacco negativo troppo rilevante ed a bassa velocità, tende a cadere nella sua evoluzione in rollio, uscendo in una traiettoria discendente nettamente superiore a 45°.

Il pilota, ossessionato dall'idea d'intercettare la traiettoria rettilinea discendente, è portato a trascurare il fatto che il looping normale comporta certo una diminuzione dell'azione sul timone di profondità nella parte più alta, ma anche una ripresa abbastanza decisa in questa azione, non appena è superata questa fase alla sommità. Quando avrà veramente analizzato che un looping completo e cinque ottavi di looping si conducono esattamente allo stesso modo, con lo stesso dosaggio di comandi, e lo eseguirà quindi conseguentemente, con un'azione uguale, egli avrà migliorato molto più di quanto non pensi nella padronanza di questa figura.

## 6.8.9 MATERIALIZZAZIONE DELLA POSIZIONE ROVESCIA A 45°

Vediamo adesso come intercettare questa traiettoria rettilinea discendente su cui proseguirà l'esecuzione della figura. c'è un aereo molto adatto ad intercettare la posizione sulla traiettoria rettilinea a salire o a scendere: è lo Stampe, le cui doppie ali munite di tiranti incrociati comportano anche dei montanti la cui verticalità determina in maniera sensibile queste posizioni

Sui monoplani, a maggior ragione su monoplani piuttosto piccoli come il CAP-10, queste sono molto meno evidenti; per cui chi vola ha spesso fatto ricorso a nastri adesivi colorati che s'incollano sul tettino trasparente, la cui verticalità rispetto all'orizzonte, quando l'aereo è in posizione rovescia o diritta, indica che l'angolo giusto è pressapoco raggiunto. D'altra parte tocca all'istruttore fare visualizzare e verificare la posizione giusta che, ancora una volta, non è così evidente su certi aerei.

## 6.8.10 INTERCETTAZIONE DELLA TRAIETTORIA RETTILINEA CORRISPONDENTE

Una volta messo l'aereo sulla traiettoria a 45° in discesa, con l'aiuto di un controllo visivo adeguato, incominceremo a precisarla e vi stabilizzeremo l'aereo. La fase del looping in cui inizieremo questa seconda parte della figura si svolge a bassa velocità.

L'intercettazione della traiettoria a 45° e poi la stabilizzazione dell'aereo su questa traiettoria comporteranno un'azione decisa e di una certa ampiezza sul timone di profondità, quindi della barra in avanti. L'inerzia della macchina a questa bassa velocità (120/130 km/h sul CAP-10) porta logicamente ad anticipare leggermente la manovra di neutralizzazione, cioè ad iniziarla prima che l'aereo intercetti la traiettoria di 45°.

Tuttavia non cerchiamo troppo in acrobazia di far passare attraverso i timoni il rigore dei ragionamenti matematici: bene ed opportunamente dosata, l'azione sul timone di profondità metterà praticamente subito l'aereo sulla giusta traiettoria rettilinea.

Nel corso dell'istruzione in volo ed a titolo educativo, non sarà male riprendere questa manovra (posizione-neutralizzazione) su traiettoria discendente a 45° finchè il pilota non arrivi ad un buon grado di coordinazione: controllo visivo dell'intercettazione, azione di posizionamento e di stabilizzazione sulla traiettoria.

Questo esercizio avrà come vantaggio di sottolineargli:

1. La naturale tendenza a diminuire della pendenza rovescia, che egli tenderà visivamente a ritenere impressionante;
2. L'intervento rilevante dei rapporti regime-pendenza, regime-velocità e pendenza-velocità in questa configurazione: è qui che si incomincerà ad insistere sulla necessità di una buona condotta del motore, che non dovrà essere ridotto a fondo, bensì scrupolosamente mantenuto entro i limiti di regime prescritti, cosa che, tenuto conto dell'intervento congiunto delle tre relazioni che ha enumerato poco sopra, esigerà praticamente un'azione dosata ma rilevante sulla manetta del gas.



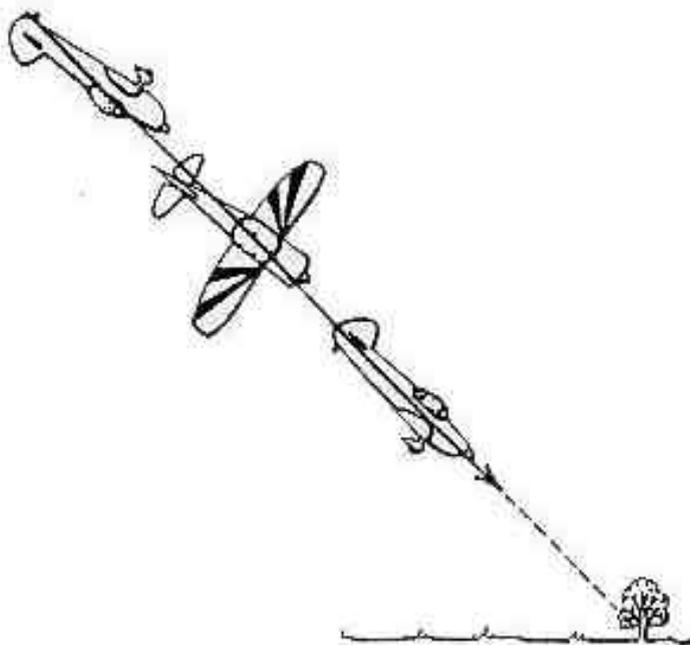
# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 80

## 6.8.11 INTERESSE AD AVERE UN PUNTO DI RIFERIMENTO AL SUOLO

Un punto di riferimento al suolo al termine della traiettoria di  $45^\circ$  inscritta nel piano di evoluzione dovrà, per quanto possibile, compensare il riferimento visivo di controllo (tettuccio o ali) in rapporto all'orizzonte, poichè dovremo ora effettuare la semi-rotazione che ci riporterà in volo diritto.

Il rispetto dei criteri della figura presuppone, come abbiamo visto, una fase della traiettoria rettilinea a  $45^\circ$  in volo rovescio prima della semi-rotazione: questa fase sarà quindi rispettata ma per breve tempo perchè, stabilizzato in questa configurazione, l'aereo scende già molto veloce per cui il pilota deve riservarsi fin da questo momento la possibilità di un'uscita di figura ad una velocità corrispondente a quella presa iniziandola cioè, sul CAP-10, 240/250 km/h indicati.



Identificazione e mantenimento del punto di riferimento al suolo.

Di fatto, il tempo necessario per precisare bene posizione e neutralizzazione assorbirà quello che corrisponde a questa fase e si concatenerà quindi la semi-rotazione non appena posizione e neutralizzazione saranno effettuati.

Ed è qui che un punto di riferimento al suolo determinato durante il posizionamento ci tornerà molto utile, se non quasi indispensabile allo stadio iniziale dell'acrobazia: ci servirà infatti per dosare l'impiego dei comandi durante la rotazione, cioè essenzialmente del timone di profondità.

## 6.8.12 IMPIEGO E DOSAGGIO DEI COMANDI

Avendo definito nei suoi dati il problema che ci porrà l'uscita rovescia nel mezzo otto cubano, è chiaro che la sua soluzione richiederà un uso fine dei comandi: a cosa può servire il timone di direzione in questa figura? A creare dell'attacco obliquo oppure ad annullarlo e a darci portanza nella posizione a coltello.

È evidente che l'attacco obliquo creato attraverso una certa spinta del timone di direzione su una traiettoria rettilinea eseguita a velocità crescente non potrà che aumentare con essa, mentre normalmente, per evidenti ragioni, più la velocità aumenta meno si usa l'attacco obliquo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 81

Quanto alla portanza a coltello, per le stesse ragioni di aumento progressivo della velocità, non la incontreremo durante la semirotazione del mezzo otto cubano: con un aereo abbastanza fine come il CAP-10, sarà dunque meglio lasciare i piedi tranquilli e non toccare il timone di direzione; ci saranno così risparmiate delle difficoltà di esecuzione supplementari.

Qualora si tratti di una macchina che offre maggiore resistenza, come lo Stampe, l'inizio dell'uscita rovescia sarà facilitato da un'azione del piede contrario al senso di impiego della barra, ma ci si guarderà dal perdurare in quest'azione, e più ancora dall'augmentarla nel corso della semi-rotazione.

Anche il timone di profondità sarà usato senza eccesso: all'inizio, la decisa neutralizzazione per mezzo d'un'azione sulla barra in avanti avrà stabilizzato un angolo di attacco negativo conveniente per intraprendere la semi-rotazione. Per ritrovarsi all'uscita nel piano di evoluzione, il pilota dovrà decentrare abbastanza questa semirotazione, cioè mantenere la sua azione sul timone di profondità in avanti non solo fino al volo a coltello ma fino al ritorno in volo diritto, poichè la traiettoria rettilinea intorno a cui si iscrive il semi-tonneau è discendente a 45°.

Facendo ciò dovrà nello stesso tempo opporsi alla resistenza offerta dal timone di profondità risultante dall'aumento progressivo della velocità dell'aereo: ora, dosare la spinta di un timone che diventa poco maneggevole pone un piccolo problema, che sarà in questo caso risolto tanto meglio quanto più il pilota si atterrà a fare girare il piano medio delle ali attorno ad un punto di riferimento al suolo che rappresenti il termine della traiettoria a 45°, col piano medio delle ali sopra il punto alla partenza e sotto all'arrivo.

Un'azione mal dosata si tradurrà sia in una rotazione eccessivamente "a botte", seguita da un ritorno al volo diritto ad una pendenza troppo forte se lo sforzo ha troppa ampiezza, sia, come succede abbastanza frequentemente nel caso di un'azione insufficiente sul timone di profondità, con uscita ventrale disassata e quindi fuori dal piano di evoluzione e su una traiettoria discendente inferiore a 45°.

Una volta definito ed eseguito il suo posizionamento su una traiettoria discendente a 45°, il pilota dovrà controllare il rispetto di questa traiettoria durante tutta la rotazione di ritorno al volo diritto, per mezzo di un riferimento al suolo scelto all'inizio della rotazione stessa.

## 6.8.13 NON DIMENTICARE L'ULTIMA FASE

Il pilota si lascerà così imporre dall'aereo, una volta tornato in volo diritto, la tendenza naturale a non restare in volo picchiato quando la velocità aumenta ed a lasciare da sé il piano di discesa: egli deve ricordare, nel momento in cui inizia l'ultima fase dell'otto cubano, che questa, secondo i criteri della figura, consiste non in una traiettoria discendente curva verso il volo rettilineo orizzontale all'uscita del semi-tonneau, ma in un marcamento in volo normale dell'angolo di discesa rettilinea a 45°.

Questo marcamento dovrà essere molto netto ma molto breve, poichè l'aereo ha praticamente ritrovato una velocità di evoluzione che rischia di diventare rapidamente troppo alta.

## 6.8.14 USO DEL MOTORE

Abbiamo visto prima che l'uso del motore durante il mezzo otto cubano propriamente detto doveva tener conto delle tre relazioni fondamentali: pendenza-regime, regime-velocità, velocità-pendenza.

Praticamente, dalla posizione di tutto gas data al momento in cui l'aereo esce dalla frazione di cinque ottavi di looping, la manetta dovrà essere portata indietro progressivamente, non solo per mantenere il regime entro la tolleranza, ma anche per limitare l'aumento di velocità: una riduzione più accentuata nel mezzo otto cubano eseguito contro coppia faciliterà la semi-rotazione in rollio.

Concludendo, l'esecuzione di questa figura che, se ben condotta, può essere al tempo stesso bella ed efficace, sarà anche molto educativa per il pilota: l'istruttore avrà dunque interesse a farla lavorare bene, soprattutto nel corso dei concatenamenti che seguiranno lo studio propriamente detto del mezzo otto cubano.

Riassumiamo i problemi essenziali di esecuzione:

- Necessità di eseguire in maniera rigorosamente uniforme i cinque ottavi di looping.
- Materializzazione ed intercettazione della traiettoria discendente a 45° e successiva stabilizzazione su di essa.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 82

- Evoluzione attorno all'asse longitudinale nel semi-tonneau con riferimento ad un punto al suolo.
- Dosaggio corrispondente del timone di profondità ed eventualmente di direzione.
- Necessità di un uso del motore delicato ma vigile nelle ultime tre fasi della figura.

## 6.9 L'IMMELMANN

L'Immelmann, dal nome del pilota tedesco della Prima Guerra Mondiale cui se ne attribuisce l'invenzione, consiste in un cambiamento di direzione di 180° insieme ad un guadagno di quota all'interno del piano di evoluzione.

Si trattò all'inizio di una manovra da combattimento, come per la maggior parte delle figure di acrobazia di base composte, ed aveva lo scopo di permettere al pilota che la eseguiva di effettuare rapidamente un cambiamento di direzione ed un guadagno di quota.

Si può supporre, date le caratteristiche degli aerei del tempo, che fosse costituita da una salita in candela più o meno stretta, a seconda della velocità di attacco, da cui il velivolo usciva con forte incidenza negativa in rovescio e, con una rotazione sull'asse di rollio più o meno "a botte" ritornava al volo normale.

Dall'origine ai nostri giorni l'Immelmann si è progressivamente raffinato nei suoi criteri di esecuzione, che oggi lo fanno coincidere con un mezzo looping seguito da un mezzo tonneau, che porta il velivolo ad uscire dalla figura in volo rettilineo diritto.

### 6.9.1 USCITA DALLA FIGURA A BASSA VELOCITÀ E SUE COMPLICAZIONI

L'Immelmann, detto anche imperiale, è quindi una figura di ritorno o di estremità di quadro: la sua efficacia per quanto concerne il guadagno di quota dipende soprattutto dal rapporto peso-potenza del velivolo utilizzato.

Si noterà che, contrariamente alle figure che abbiamo studiato finora, questa termina a velocità molto più bassa di quella con la quale è iniziata: poichè l'uscita dal rovescio con il mezzo tonneau si verifica nella fase del looping in cui la velocità è più bassa (80 Km/h per lo Stampe, 110 Km/h per il CAP-10) è chiaro che l'uscita da rovescio con un parametro di velocità così basso sarà assai delicata, tanto più che l'aereo non dovrà picchiare durante questa manovra ma anzi ritrovarsi alla fine su una traiettoria rettilinea orizzontale.

Ciò per rispettare i criteri di costruzione della figura ma anche per conferirle tutta la sua efficacia, visto che deve tradursi non solo nel cambiamento di direzione ma anche in un guadagno di quota: questa esigenza sarà d'altronde più facilmente soddisfatta se il pilota dispone di un aereo con un rapporto peso-potenza favorevole.

### 6.9.2 UN PROBLEMA DI RITMO

Prima di abordare i problemi di esecuzione parleremo del ritmo: per dare un ritmo armonioso e ben legato alle due sequenze concatenate dell'Immelmann il pilota dovrà curare il dosaggio dell'azione sui comandi, cioè lo stile ed il ritmo di esecuzione della figura: l'esecuzione non dovrà essere costituita da un mezzo looping vivace seguito da un'uscita da rovescio faticosa e lenta, ma suppone anzi che le due manovre concatenate abbiano una cadenza di esecuzione identica e costante.

Come conciliare queste diverse esigenze, che ben sottolineano che l'Immelmann non è una semplice formalità esigendo, con i suoi parametri di esecuzione così variabili, un'uguale e costante preoccupazione di efficienza e di stile?

### 6.9.3 IL MEZZO LOOPING SU UN AEREO LENTO

Cominciamo con il caso più sfavorevole, cioè quello in cui si dispone di una macchina scarsamente motorizzata come lo Stampe: su questo tipo di velivolo, in generale, si esegue il looping a 180 Km/h all'inizio, cioè con una velocità di circa 40 Km/h rispetto alla velocità di crociera normale, che non supera i 140 Km/h.

Iniziando il mezzo looping a 180 Km/h a cadenza costante, cioè raggio uniforme, resteranno alla sommità non più di 80 Km/h per effettuare il semi-tonneau di ritorno in positivo: bisognerà stare all'erta per uscire vantaggiosamente, in questa condizione, dal volo rovescio.

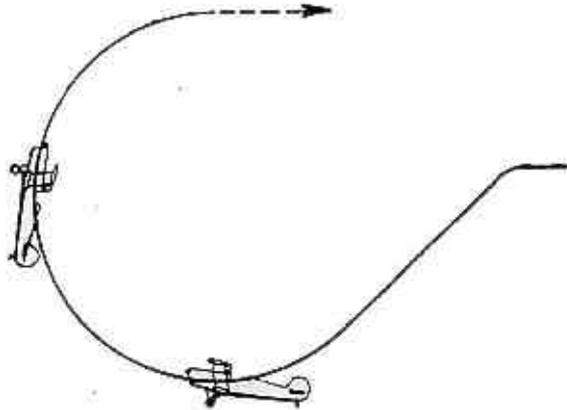
La prudenza e la preoccupazione per l'estetica della figura ci porteranno pertanto ad aumentare la velocità d'inizio della figura portandola a 220 Km/h: tuttavia un eccessivo aumento della velocità di entrata nel mezzo



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 83

looping per assicurarsi una buona uscita dal rovescio avrà l'effetto negativo di ridurre o addirittura azzerare il guadagno di quota che la figura si propone di ottenere.



Acquisto di velocità su un aereo lento prima del mezzo loop.

Infatti, poichè l'acquisto di velocità si ottiene, se occorre, in funzione del rapporto pendenza-velocità, sullo Stampe bisognerà prendere quota in più per passare da 110 a 220 Km/h, tanto più che non è il caso di dare al mezzo looping iniziato a questa velocità un raggio diverso da quello che avrebbe se fosse iniziato a 180 Km/h. Cioè il mezzo looping dell'Imperiale su una Stampe non sarà più "chiuso" che un mezzo looping normale, ma secondo dei fattori di carico, quindi delle accelerazioni maggiori.

Accorgimenti che avranno come scopo di darci nella parte alta del looping una velocità decisamente superiore a 80 Km/h, che permette di eseguire correttamente con la semi-rotazione il ritorno alla traiettoria rettilinea orizzontale. Pur essendoci acquisto di velocità il raggio del mezzo looping deve rimanere normale e questo implica solo un aumento del fattore di carico subito dall'aereo.

#### 6.9.4 SI RIPARLA DI ANGOLI D'INCIDENZA

Con un aereo con maggiore potenza dello Stampe, come il CAP-10, saremo praticamente liberi dalla necessità di acquistare maggiore velocità e dalla perdita di quota che essa implica.

Potremo quindi eseguire un mezzo looping del tutto normale come raggio ed accelerazioni. Sarà ugualmente interessante su uno Stampe, su un CAP-10, o su uno Zlin, con o senza acquisto di velocità iniziale, esercitarsi a stabilizzare l'aereo su una traiettoria rovescia orizzontale rettilinea alla sommità del mezzo looping.

Il pilota di acrobazia debuttante capirà così che è necessario usare delicatezza e abilità per eseguire correttamente questa manovra e che principalmente egli dovrà stabilizzare l'aereo su questa traiettoria secondo un angolo d'incidenza diverso (maggiore) all'inizio di quello che è nella stessa configurazione quando l'aereo assume una velocità prossima a quella di crociera.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 84

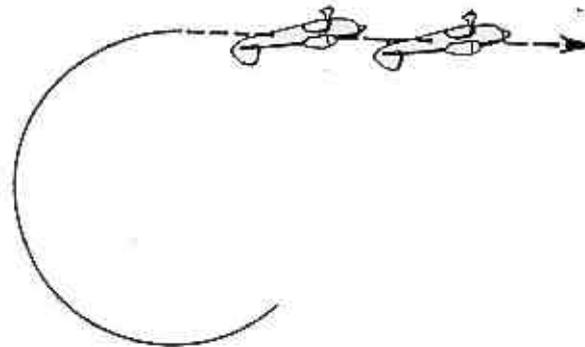


Fig.3 L'esecuzione della messa in rovescio con un mezzo looping mette in risalto la relazione velocità-angolo d'incidenza.

Il pilota dovrà quindi evitare di neutralizzare l'aereo sia ad un grande angolo d'incidenza che lo esporrebbe ad uno stallo negativo, sia ad uno troppo piccolo che gli risparmierebbe l'abbattuta ma gli darebbe un variometro decisamente negativo.

Si tratta tutto sommato di un eccellente esercizio educativo, da raccomandare con qualunque tipo di aereo, poiché la messa in rovescio attraverso un mezzo looping costituisce una figura ammessa nei programmi da competizione del 1° ciclo.

## 6.9.5 LA DELICATA MANOVRA DELL'USCITA DAL VOLO ROVESCIO

La semi-rotazione o uscita dal rovescio, iniziata in tali condizioni, cioè ad una velocità iniziale molto inferiore a quella della classica uscita dal rovescio, esigerà un uso dosato e fine dei timoni di profondità e di direzione. Infatti l'uscita dal rovescio a bassa velocità, sul CAP-10 come sullo Stampe o sullo Zlin, esige soprattutto il ricorso alla portanza a coltello quindi all'attacco obliquo, cioè alla pedaliera. In genere il pilota si convincerà presto di questa necessità, ma sottovaluterà spesso l'importanza di un buon uso del timone di profondità nel ritorno al volo normale a bassa velocità.

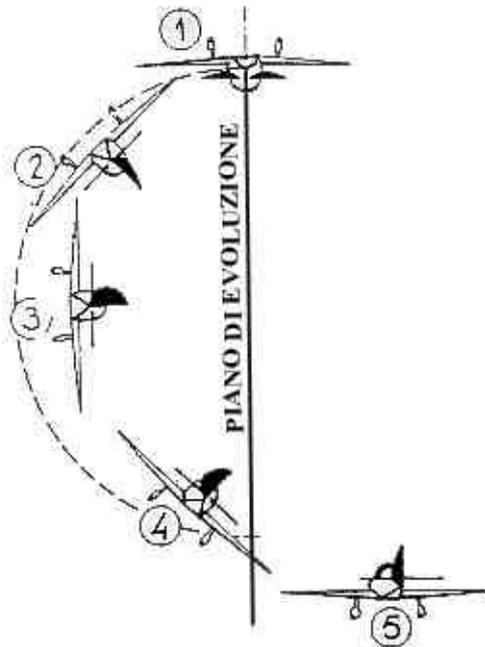
Per essere stabilizzato ad un angolo di incidenza negativo rilevante, esso esigerà una decisa azione della barra avanti, tanto più decisa quanto più bassa sarà la velocità; tale azione dovrà essere mantenuta con cura durante tutta la parte negativa della rotazione, cioè fino al volo a coltello, in maniera da permettere un'uscita di attacco obliquo ventrale, che riporti l'aereo con pallina al centro di colpo nel piano di evoluzione, e non con la pallina nell'angolo come si vede fare troppo spesso, con l'aereo che emerge come un granchio dalla semi-rotazione poiché il pilota, nella fase negativa della rotazione stessa, ha mollato prematuramente l'azione avanti sulla barra trascurando la legge di base: "a bassa velocità grandi angoli d'incidenza"; e pur servendosi al massimo della pedaliera col piede alto, in tutta la fase del volo a coltello, si sarà trovato nell'impossibilità di assicurare il ritorno al volo normale altrimenti che come un granchio, cioè imponendo alla fusoliera un angolo più o meno deciso in rapporto al piano di evoluzione.

D'altra parte un attacco obliquo eccessivo, come sappiamo, penalizza l'aereo nella velocità, mentre in questa fase della figura è già bassa. Questa penalizzazione porta l'aereo che sta tornando in posizione diritta a trovarsi non in volo orizzontale rettilineo, ma discendente, specialmente se il pilota ha perso di vista che il volo a bassa velocità in volo orizzontale implica un aumento dell'angolo d'incidenza in volo positivo, come in volo negativo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 85



Inizio corretto della semi-rotazione in [1]; non essendo mantenuta l'azione della barra avanti o non essendo abbastanza [2], il pilota non può evitare, malgrado l'intervento della pedaliera (il piede alto spinto progressivamente e poi a fondo in [2-3-4]), di ritrovarsi in uscita "a granchio", disassato in rapporto al piano di evoluzione, in attacco obliquo ventrale e penalizzato per di più quanto alla quota.

Alla posizione della barra decisamente avanti in tutta la parte negativa della semi-rotazione, dovrà perciò corrispondere una posizione a tendenza neutra o indietro nella fase del ritorno al volo positivo; questo per riportare l'aereo in traiettoria orizzontale, per evitargli di perdere ancora quota. Il ritorno all'angolo d'incidenza di crociera si effettuerà con un sottile dosaggio della pressione sul timone di profondità corrispondente alla ripresa di velocità nel volo rettilineo.

"Dosaggio sottile e circostanziato", è con questi criteri che si deve esprimere l'azione del pilota sui timoni durante l'uscita dal rovescio a bassa velocità. Questo implica un armonioso accoppiamento degli interventi successivi e collegati dei timoni di profondità e di direzione, cioè barra e pedaliera.

## 6.9.6 USO DEL MOTORE

Va da sé che durante questa sequenza il pilota dovrà guardarsi dal cedere ad una tendenza che spesso è incline a manifestare stupidamente nel corso della rotazione rollio: quella di ridurre potenza. La manetta del gas, tutta avanti sulla sommità del mezzo looping, sarà lasciata in questa posizione su un aereo da acrobazia ad uso scuola, munito di un'elica a passo fisso: Stampe o CAP-10, per tutta la durata del semi-tonneau e anche oltre, senza far correre al motore il minimo rischio di sovraregime.

In funzione del rapporto regime-velocità il contagiri dovrà mantenersi ragionevole, ed essendo richiesta tutta la potenza disponibile la manetta sarà tenuta tutta avanti fino al momento in cui, stabilizzato in volo orizzontale, l'aereo riprenderà la velocità di crociera.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 86

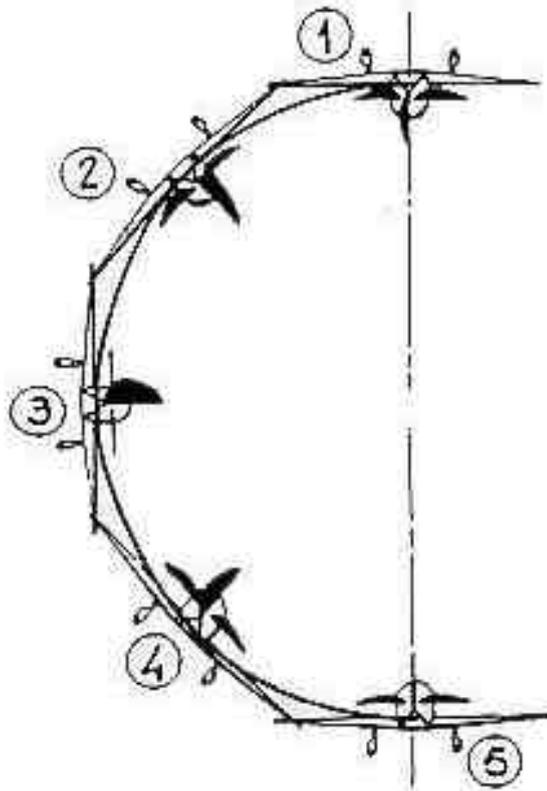


Fig.5 L'esecuzione del semi-tonneau di uscita dal rovescio a bassa velocità implica un dosaggio armonioso ed essenziale dei timoni di profondità e di direzione. In [1]: neutralizzazione per spinta della barra ed eventuale decentramento della pedaliera. In [2] la barra è ora spinta, il timone di profondità incomincia ad agire a piede alto. In [3] il timone di profondità è neutro, quello di direzione è spinto (piede in alto). In [4] la pedaliera torna al centro per riportare l'aereo sul piano di evoluzione; la barra azionata in posizione neutra o indietro. In [5] il timone di direzione è neutro, pallina al centro; la barra con tendenza indietro al momento del ritorno al volo diritto.

E così, benché l'Imperiale costituisca la più semplice delle figure di base composte, ad essa non corrisponde semplicità ed evidenza di esecuzione. Richiederà invece tutte le cure del pilota: cioè uno studio di analisi, di dosaggio e di ritmo. Più facile da eseguire su un aereo con molta potenza come il CAP-10, (più efficace anche per il guadagno di quota) piuttosto che su un aereo meno potente e mono pronto di alettoni come lo Stampe, questa figura non rappresenterà mai una semplice formalità su un aereo acrobatico ad uso scuola.

Anzi farà appello a tutti quei criteri che debbono caratterizzare il pilotaggio in alta scuola. Si avrà ancora più interesse a curare la sua esecuzione in competizione dal momento che nel catalogo Aresti questa figura è contraddistinta da un coefficiente 17 (contro 12 del looping), che è spesso eseguita alla fine di un programma e che la ricerca del guadagno di quota a cui essa porta, deve accompagnarsi spesso con quella della velocità più adatta ad abbordare nelle migliori condizioni e senza eccessivo consumo di quadro la figura successiva: tonneau, frullino, vite (se la figura è all'inizio del programma) oppure, in uno stadio più avanzato, tonneau in virata.

D'altra parte il pilota avrà dei problemi di quadro diversi nell'esecuzione dell'Immelman, in rapporto al senso ed all'intensità del vento. Benché suscettibile di venire eseguita con vento frontale o in coda, un forte vento frontale tenderà a diminuire progressivamente il raggio del mezzo looping ed a stiracchiare nel quadro l'esecuzione del semi-tonneau e inversamente, se la figura è eseguita con forte vento in coda.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 87

Dal punto di vista del ritmo, la cadenza di esecuzione del mezzo looping sarà condotta di conseguenza, e così quella del semi tonneau, che quindi, nella figura eseguita con vento in coda, sarà più lenta che in quella eseguita con vento frontale.

Per concludere, riassumiamo i principi essenziali di esecuzione dell'Immelman:

1. Si tratta di una figura di ritorno e di guadagno di quota.
2. Consiste in un mezzo looping, seguito da un'uscita rovescia su una traiettoria rettilinea orizzontale concatenati, legati nel ritmo dell'esecuzione.
3. A seconda del rapporto potenza-peso e della resistenza dell'aereo utilizzato, può essere necessario o no ricorrere ad un acquisto di velocità prima del mezzo looping.
4. Nel caso di un preliminare acquisto di velocità, il raggio del mezzo looping deve tuttavia essere mantenuto normale e costante, dal momento che lo scopo dell'aumento della velocità sta nella sua massima restituzione alla sommità del mezzo looping.
5. Il ritmo di esecuzione del semi-tonneau è in relazione al senso con cui viene affrontata la figura in rapporto al vento ed alla sua intensità.

## 6.10 II ROVESCIMENTO

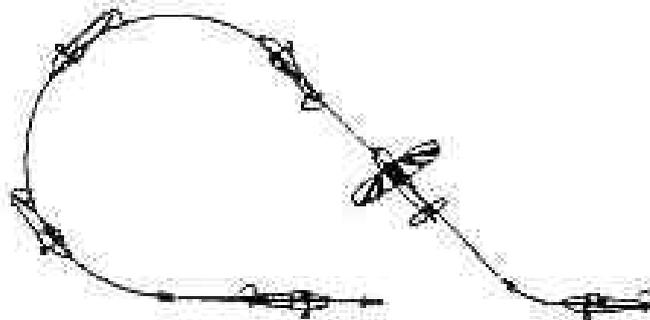
Esiste uno stretto legame di parentela fra il mezzo otto cubano e il rovesciamento a 45°. Entrambi consistono infatti in un cambiamento di direzione di 180° sul piano verticale, che comporta due elementi di esecuzione: una frazione di looping (esattamente cinque ottavi) ed una semi-rotazione su una traiettoria che forma un angolo di 45° in rapporto al suolo.

Sono dunque due figure della stessa famiglia, secondo la terminologia stessa del catalogo Aresti, la famiglia 9, utilizzate entrambe nei concatenamenti come figure di ritorno o di estremità di quadro. Hanno anche una stessa origine militare.

La differenza sta nel fatto che nel rovesciamento la semi-rotazione consiste in una messa in rovescio effettuata su una traiettoria rettilinea ascendente, che precede un'uscita dal rovescio per mezzo di cinque ottavi di looping, mentre nel mezzo otto cubano succede l'inverso: la messa in rovescio si effettua con l'esecuzione di cinque ottavi di looping e l'uscita dal rovescio attraverso una semi-rotazione su una traiettoria rettilinea discendente.

Se l'Immelman comporta nella gamma delle figure positive tre varianti: classico, mezzo otto cubano, in picchiata verticale, anche il rovesciamento comporta alcune varianti: rovesciamento con una messa in rovescio effettuata su una traiettoria intermedia tra 45° e la verticale e quello che prevede un'uscita in verticale dal mezzo looping (rovesciamento tirato).

Ne riparleremo più a fondo durante lo studio delle figure di 2° ciclo per esaminare anche le semi rotazioni a frullino, a tempi, che possono intervenire nell'esecuzione di questa figura. Per adesso accontentiamoci delle varianti del primo ciclo.





# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 88

---

Le due fasi del rovesciamento a 45°: Posizionamento iniziale su traiettoria ascendente a 45°; Messa in rovescio; Cinque ottavi di looping.

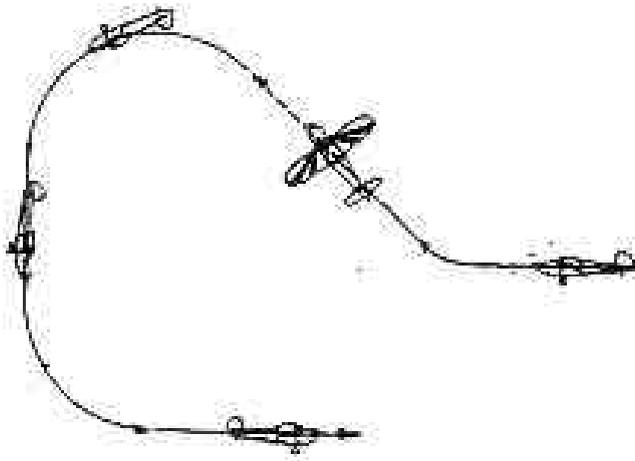
## 6.10.1 IL ROVESCIMENTO “DA COMBATTIMENTO”

La messa in rovescio a 45° può essere sostituita da una messa in rovescio su una traiettoria rettilinea seguita da un'uscita dal rovescio attraverso un mezzo looping.

Molti anni fa questa figura era chiamata rovesciamento da combattimento: combattimento in ogni caso per il pilota, per limitare durante l'esecuzione del mezzo looping discendente la perdita di quota che le accelerazioni create dalla forza centrifuga.

La perdita di quota può infatti rivelarsi pericolosa in questo caso per il pilota, come pure delle accelerazioni troppo forti per la struttura dell'aereo ed il pilota: l'apparente facilità dell'esecuzione del rovesciamento da combattimento è in realtà una facilità fasulla e può rivelarsi pericolosa per le eventuali conseguenze più del rovesciamento a 45°.

Cominceremo quindi con quello a 45° per dire subito che comporta anch'esso due possibilità di esecuzione, utilizzate correntemente entrambe in competizione in questi ultimi anni: quella che abbiamo definito e quella riprodotta qui sotto, che consiste nel marcare, dopo la sommità del mezzo looping discendente, una traiettoria rettilinea verticale sempre discendente.



Variante del rovesciamento con marcamento della linea verticale discendente.

Suppongo che questa variante sia venuta dal fatto che nel catalogo Aresti il rovesciamento a 45° è disegnato allo stesso modo, cioè con una verticale che segue la sommità del looping, mentre il ritorno al volo rettilineo orizzontale implica, sempre secondo il disegno Aresti, non un quarto di looping, ma una richiamata piuttosto decisa, destinata a riportare l'aereo in volo normale con la minima perdita di quota, sebbene non di accelerazioni.

La Commissione Internazionale di Acrobazia aerea della F.A.I. ha oggi tenuto come criterio del rovesciamento a 45° l'uscita dal rovescio con cinque ottavi di looping senza marcamento, quindi di una traiettoria verticale discendente. È questo tipo di rovesciamento che viene eseguito in competizione, benchè nei nostri incontri nazionali siano ammessi entrambi.

Notiamo semplicemente a questo proposito che le due varianti sono interessanti da studiare e lavorare in corso di preparazione e che quella non ufficiale non è la più facile da eseguire perchè implica un'esecuzione meno



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 89

legata, più netta e decisa e rischia di causare più perdita di quota della prima se eseguita da un pilota debuttante.

## 6.10.2 IL ROVESCIMENTO “ALLA FRANCESE”

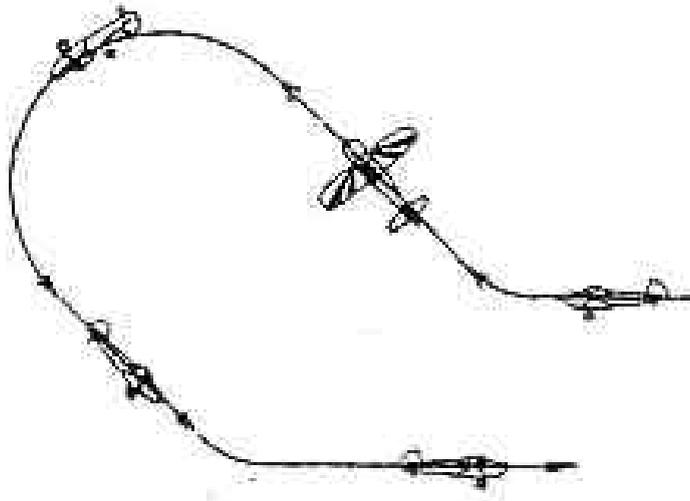
Altra variante da ricordare: quella che è stata in voga in Francia durante un certo periodo e che si avvicina molto, come presentazione grafica, al rovesciamento verticale “tirato”.

La traiettoria rettilinea ascendente, come abbiamo visto, è orientata sotto un angolo intermedio tra  $45^\circ$  e  $90^\circ$ , cioè a circa  $60^\circ$  tenendo conto del rapporto peso-potenza degli aerei da acrobazia nel momento in cui questa esecuzione era di moda in Francia.

La traiettoria ascendente rimane marcata dopo la messa in rovescio, poi si esegue un mezzo looping di uscita da rovescio a piccolo raggio, seguito da una traiettoria rettilinea discendente marcata, parallela alla prima, cioè eseguita anch'essa secondo un angolo di  $60^\circ$  in rapporto al suolo: in ogni caso il rovesciamento deve essere inscritto completamente nel piano di evoluzione.

La variante d'ispirazione francese è altrettanto interessante da studiare ma anche più delicata da eseguire del rovesciamento a  $45^\circ$  detto classico.

Sarà dunque interessante provarla in corso di formazione come una specie di perfezionamento nello studio di questa figura, benché anche l'esecuzione classica non sia tanto facile.



Altra variante interessante da studiare in corso di formazione: discesa su traiettoria parallela alla traiettoria ascendente dopo il rovesciamento propriamente detto.

## 6.10.3 CRITERI DI ESECUZIONE

Analizziamo adesso più da vicino il rovesciamento a  $45^\circ$ , detto classico, e prima di tutto definiamolo nei suoi criteri di esecuzione.

Questi implicano un posizionamento su una traiettoria ascendente di  $45^\circ$  marcata, seguita da una semi-rotazione o messa in rovescio a cui il pilota fa seguire direttamente l'uscita dal rovescio eseguendo una frazione di looping.

Si ricorda qui che i criteri del mezzo otto cubano presuppongono una traiettoria discendente a  $45^\circ$  marcata sia prima che dopo la semi-rotazione.

Oltre al fatto che la semi-rotazione del rovesciamento è ascendente (e in parte proprio per questo), essa elimina il marcamento della traiettoria rettilinea dopo la messa in rovescio: questo fa dire ad alcuni che il resto della figura consiste in un mezzo looping e non in cinque ottavi, interpretazione errata poichè, se l'aereo effettua



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 90

correttamente la messa in rovescio sulla traiettoria rettilinea prevista a 45°, sono ben cinque ottavi di looping che deve poi eseguire, anche se questa successione è direttamente legata alla messa in rovescio, per il ritorno al volo rettilineo orizzontale positivo.

Per spiegare questa piccola differenza di criterio bisogna tornare in primo luogo all'origine della figura, cioè al rovesciamento "da combattimento" di cui si è parlato prima.

Un rovesciamento realizzato con una messa in rovescio in volo rettilineo seguito da un mezzo looping, può rivelarsi pericoloso, come ho detto, per la perdita di quota e le accelerazioni che implica per il pilota e per l'aereo.

Considerando che la velocità di un aereo alla sommità di un looping è in media largamente più di due volte inferiore alla velocità di attacco, si vede subito dove può portare un mezzo looping discendente iniziato alla velocità di crociera: a delle velocità che possono facilmente superare la  $V_{ne}$  in uscita dal looping, senza contare gli altri inconvenienti addizionali già menzionati: perdita di quota e fattori di carico.

Il mezzo per evitare queste situazioni pericolose è evidentemente quello di iniziare la messa in rovescio che precede il mezzo looping discendente ad una velocità molto bassa.

L'altro sistema che sembra essere stato usato fin dall'origine nel rovesciamento da combattimento e che ha orientato di conseguenza i criteri di questa figura verso quelli attuali consiste nel cabrare l'aereo prima di passare in rovescio, cosa concepibile in combattimento più che una progressiva riduzione della manetta del gas e della velocità in volo rettilineo.

È inutile dire che proprio come la semi-rotazione del mezzo otto cubano, la messa in rovescio concatenata nel movimento cabrante sotto il fuoco nemico doveva venire eseguita alla men peggio, senza alcuna preoccupazione di precisione né di traiettoria: il problema era di potersi ritrovare senza rompere l'aereo e al più presto in coda all'avversario.

Questa preoccupazione di efficacia operativa, insieme al fatto che la potenza media degli aerei da acrobazia fino a questi ultimi anni non lasciava affatto velocità residua dopo una messa in rovescio realizzata sotto un angolo di cabrata abbastanza rilevante, hanno portato ai criteri di esecuzione che questa figura ha conservato fino ad oggi e che non c'è ragione di modificare benchè le caratteristiche degli aerei da acrobazia abbiano subito un'evoluzione verso un rapporto peso-potenza generalmente più favorevole, come verso una maggiore efficacia nelle evoluzioni sull'asse di rollio.

Così il rovesciamento adesso non è più l'ostacolo che rappresentava un tempo in una preparazione acrobatica di 1° ciclo sullo Stampe. Possiamo facilmente scommettere che sullo Stampe esso può porre ancora dei problemi a molti piloti che, pur avendo superato il livello del primo ciclo, si sono abituati a disporre in ogni configurazione di una buona riserva di potenza: questa riflessione mi viene dal fatto che il rovesciamento a 45°, più ancora dell'imperiale, è la figura di primo ciclo che illustra e sottolinea meglio fino a che punto il miglioramento del rapporto peso-potenza, come quello della maneggevolezza del velivolo, influenzino le condizioni di esecuzione delle figure acrobatiche.

Si sa infatti che la difficoltà principale del rovesciamento sta nell'esecuzione della semi-rotazione su una traiettoria rettilinea decisamente ascendente, con progressiva e rapida diminuzione di velocità, tanto più rapida quanto meno l'aereo è potente: inoltre la rotazione esige un attacco obliquo più o meno grande, anch'esso causa di perdita di energia, senza contare gli effetti secondari, l'inerzia e la resistenza.

Tutte queste caratteristiche, che si ritrovano sullo Stampe SV4, dimostrano che il rovesciamento eseguito su questo velivolo rappresenta ben altro che una formalità, ma anzi costituisce il coronamento della preparazione del pilota di primo periodo per quanto concerne le figure positive di base.

Esso esigerà quindi in partenza una velocità di 220 Km/h, ben superiore a quella di crociera e pari a quella normalmente usata per l'imperiale: in questa figura la parte più delicata sarà la messa in rovescio, esponendo il pilota alla possibilità di un errore spettacolare, mentre il rischio sarà minore o nullo in fine di figura come accade nell'imperiale.

Ciò non toglie che un pilota perfettamente padrone dello Stampe non possa eseguire il rovesciamento anche a velocità inferiori, ed arricchirlo anche con relativa facilità con una messa in rovescio in due o quattro tempi: ciò gli sarà consentito da finezza e ritmo nell'esecuzione, precisione geometrica, sensibilità di pilotaggio, senza la penalizzazione degli errori di coordinazione sui comandi.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 91

Questa analisi del comportamento in una messa in rovescio su una traiettoria a  $45^\circ$  ascendente avrà come scopo che la forte riduzione di velocità tra l'inizio e la fine della manovra si ripercuota in proporzione nel dosaggio dei comandi e nella ricerca delle incidenze adeguate: sullo Zlin 526 il problema sarà molto semplificato, malgrado l'apertura alare, per l'elica a giri costanti e per l'efficienza dell'alettone, mentre sul CAP-10 non si incontreranno praticamente difficoltà e bisognerà anzi badare a non tenere una velocità troppo alta in partenza, se si vuole che sia corretta all'inizio della frazione di looping.

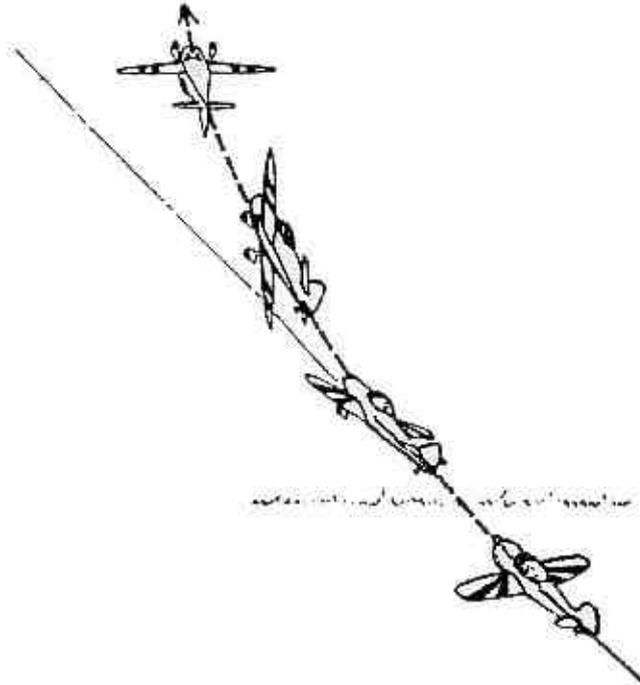
I criteri del rovesciamento classico sono quindi i seguenti:

1. Posizionamento dell'aereo su una traiettoria ascendente a  $45^\circ$ .
2. Marcamento di questa traiettoria.
3. Messa in rovescio.
4. Uscita dal rovescio con cinque ottavi di looping, direttamente collegata alla messa in rovescio.

I problemi di esecuzione di questa figura sono direttamente legati al rapporto peso-potenza del velivolo utilizzato e differiscono quindi in natura ed importanza a seconda che si piloti uno Stampe, un CAP-10 od uno Zlin 526.

## 6.10.4 IMPORTANZA DELLA NEUTRALIZZAZIONE SU TRAIETTORIA A $45^\circ$

Lo stile "vecchia scuola" vuole che, non appena la traiettoria ascendente a  $45^\circ$  sia raggiunta, il pilota inizi subito la rotazione e, subito dopo la messa in rovescio, la frazione di looping: questa modalità fu certamente ispirata dal desiderio di risparmiare un potenziale di velocità che, in un velivolo mediamente motorizzato e molto resistente, diventava rapidamente troppo bassa in simili condizioni.



Messa in rovescio "a botte" a causa di errato posizionamento sulla traiettoria ascendente a  $45^\circ$ .

Eseguito in questo modo, dolcemente, il rovesciamento aveva una indiscutibile grazia: l'inconveniente, tuttavia, sta nel fatto che, concatenando strettamente la messa in rovescio con il posizionamento a  $45^\circ$  ascendente, il pilota debuttante generalmente continua a diminuire la pendenza, con il risultato di effettuare la messa in



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 92

rovescio a botte e fuori dal piano di evoluzione quando arriva in rovescio, guaio limitato se alla fine ci si ritrova in un piano di evoluzione parallelo al primo (cosa che non succede quasi mai).

Per evitare questi inconvenienti e rischi gli attuali criteri di esecuzione vogliono che il velivolo sia ben posizionato a 45° sopra l'orizzonte, con una decisa e visibile neutralizzazione dei comandi: questa modalità è valida per ogni tipo di aeroplano ed ha come primo vantaggio quello di portare il pilota a verificare esattamente l'angolo della traiettoria.

Sullo Stampe, egli disporrà di un riferimento "naturale" costituito dai traversini che uniscono i montanti delle ali: sui monopiani, come Zlin o CAP-10, questa posizione risulterà meno evidente. Si ricorrerà quindi a dei nastri adesivi colorati incollati sul parabrezza. La neutralizzazione avrà l'effetto penalizzante di diminuire un po' la velocità dell'aereo? Certo meno, secondo me, di una messa in rovescio più o meno a botte, come ho verificato spesso utilizzando alternativamente i due metodi a scopo dimostrativo.

Neutralizzato su una traiettoria ascendente di 45° l'aereo è di fatto posto su una traiettoria rettilinea e conserva una velocità ancora buona, un peso residuo debole ed un piccolo valore d'incidenza.

## 6.10.5 MESSA IN ROVESCIO: ATTENTI AL PIEDE!

Così, trovandoci con le ali a piccoli angoli di incidenza all'inizio della messa in rovescio, non abbiamo alcuna ragione, nel corso di questa manovra, di ritrovarci ai grandi angoli, dunque con un forte attacco obliquo, quando il piano medio delle ali arriva in verticale, a meno che non vogliamo proprio complicarci l'esistenza e complicare quindi il resto della figura sprestando la nostra riserva di velocità (non si dimentichi infatti che l'attacco obliquo ne consuma molta).

È chiaro invece che avremo interesse a ricorrere il meno possibile all'attacco obliquo durante l'esecuzione della messa in rovescio e che ricorremo poco o per nulla alla pedaliera.

Questo vale per lo Stampe come per il CAP-10: sul primo ci si servirà della pedaliera solo per iniziare la semi-rotazione ed eventualmente per finirla, in funzione del senso del rollio, mentre sul secondo, nel rovesciamento a sinistra, meno si agiteranno i piedi meglio riuscirà la figura.

## 6.10.6 DALLE PICCOLE INCIDENZE POSITIVE ALLE GRANDI INCIDENZE NEGATIVE

Il timone di profondità invece dovrà essere usato e dosato in maniera fine: infatti, anche senza attacco obliquo l'aereo avrà perso buona parte della velocità quando arriverà sul dorso alla fine della semi-rotazione.

Questo vuol dire che per mantenere la traiettoria ascendente a 45° nel corso di questa manovra il pilota non può, avendola iniziata a piccoli angoli positivi, terminarla a piccoli angoli negativi, poichè allora la traiettoria ascendente non sarebbe più rettilinea ma curva: occorre considerare la progressiva diminuzione di velocità che va aggiunta alle esigenze di assetto che richiedono, per mantenere la traiettoria rettilinea in volo rovescio, un valore di incidenza maggiore in volo negativo.

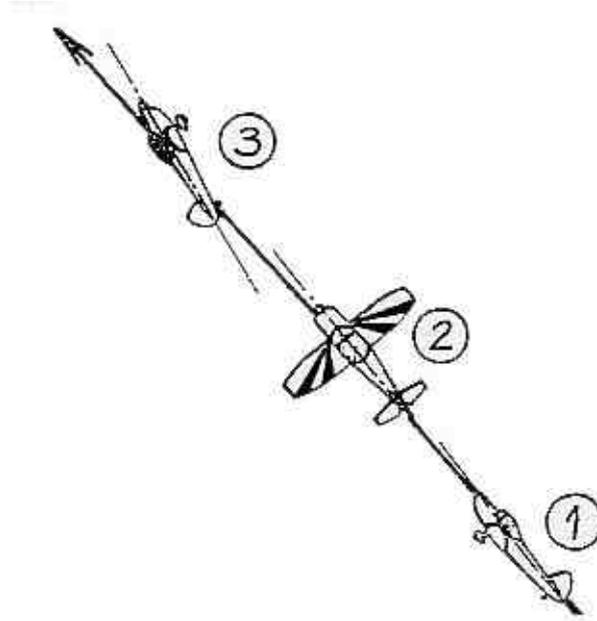
È perchè molti piloti perdono di vista questa elementare esigenza che nel corso di un rovesciamento si vedono molti cominciare con angoli minori di 45° e finire con molto meno di 30°: il mantenimento della traiettoria rettilinea presuppone dunque, a partire dalla posizione a coltello, un'azione dosata ma decisa sul timone di profondità, con barra spinta in avanti.

Questa azione dovrà essere condotta ancora più delicatamente sullo Stampe che sul CAP-10, poichè la riserva di potenza e di velocità è minore e decresce più rapidamente.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 93



[1] Inizio della messa in rovescio: velocità buona, piccole incidenze positive.

[2] Passaggio a coltello al minimo attacco obliquo.

[3] Fine della messa in rovescio: velocità ridotta, incidenza negativa grande, l'aereo è pronto ad iniziare i 5/8 di loop.

Si diminuirà la differenza dall'uno all'altro aumentando sensibilmente la velocità dell'aereo meno potente, cioè lo Stampe, ad inizio figura. abbiamo già visto come, a doppio comando ed in scuola di formazione, questa velocità debba essere di 220 Km/h.

Inoltre, bisognerà gestire bene la messa in rovescio per ritrovarsi in buona posizione al momento dell'ultima fase della figura, cioè i cinque ottavi di looping.

I rischi comuni su questo tipo di velivolo sono:

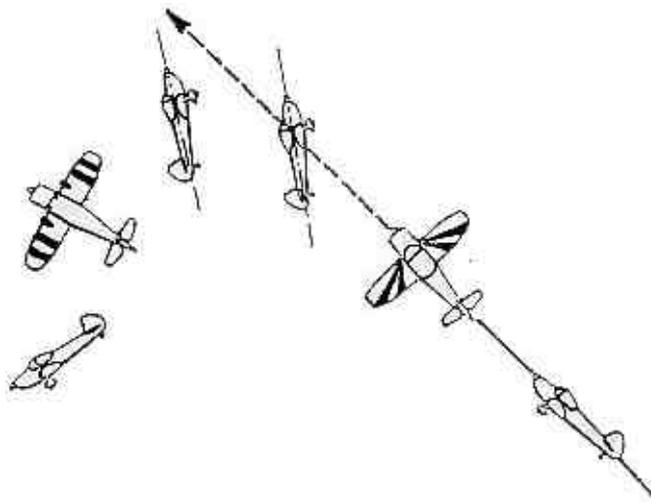
1. Messa in rovescio senza sufficiente uso del timone di profondità, che lascia una velocità buone per il resto della figura ma che termina con mezzo looping e non con cinque ottavi, con l'aereo quasi orizzontale;
2. Un recupero intempestivo di questo errore con un uso brutale ed eccessivo del timone di profondità alla fine della semi-rotazione, con il rischio, per quel poco di attacco obliquo che si è aggiunto, di terminare in uno stallo negativo asimmetrico, cioè un frullino.

Di conseguenza, se alla fine della messa in rovescio sentite che l'aereo vi sta scappando, rifiutando non solo di fermarsi ma anzi accelerando la rotazione verso la posizione ventrale, non state a pensarci sopra: state eseguendo un mezzo frullino negativo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 94



Stallo rovescio al termine del rovesciamento a causa di eccessiva correzione con l'equilibratore e residuo attacco obliquo.

Ecco una ragione di più per eseguire sempre questa figura con un buon margine di quota, poichè sia uno stallo negativo che un frullino negativo a bassa quota non sono più raccomandabili di un'uscita dal rovescio con un mezzo looping a velocità troppo elevata.

## 6.10.7 COME RISPETTARE I CRITERI

Sul CAP-10 il rovesciamento pone meno problemi, ma qualcuno lo lascia, per fortuna, altrimenti l'acrobazia perderebbe tutto il suo fascino.

I riferimenti sul parabrezza ci serviranno per controllare la correzione della posizione del velivolo all'inizio ed alla fine della messa in rovescio: ma, se siamo relativamente al riparo da questo errore sullo Stampe, vediamo spesso sul CAP-10 piloti che marcano con più o meno evidenza la traiettoria a 45° dopo il rovesciamento.

Questa violazione dei criteri può avere tre cause:

1. Una velocità eccessiva all'inizio del posizionamento sulla traiettoria ascendente;
2. Una messa in rovescio iniziata prematuramente;
3. Una messa in rovescio eseguita troppo rapidamente.

Il rimedio più semplice consiste evidentemente nell'iniziare la figura alla velocità giusta, inferiore cioè alla velocità di crociera, che permetta una neutralizzazione iniziale abbastanza netta ed una frazione di looping che si concateni direttamente alla messa in rovescio.

Un'altra soluzione, se la velocità di attacco è troppo alta, può consistere nel rallentare l'esecuzione della messa in rovescio o nell'eseguirla sistematicamente lenta.

Una terza consiste nel marcare la traiettoria ascendente positiva abbastanza da frenare l'aereo, eseguendo poi la messa in rovescio dolcemente ma rapidamente nel momento in cui ci si avvicina alla velocità giusta dell'uscita con frazione di looping.

Le tre soluzioni hanno ciascuna dei sostenitori ma la seconda, meno legata ma più pulita nell'esecuzione, ha preso maggiormente piede, se non altro perchè permette un controllo visivo del quadro più agevole e pure si adatta più facilmente alle varianti a tempi, di cui è di moda arricchire la figura nel corso dei programmi da competizione.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 95

---

## 6.10.8 VISUALIZZAZIONE DELLA MESSA IN ROVESCIO

È facile parlare di angoli di traiettoria ascendente, del loro mantenimento durante la messa in rovescio, di piccoli angoli positivi e grandi angoli negativi: è però meno facile per un debuttante, anche se armato di tutte queste indicazioni e guidato da un buon istruttore, eseguire correttamente la messa in rovescio nel corso del rovesciamento, poichè ad una velocità decrescente, quindi variabile, su una traiettoria più difficile da controllare non solo all'inizio ed alla fine ma anche durante la semi-rotazione, si aggiunge il fatto che lo sguardo si perde nell'azzurro del cielo o nelle nuvole, generalmente assai mobili.

La prima condizione per eseguire un buon rovesciamento è un controllo accurato e rigoroso dell'inclinazione laterale, che deve essere nulla durante tutto il posizionamento: quindi, acquisto di velocità e richiamata prolungata se si vola con lo Stampe, posizionamento a 45° dal volo livellato se si vola sul CAP-10.

All'incirca, con accelerazioni più forti sullo Stampe, si ritrova il problema iniziale del looping, con la differenza della difficoltà di controllare l'inclinazione quando si ferma l'aereo sulla retta a 45°.

Si ha quindi doppiamente interesse a controllare che l'inclinazione sia nulla all'inizio e fino al momento in cui l'orizzonte scompare sotto il velivolo: sono poi i riferimenti a bordo (traversoni o adesivo sul parabrezza) che determinano, in rapporto all'orizzonte visto lateralmente, il posizionamento a 45°: segue poi la messa in rovescio, che ci permetterà di ritrovare l'orizzonte davanti e sotto quando ruoteremo l'aereo.

È questo riferimento dell'orizzonte sotto di noi che ci guiderà per mantenere la traiettoria ascendente durante tutta la semi-rotazione: ci permetterà inoltre di fermare l'aereo ad inclinazione nulla in volo rovescio.

Va da sé che, in funzione della velocità residua e dell'efficienza in rollio del velivolo utilizzato, l'ampiezza dell'azione sul timone di profondità sarà inversamente proporzionale all'evoluzione della velocità, che andrà invece diminuendo: questa sarà la condizione del mantenimento di un tasso di rollio costante e di un arresto sufficientemente netto dell'aereo nel momento in cui arriverà in rovescio.

## 6.10.9 IL SOTTILE LEGAME FRA MESSA IN ROVESCIO E FRAZIONE DI LOOPING

Terminata questa fase delicata dell'esecuzione del rovesciamento, molti piloti debuttanti considerano che, avendo portata a termine la parte più difficile, hanno praticamente finito la figura: si accontentano perciò di ridare barra indietro per ritornare al più presto in volo positivo, eseguendo una frazione di looping più o meno reale ed esteticamente valida.

Questa precipitazione non è affatto conveniente, giacchè questo ritorno al volo positivo, anche se concatenato in un movimento ben collegato, deve essere eseguito con finezza, con la costante preoccupazione del rispetto del criterio dei cinque ottavi di looping e di un'uscita di figura alla velocità prevista per l'inizio della fase successiva: si dovrà perciò dosare bene, alla fine della messa in rovescio, l'angolo di attacco negativo affinché la transizione verso il ritorno al volo positivo nella frazione di looping si effettui in scioltezza e senza rompere il ritmo.

Nell'esecuzione del rovesciamento non si perdano di vista queste regole essenziali:

1. Controllo visivo del posizionamento (inclinazione nulla, angolo di traiettoria) a 45° in rapporto all'orizzonte a partire da una velocità di attacco corretta.
2. Marcamento di questo posizionamento cercando di evitare una messa in rovescio a botte, con uscita dal piano di evoluzione e spostamento dall'asse.
3. Controllo visivo della traiettoria durante la messa in rovescio, con l'aiuto del riferimento dell'orizzonte davanti e sotto.
4. Uso moderato o nullo dell'attacco obliquo, quindi della pedaliera, a seconda dell'aereo, durante la semi-rotazione.
5. Passaggio in scioltezza dalle piccole incidenze positive alle grandi negative corrispondenti al volo rovescio.
6. Necessità di ritorno in scioltezza dal volo negativo al volo positivo durante la fase di passaggio dal rovescio alla frazione di looping.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 96

---

## 6.11 ANCORA SULLA VIRATA ROVESCIA

Il rovesciamento chiude la serie delle figure classiche positive dette "di base", cioè il programma del primo ciclo: non del tutto, tuttavia, poichè abbiamo solo accennato alla virata in rovescio, che figura in questo programma che dobbiamo quindi concludere con un capitolo ad essa dedicato e con un altro sulla vite rovescia. Perchè questa doppia incursione in ciò che è acrobazia negativa e quindi del secondo ciclo? Dopo aver visto il volo rovescio orizzontale e rettilineo è infatti logico studiare la condotta della virata in volo negativo, se non altro perchè vi si può mettere involontariamente a causa di una cattiva tenuta di inclinazione nulla in rovescio, e comunque perchè è meglio non ritrovarsi in un campo sconosciuto.

Quanto alla vite rovescia, vi si può cadere accidentalmente anche facendo evoluzioni positive, ad esempio alla sommità della traiettoria in cabrata di un rovesciamento mal condotto o nell'uscita rovescia di un imperiale a seguito di un uso eccessivo e mal coordinato dei comandi.

Tanto vale quindi studiare anche questo tipo di evoluzione, che può risultare da un cattivo uso dei comandi anche in figure del primo ciclo.

### 6.11.1 APPROFONDIAMO LA VIRATA ROVESCIA

La virata rovescia deve essere assimilata a piccole dosi, poichè la sua corretta esecuzione presuppone un doppio adattamento fisiologico e visivo, che non si può acquisire in una o due lezioni di volo anche considerando che all'inizio di questo studio il grado di saturazione dell'allievo si raggiunge facilmente.

Per quanto mi riguarda, io dissocio anche decisamente l'adattamento fisiologico legato all'esecuzione della virata rovescia dal controllo visivo della geometria di questa evoluzione a seconda che si voglia fare ad esempio una virata di 90° o di 180°, poichè questo controllo è sollecitato soltanto quando la tecnica della virata propriamente detta è assimilata sufficientemente da un pilota abbastanza preparato ed in grado di ritrovare così l'attenzione necessaria.

### 6.11.2 COSA SI DEVE RICHIEDERE ALL'AEREO ED AL MOTORE?

Anche il velivolo ed il gruppo motopropulsore, come si è già detto, devono essere adatti a questo tipo di volo: un aereo di categoria A, cioè omologato per +6/-3G ed alimentato di benzina ed olio in ogni posizione.

Sugli aerei acrobatici moderni l'iniezione risolve tutti i problemi di alimentazione della benzina, con miscela regolata su "ricca", ed il motore è generalmente lubrificato in ogni condizione di assetto mediante sistemi addizionali appositi.

### 6.11.3 IL PILOTAGGIO IN VIRATA ROVESCIA

Un breve briefing di preparazione al suolo sarà indicato per questo esercizio, come per gli altri, senza tuttavia dilungarsi oltre il necessario: ho infatti constatato che i debuttanti si perdono spesso in queste spiegazioni al suolo, soprattutto per quanto concerne le reazioni dell'aereo ai comandi nella virata rovescia, quando invece in volo trovano generalmente in modo naturale e spontaneo le azioni corrette da compiere.

Nello studio del volo rovescio abbiamo già visto che il velivolo si comporta in funzione delle stesse forze che lo governano in volo diritto e che il suo comportamento differisce solo per le caratteristiche aerodinamiche alterate o modificate dal calettamento e dal profilo della velatura, per la posizione degli impennaggi, per l'assetto necessario al volo rovescio e per la coppia picchiante che si presenta costantemente in questa configurazione.

### 6.11.4 SINISTRA DELLA TRAIETTORIA = DESTRA DEL PILOTA

Per il pilota, i cambiamenti nella condotta dell'aeroplano in volo negativo ed in volo positivo non risultano dal fatto che in volo rovescio il senso dei comandi è invertito, ma dal fatto che in questa configurazione l'aereo ed il pilota sono a rovescio: ne risulta che la sinistra del piano di evoluzione, che era effettivamente la sinistra del pilota in volo normale, diventa la destra (Fig. 1) e che per virare a sinistra del piano dovrà dare barra a sinistra e piede a destra anzichè barra e piede a sinistra come farebbe in volo diritto.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 97



In volo rovescio la sinistra del piano di evoluzione è vista dal pilota alla sua destra.

Il motivo di questa apparente contraddizione è semplice: in rollio il senso di azione della barra e l'effetto di questa restano immutati, come si dimostra effettuando un tonneau, nel quale si dà barra a sinistra sia durante i 180° della messa in rovescio che durante i 180° di uscita dal rovescio.

In una virata a sinistra od a destra a 30° di inclinazione, per esempio, il pilota avrà barra a sinistra: ma per unire la cadenza all'inclinazione, darà piede sinistro da diritto e piede destro da rovescio.

La sinistra, come già detto, diventerà la destra: è l'ala destra che sarà abbassata virando a sinistra nel piano di evoluzione ed è la spinta del timone di direzione per mezzo del piede destro che permetterà di coordinare la cadenza di questa virata a sinistra con l'inclinazione che le darà la barra azionata verso la sinistra del pilota.

## 6.11.5 USO DEL TIMONE DI PROFONDITÀ

La virata farà comparire la forza centrifuga, per cui sarà maggiore lo sforzo in avanti da esercitare sulla barra ed il pilota dovrà vigilare maggiormente sul comando di profondità in virata negativa.

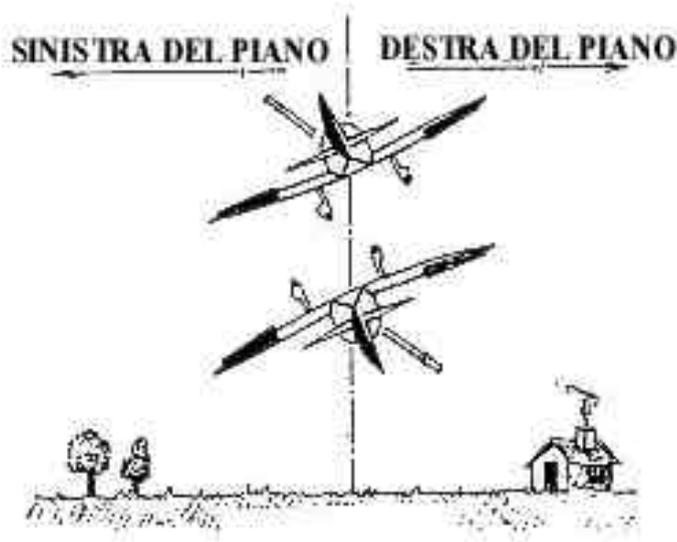
Quindi ancora una volta sottolineo quanto segue:

1. Assicurarsi molto bene con le cinghie.
2. Regolare preventivamente il trim, in posizione a picchiare, non eccessivamente ma a sufficienza per dosare e risparmiare lo sforzo.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 98



In una virata rovescia verso la sinistra del piano la cloche sarà a sinistra, mentre il piede sarà a destra.

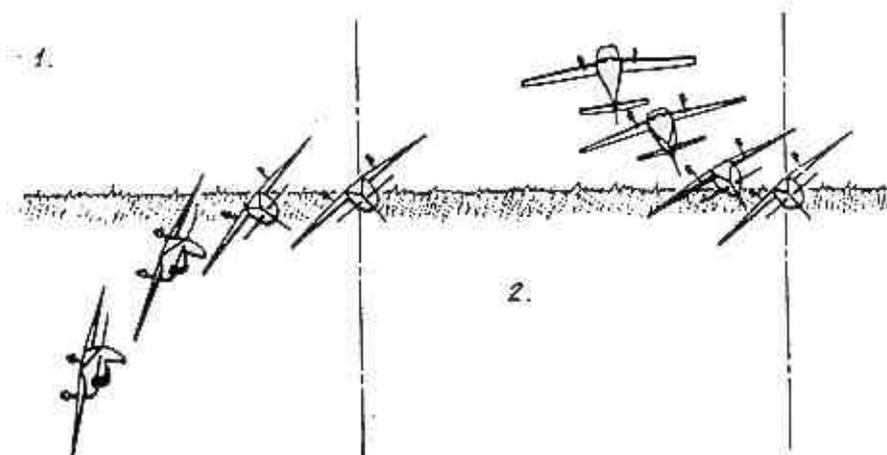
## 6.11.6 IL PROBLEMA ESSENZIALE: CONTROLLO DELL'INCLINAZIONE

Apparirà subito la difficoltà di base di questo esercizio, cioè il mantenimento di un'inclinazione costante corretta: tale controllo sarà complicato dall'eventuale diedro presente sul velivolo utilizzato come dall'intervento degli effetti secondari motore/cellula già descritti, specialmente nell'insorgere del rollio indotto.

Si rende quindi necessario per l'istruttore ottenere dal debuttante una buona realizzazione dell'inclinazione corretta per riuscire poi a mantenerla senza soverchie difficoltà.

Tutto è più facile su un aereo biplano come lo Stampe, per i motivi di cui si è già più volte parlato: su un monoplano come il CAP-10, la cui cappotta motore in volo rovescio è abbastanza alta sull'orizzonte, tenuto conto dell'errore di parallasse dovuto ai posti affiancati, il riferimento esterno è meno evidente. Si può rimediare a questa insufficienza di riferimenti sistemando una sbarra trasversale nella cabina, sopra il parabrezza.

Quanto ai tradimenti del rollio indotto, che come si sa tende ad aumentare l'inclinazione in virata, il pilota debuttante sarà indotto a commettere due classici errori.





# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 99

Virata rovescia a sinistra.

[1] L'inclinazione aumenta, con velocità crescente e perdita di quota.

[2] L'inclinazione diminuisce, la velocità e la pendenza calano. Rischio di stallo negativo.

Un controllo visivo insufficiente potrà infatti tradursi in un aumento insidioso e progressivo dell'inclinazione, che porterebbe ad un aumento della pendenza e della velocità e quindi del fattore di carico: situazione questa assai scomoda e capace di degenerare molto presto in una virata rovescia picchiata con il rischio di un eccessivo aumento di velocità con rapida perdita di quota e della tentazione per il pilota di cavarsela con un'azione indietro sulla barra per tornare in volo diritto, soluzione da proibire categoricamente perchè pericolosa per la supplementare perdita di quota che rischia di risultarne e per le accelerazioni positive che ne deriverebbero, assai temibili per l'integrità della struttura del velivolo.

Per uscire da una virata rovescia che tende a picchiare c'è una sola soluzione possibile:

1. Ridurre l'inclinazione laterale fino a portarla a zero;
2. Ritornare subito alla pendenza rovescia normale del volo orizzontale rettilineo con controllo del regime del motore;
3. Effettuare una normale uscita dal rovescio e rilassarsi.

Altro errore comune: il debuttante timoroso o anche chi abbia già corso il rischio di una virata rovescia picchiata tende ad assumere un'inclinazione troppo limitata. Ne risulterà frequentemente un controllo visivo dell'evoluzione più malagevole, in quanto la conseguenza classica di questo errore è una diminuzione di pendenza che porterà alla riduzione dei giri del motore e della velocità del velivolo.

Certo il pilota non subirà accelerazioni in una virata negativa così condotta, ma rischierà di ritrovarsi con grandi angoli negativi di incidenza e quindi ad uno stallo rovescio abbastanza dissimmetrico.

Se il pilota avverte per tempo l'avvicinarsi dello stallo, se non altro consultando rapidamente variometro, altimetro e contagiri, aumenterà la pendenza rovescia per diminuirla subito non appena avrà ripreso velocità, e la sua virata rovescia prenderà così un'andatura a gobbe.

Un'inclinazione troppo debole in virata rovescia presenta un altro inconveniente: quello di dare alla virata un raggio troppo ampio, difficilmente controllabile visivamente.

## 6.11.7 ACCELERAZIONI NEGATIVE

Un'inclinazione corretta non deve quindi essere troppo grande nè troppo piccola: un'inclinazione a pendenza costante non deve portare il velivolo a subire fattori di carico elevati, poichè con un raggio di virata costante questi saranno abbastanza duraturi e contribuiranno a far apparire al pilota assai lunga una virata rovescia di 360°.

Grosso modo, questa virata rovescia con una corretta inclinazione si deve tradurre in circa -1,5G su uno Stampe e -2,5G su un CAP-10, durando circa 40" sul secondo velivolo: non si è dunque lontani dai 3G necessari ad una risalita rovescia, in cui l'accelerazione negativa è decrescente e più breve (circa 15").

Questo ci porta alla considerazione che non ci si lancia in una virata rovescia, come ho già raccomandato, che con un autentico aereo acrobatico, omologato per +6/-3G.

## 6.11.8 CONTROLLO DELLA TRACCIA AL SUOLO NELLA VIRATA ROVESCIA

Oltre a tenere l'inclinazione, la pendenza e la cadenza costanti, in una virata rovescia bisogna anche sapere dove dirigersi e fermarsi in relazione al piano di evoluzione.

Ciò è più semplice a dirsi che a farsi: succede spesso, infatti, durante le gare al livello del primo ciclo di vedere concorrenti che eseguono correttamente per pendenza ed inclinazione le virate rovescie, coprendo però angoli di 90°, 180°, 270° od anche 360° in più di quanto previsto dal programma di prova.

Una delle difficoltà della ricerca di precisione in questo campo sta nella necessità in cui si trova l'allievo, con la testa appesantita dalle accelerazioni negative, di disperdere la sua attenzione visiva tra il controllo della virata propriamente detta e quello dei riferimenti al suolo che gli permettano di stoppare l'evoluzione sulla traiettoria prevista.

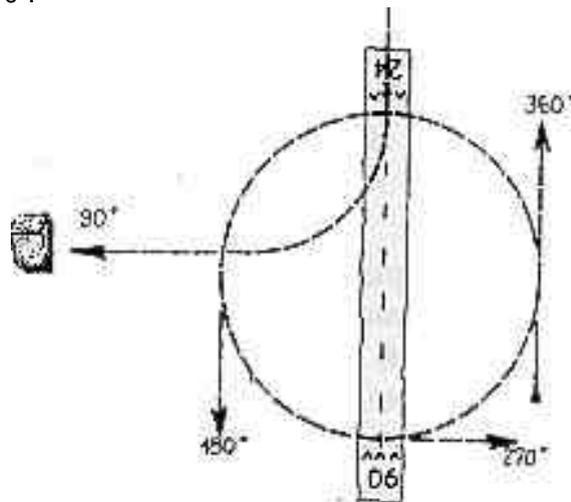


# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 100

Anche qui l'adattamento sarà progressivo: l'istruttore avrà cura che le lezioni non siano troppo lunghe e che i riferimenti al suolo siano ben tracciati e facilmente riconoscibili.

D'altra parte questo lavoro si rivelerà utile per sottolineare ad un debuttante che la nozione di quadro mal si adatta a virate troppo poco accentuate: avrà interesse a servirsi di riferimenti al suolo molto evidenti, quali ad esempio un asse pista od una strada, per andare a cercare un punto notevole situato a  $90^\circ$ , o viceversa, oppure ancora partire alla sinistra di un asse ben materializzato per ritrovarlo a destra dopo  $180^\circ$  e tagliarlo perpendicolarmente dopo  $270^\circ$ .



Necessità di riferimento al suolo per la corretta esecuzione della virata rovescia

Comunque, non sarà neppure il caso per un pilota di primo ciclo di eseguire virate a forte inclinazione, dopo aver visto piloti di livello internazionale eseguirne a  $360^\circ$  con raggio minimo, poichè, anche se con l'aiuto della fortuna ci riuscisse, il seguito del concatenamento delle figure rischierebbe di risentirne in precisione a causa degli sforzi insoliti cui si sarà sottoposto.

Invece, chi sceglierà di prendere un'inclinazione troppo debole rischierà di perdere di vista i riferimenti al suolo e di ritrovarsi perso nella campagna, costretto ad un'uscita fortunosa dal rovescio sanzionata da uno zero di rigore: in più, non avrà certo economizzato le sue forze perchè, pur subendo meno G negativi, li avrà sopportati più a lungo.

Infine, è evidente che il vento ed una deriva eventuale entrano nei parametri di cui il pilota deve tener conto.

Per riassumere:

1. Necessità di duplice adattamento, fisiologico e visivo, dell'allievo.
2. Disporre di un aereo realmente acrobatico.
3. Sapersi assicurare bene con le cinghie.
4. Convincersi che in virata rovescia la sinistra del piano di evoluzione è alla destra del pilota e quindi che una virata rovescia a sinistra implicherà barra a sinistra e piede a destra.
5. Sapere che l'intervento della forza centrifuga accresce lo sforzo fisico sulla barra in avanti per tenere pendenza costante.
6. Convincersi dell'importanza essenziale del mantenimento di una giusta e costante inclinazione: un'inclinazione troppo forte crea il rischio di una virata negativa picchiata, mentre una troppo debole prolunga l'evoluzione e nuoce alla sua esecuzione.
7. Necessità di esercizi condotti metodicamente con l'aiuto di riferimenti molto evidenti per familiarizzare il pilota con il controllo della traccia al suolo della virata stessa.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

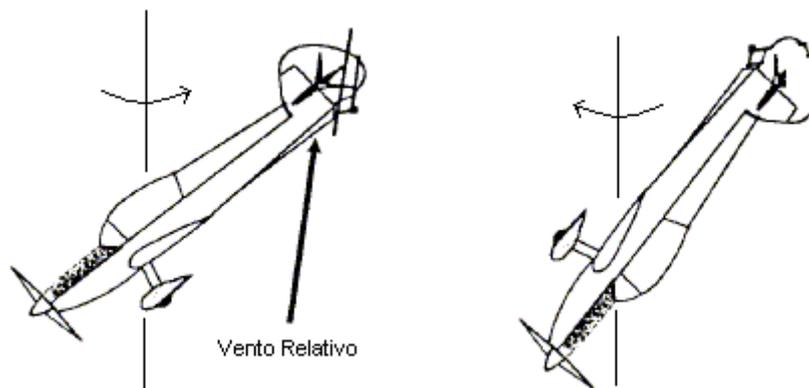
EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 101

## 6.12 LA VITE ROVESCIA

È giunto infine il momento di fare la conoscenza della vite rovescia, o negativa, che molti piloti debuttanti considerano abbastanza spesso come una specie di spaventapasseri: essi sono quasi sempre impressionati dalla prospettiva di abbordare quest'ultimo ostacolo sulla strada del programma del primo ciclo.

In realtà, a questo punto del corso di istruzione, la vite è stata insegnata come un avvertimento, una manovra di sicurezza, ma diventerà poi una figura usata normalmente in competizione a partire dal secondo ciclo.

L'esame di primo ciclo non comporta quindi l'esecuzione di questa figura da parte dell'allievo da solo, ma a doppio comando per ragioni di sicurezza, allo scopo di prendere una misura realistica ed utile dei problemi che possono essere posti dall'esecuzione di questa manovra.



La vite rovescia (a destra). Si noti come il timone sia investito direttamente dall'aria anziché influenzato dalla turbolenza del piano orizzontale come nel caso della vite positiva (a sinistra).

In realtà, se eseguita correttamente su un aereo classico da acrobazia, la vite rovescia costituisce, sia nell'avvio che nell'arresto, una manovra semplice, facilmente controllabile e non pericolosa, addirittura più facile della vite positiva che abbiamo già visto.

A proposito di questa figura si può parlare della regola generale che vuole che un buon aereo acrobatico non si metta volentieri in vite e ne esca da solo: a questa regola generale non mancano le eccezioni a seconda del tipo di aereo, del centraggio e del modo in cui è provocata l'autorotazione negativa.

### 6.12.1 CRITERI E CARATTERISTICHE

Autorotazione: è ben di questo che si tratta in effetti, con la particolarità che essa è creata a partire da una posizione sul dorso.

In altre parole, la vite deve iniziare su un'abbattuta asimmetrica a motore ridotto, il che la differenzia dal frullino, provocato da uno stallo dissimmetrico dinamico.

Ora, non pochi piloti hanno la tendenza a stallare dinamicamente l'aereo per provocare la vite normale ed ancor più la vite rovescia: questo viene dal fatto che, come abbiamo visto nello studio dello stallo negativo, la polare dell'aereo in volo rovescio alle grandi incidenze è più piatta di quella relativa al volo positivo.

Da ciò la doppia caratteristica della vite rovescia, che bisogna mettersi bene in testa:

1. Lo stallo tarda, benché l'aereo diventi instabile, mentre il variometro accusa insidiosamente una tendenza nettamente negativa.
2. A maggior ragione lo stallo dissimmetrico non si produce sempre facilmente.

Questa doppia caratteristica può portare, anche prima dell'inizio vero della vite, ad una rilevante perdita di quota ed uno dei rischi presentati dall'esecuzione di questa manovra può venire da questo fatto.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 102

Ma se l'abbattuta dissimmetrica che provoca l'autorotazione si produce al momento giusto, cioè quando l'aereo sta per stallare e se, dal momento in cui esso passa l'orizzonte, la pedaliera crea un buon attacco obliquo, la vite rovescia non pone problemi, poichè si interrompe non appena si porta la pedaliera al centro e si ripassa dai grandi ai piccoli angoli di incidenza.

Si interrompe tanto più facilmente, come abbiamo visto a proposito del volo rovescio, dal momento che l'aereo, per caratteristiche di costruzione e per la posizione delle superfici fisse (l'impennaggio in particolare), tende ad uscire da sè dal volo negativo.

A maggior ragione succede la stessa cosa per la vite rovescia, che fa parte del volo negativo e per di più ai grandi angoli di incidenza.

## 6.12.2 PROBLEMI DI ESECUZIONE

Se è correttamente centrato l'aereo, che tende a ritornare spontaneamente dai grandi angoli negativi ai piccoli positivi, comincia ad uscire dallo stallo rovescio senza l'assistenza del pilota, a condizione però che questi non rimanga bloccato sul timone di profondità in avanti e sulla pedaliera spinta a fondo da uno o dall'altro lato, a seconda del senso dell'autorotazione.

Il problema di esecuzione sta quindi in primo luogo nel provocare la vite rovescia, poichè l'entrata condiziona l'uscita.

Infatti, succede spesso che per una specie di esitazione e di paura ad usare i comandi, abbastanza naturale in questa configurazione, l'allievo non riesca a creare di colpo uno stallo negativo deciso, che sulla maggior parte degli aerei da acrobazia che conosco presuppone il muso dell'aereo alto sull'orizzonte, con barra di colpo tutta avanti.

Se crea attacco obliquo da uno o dall'altro lato con la pedaliera prima che l'aereo arrivi davvero allo stallo, l'apparecchio entra in una specie di spirale rovescia discendente molto penalizzante per quanto riguarda la quota, nel corso della quale, se il pilota insiste, dopo un inizio di spirale abbastanza tranquillo, lo stallo dissimmetrico si verificherà dinamicamente in qualche modo, più o meno violentemente durante la spirale, imprimendo all'aereo una rotazione il cui tasso sarà in funzione di questa violenza e di cui non sarà sempre facile al pilota debuttante controllare l'arresto.

Ma se non si impressionerà (come non dovrebbe fare essendo già assuefatto alla vite positiva) non avrà problemi ad uscire dalla vite negativa.

## 6.12.3 ATTENZIONE ALLA QUOTA!

L'abbiamo già detto a proposito della vite positiva: la quota non è mai abbastanza per cui non fate imprudenze, almeno se si tratta di una vite intenzionale e non di una manovra di recupero di emergenza.

Sul CAP-10, per esempio, l'entrata e l'arresto di un giro di vite rovescia eseguiti da un allievo provocano una perdita di quota di circa 300 metri: è una cosa che ogni istruttore coscienzioso ha il dovere di far verificare e di sottolineare bene ai propri allievi.

## 6.12.4 USCITA DALLA VITE ROVESCIA

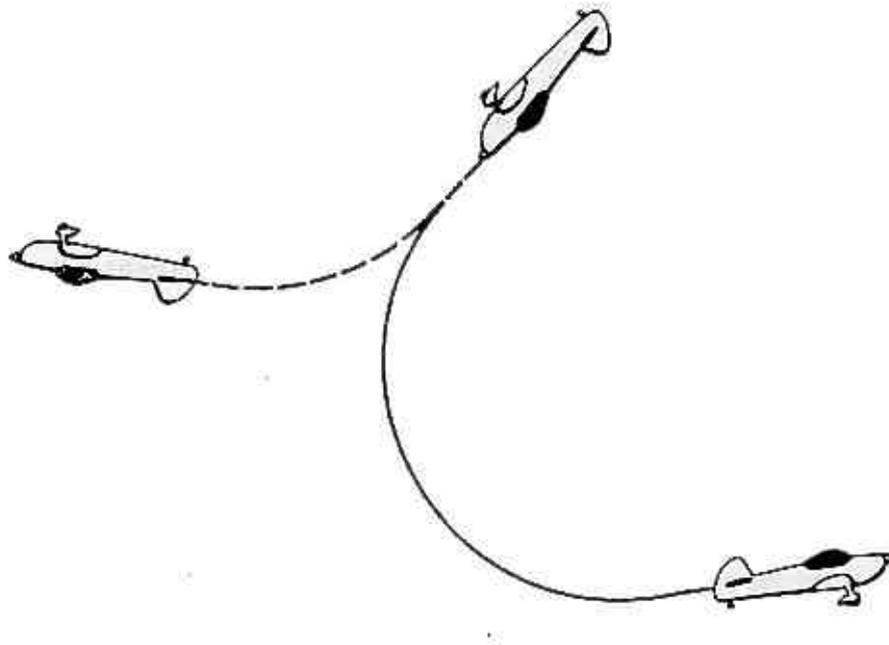
Si deve uscire dalla vite rovescia in volo positivo o negativo? Finchè la si considera come una manovra di sicurezza e non come una figura il senso di uscita non ha alcuna importanza: poichè però siamo ancora allo studio delle figure positive può sembrare logico effettuare l'uscita in volo positivo.

Bisogna tuttavia sapere che questo senso di uscita è normalmente più penalizzante per quanto riguarda la quota, poichè, per tornare al volo normale, l'aereo dovrà prima uscire dalla configurazione di volo rovescio in cui si trova all'arresto della rotazione e passare attraverso una picchiata verticale durante la quale si rischia di prendere eccessiva velocità.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 103



Uscita negativa e positiva dalla vite rovescia.

Ecco perchè l'uscita in volo negativo conclusa da un mezzo tonneau può considerarsi una manovra più semplice e quindi più raccomandabile agli inesperti, se l'insieme dell'evoluzione è stato condotto correttamente. In realtà la decisione del pilota a questo proposito sarà dettata soprattutto dalla posizione del velivolo rispetto al suolo al momento dell'arresto della vite.

## 6.12.5 POSIZIONE DEI COMANDI: UN PROBLEMA ORMAI CONOSCIUTO

Si noterà che non ho affatto parlato sinora delle posizioni dei vari comandi necessarie all'esecuzione delle diverse parti della figura: ciò perchè si è già diffusamente parlato della coordinazione in volo negativo e nelle figure rovescie.

Sarà pertanto sufficiente affermare che una vite rovescia destra implica:

1. Uno stallo negativo;
2. Una dissimmetria creata dall'attacco obliquo risultante dall'azione del piede sinistro, eventualmente rafforzata dall'azione della barra portata bruscamente verso destra.

L'annullamento della dissimmetria per uscire dall'autorotazione si effettuerà di conseguenza, con barra mantenuta o riportata al centro e con un'azione di piede contrario alla rotazione (a destra per la vite sinistra e viceversa).

Quanto al comando di profondità, sappiamo già che per tornare dai grandi ai piccoli angoli di incidenza negativi occorre tirare a sè a barra per poi restituirla per un'uscita negativa o, al contrario, continuare a tirarla nel caso si voglia uscire positivi.

Bisogna notare a questo proposito che, limitandosi a tirare la cloche e non intervenendo con piede contrario, si deve poter fermare la rotazione, poichè al ritorno in positivo l'azione della pedaliera si inverte: tuttavia questo procedimento porta ad un passaggio in verticale con attacco obliquo con perdita di quota ed eccessivo e poco controllabile aumento di velocità.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 104

## 6.12.6 VITE ROVESCIA CON ENTRATA DAL VOLO POSITIVO

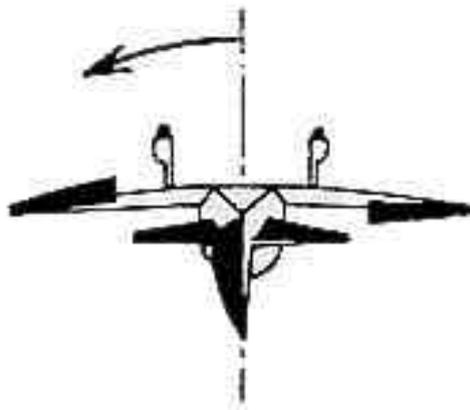
Noi siamo contro la vite scomoda! Esiste un modo di provocare la vite rovescia partendo dal volo positivo, cioè senza passare dalle figure negative che non fanno parte del nostro programma: basta semplicemente, in corrispondenza della velocità di stallo in rovescio, spingere decisamente la barra avanti, così da far passare l'aereo in volo rovescio per mezzo di una semi-rotazione attorno all'asse trasversale trovandosi direttamente in uno stallo negativo (a patto che l'entrata sia avvenuta a velocità abbastanza bassa).

In questo caso l'azione sul timone di profondità sarà accompagnata da una sulla pedaliera a sinistra se si vuole la vite a destra e viceversa.

Il pilota novellino ha generalmente la tendenza a considerare questo metodo di mettersi in rovescio il più barbaro: in realtà, su buoni velivoli come lo Stampe od il CAP-10, questo è al contrario il più sicuro ed anche il più facile, poichè, se la velocità iniziale è abbastanza bassa, lo stallo negativo si produce quasi istantaneamente.

Per riassumere:

1. La vite rovescia è, a livello di primo ciclo, un avvertimento ed una manovra di sicurezza;
2. Essa risulta da uno stallo rovescio dissimmetrico, creato e mantenuto dalla pedaliera: piede sinistro per vite destra e viceversa;
3. In volo rovescio a grande incidenza l'aereo diventa instabile ma tarda a stallare, perdendo quota: se la pedaliera entra in azione prima dello stallo l'aereo entra in una spirale discendente, con rischio di stallo dissimmetrico abbastanza violento, di rotazione assai rapida e di grande perdita di quota: sarà quindi necessario mantenere sempre un elevato margine di quota.



Vite rovescia a sinistra.

[1] Stallo negativo: muso alto, barra in avanti.

[2] Dissimmetria: pedaliera a fondo a destra.

[3] Se necessario, barra a fondo a sinistra per favorire la caduta dell'ala.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 105

---

## 7 CONCLUSIONI

Il nostro corso di acrobazia termina qui per quanto riguarda il primo ciclo: soffermiamoci tuttavia un poco su come deve essere condotto in pratica l'addestramento e sulla sua durata approssimativa.

### 7.1 ALTERNANZA DEI VOLI A DOPPIO COMANDO E DA SOLISTA

Durante il corso di formazione è utile alternare i voli a doppio comando e quelli da solista: questi ultimi devono intervenire ogni volta che una figura è ben assimilata e può quindi essere eseguita con buona precisione e sicurezza.

L'interesse di questo metodo è soprattutto di natura psicologica: infatti, si evita all'allievo di abituarsi alla continua presenza dell'istruttore a bordo e di rilassarsi nel conforto morale di questa presenza fino al punto di rischiare, per i più fionni, di non poterne più fare a meno; di affidarsi sempre all'istruttore per uscire da situazioni critiche e da esecuzioni approssimative; gli consente al contrario di verificare personalmente il livello reale di preparazione, di prendere generalmente meglio, con l'aiuto dell'istruttore, le misure della difficoltà delle figure, dei problemi di visualizzazione, di dosaggio dei comandi; gli dà infine l'idea del comportamento del velivolo con una persona anziché due, sicuramente più vantaggioso e prestante soprattutto nel caso l'istruttore non sia un peso-piuma con tutto il paracadute: il pilota verrà così ad essere psicologicamente e tecnicamente preparato ad affrontare il passaggio al secondo ciclo.

La durata dei voli da solista sarà generalmente minore che nei voli in doppio, poichè sono più dispendiosi fisicamente ed emotivamente per il pilota: l'istruttore non dovrà d'altra parte imporre un volo da solista subito prima o subito dopo di un volo di istruzione, giacchè l'allievo deve affrontare il volo nel migliore stato di freschezza fisica e mentale.

Tuttavia non è nemmeno opportuno che il volo da solista segua ad un periodo troppo lungo di istruzione a doppio comando: una mezza giornata al massimo è il massimo intervallo consigliato.

Gli esercizi da solista devono svolgersi sotto il controllo visivo dell'istruttore ed in uno spazio ben definito, che familiarizzi subito il pilota con la nozione di quadro: le quote di evoluzione saranno tali da garantire la sicurezza e comunque la possibilità di recuperare una cattiva esecuzione di figura, cioè da 700 ad 800 metri.

Si raccomanda particolarmente il contatto radio, poichè la critica simultanea è sempre benefica: inoltre questa possibilità di comunicare infonde sicurezza all'allievo e consente all'istruttore di far rieseguire una figura particolarmente ostica, oppure anche di modificare la durata pianificata del volo.

Anche se vi è contatto radio, il programma del volo deve essere preventivamente concordato ed il pilota non deve mai scostarsene, poichè l'allievo inesperto rischia di farsi trascinare dal proprio temperamento tendendo a strafare e ponendosi in condizioni di potenziale pericolo per sè e per il velivolo, oltre che superando senza accorgersene il punto di saturazione e quindi togliendo valore ed utilità al volo.

Anche la durata delle lezioni a doppio comando dovrà essere limitata: un volo di mezz'ora, con venti minuti di acrobazia, costituisce una buona misura, potendo essere prolungato, con riprese di quota e pause, fino a quaranta minuti: i voli da solista non dovranno durare più di quindici o venti minuti.

Questa cadenza determina praticamente da sè la durata del corso di istruzione: se si calcolano due lezioni a doppio comando ed un volo da solista per ogni figura, secondo un ritmo che richiede una buona capacità di assimilazione, si arriverà a circa dodici ore. Siccome però è raro che non si incappi in qualche problema particolare, tenendo anche conto di situazioni contingenti (ad esempio avverse condizioni meteo), si può concludere che un corso di istruzione su CAP-10 richiederà circa una quindicina di ore, mentre su uno Stampe si può arrivare fino a venticinque.

Certo qualche pilota particolarmente dotato e fortunato potrà arrivare al test conclusivo in minor tempo, ma si tratta di eccezioni abbastanza rare.

Succede a volte di esaminare piloti formati in maniera approssimativa, con poche ore di studio: avevano soltanto sprecato tempo e denaro, senza acquisire nulla di realmente valido e duraturo, poichè avrebbero dovuto ricominciare tutto daccapo: è quello che consiglio loro caldamente di fare, rifiutando gentilmente ma decisamente di fornir loro il pezzo di carta che vengono ingenuamente a cercare.



# MANUALE DI ACROBAZIA AEREA

EDIZIONE: 1  
DATA: MARZO 2004  
PAGINA: 106

---

## 7.2 GLI ESAMI

Quanto detto non significa che si debba esigere un lavoro perfetto, ma perfettibile e già abbastanza assimilato nei criteri come analisi ed esecuzione: l'esame a doppio comando potrà consistere solo nella richiesta di esecuzione di un programma di test, con esecuzione di figure a sinistra ed a destra.

## 7.3 APPLICAZIONE PRATICA

Dopo il primo ciclo bisognerà dedicare ancora un pò di tempo per assimilare bene le figure fondamentali, poichè tutto ciò che si potrà fare partendo da cattive basi non varrà tecnicamente molto: in questa fase l'istruttore dovrà esigere da pilota una perdita massima di quota, nel corso delle figure concatenate del primo ciclo, di 100 metri sul CAP-10, con un' esecuzione separata e quindi concatenata delle figure a valori variabili di inizio e di uscita, in modo da sviluppare un'idea più precisa dei volumi, dei tempi e degli effetti secondari.

Un programma di esame e di allenamento potrebbe essere simile al seguente:

1. Fieseler.
2. Looping.
3. Mezzo Otto Cubano.
4. Rovesciamento.
5. Imperiale.
6. Tonneau.
7. Messa in rovescio.
8. Virata rovescia di 180°.
9. Uscita dal rovescio.

## 7.4 LA COMPETIZIONE COME STIMOLO A MIGLIORARE

Fortunatamente, come è logico, una gara a tutti i livelli è oggi strettamente legata al corso di formazione: essa esercita un effetto positivo, stimolando i piloti debuttanti in acrobazia e procurando loro l'occasione e la voglia di perfezionarsi.

L'allenamento programmato e controllato, l'emulazione favorita da questi incontri sono estremamente benefiche poichè non solo offrono possibilità di serio allenamento, di miglioramento ad alto livello, ma costituiscono uno scopo.

la competizione familiarizza inoltre il pilota appena uscito dal corso acrobatico alla costruzione di programmi, alla scelta delle figure che si concatenano più efficacemente dal punto di vista dell'armonia, della costruzione e della quota.

Senza dubbio a questo livello la scelta resta limitata e questo spiega come sia invalso l'uso di introdurre figure come il tonneau a tempi ed i frullini senza contare ciò che fa parte normalmente od implicitamente del lavoro di base: vite positiva, messa in rovescio con semi-looping, uscita dal rovescio.

Da parte mia ho sempre visto i piloti con cui volo progredire rapidamente e bene in seguito a questi incontri amichevoli o gare nazionali per debuttanti.

Questa constatazione mi ha formato la convinzione che, a partire dal livello di primo grado di acrobazia, formazione e competizione devono essere strettamente legate.