

## APPENDICE I

## TABELLE DI PRESTAZIONE DEL VELIVOLO

CONTENUTO	Pag.
- ELENCO DELLE TABELLE . . . . .	A-1
- ISTRUZIONE SULL'IMPIEGO DELLE TABELLE . . . . .	A-3
- SIMBOLI E DEFINIZIONI . . . . .	A-25

## ELENCO DELLE TABELLE

FIGURA	TITOLO
A-1/1	... Diagramma della velocità in funzione del numero di Mach
A-1/2	... Diagramma della velocità in funzione del numero di Mach
A-2	... Diagramma della densità altimetrica - ICAO
A-3	... Tabella dell'aria tipo e di conversione delle unità di misura
A-4/1	... Fattore di correzione della velocità - Errore di posizione del tubo di Pitot alare in funzione della I.A.S.
A-4/2	... Fattore di correzione della velocità - Errore di compressibilità in funzione della C.A.S.
A-5	... Fattore di correzione della quota - Errore di posizione del tubo Pitot alare in funzione della I.A.S.
A-6	... Vento trasversale in decollo ed in atterramento
A-7	... Spinta e tempo di combustione di un razzo JATO 14-DS-1000M8
A-8/1	... Decollo - Velocità e tempo di accensione di 2 razzi JATO (pista con superficie dura)
A-8/2	... Decollo - Velocità e tempo di accensione di 2 razzi JATO (pista semipreparata)
A-9/1	... Decollo - Velocità e tempo di accensione di 4 razzi JATO (pista con superficie dura)
A-9/2	... Decollo - Velocità e tempo di accensione di 4 razzi JATO (pista semipreparata)
A-10	... Velocità di decollo
A-11	... Velocità di decollo con 2 razzi JATO
A-12	... Velocità di decollo con 4 razzi JATO
A-13/1	... Distanze di decollo (pista con superficie dura)
A-13/2	... Distanze di decollo (pista semipreparata)

## ELENCO DELLE TABELLE

## FIGURA

## TITOLO

A-22/3-2	Massima autonomia - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-22/4-1	Massima autonomia - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-22/4-2	Massima autonomia - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-23/1	Prestazioni di ottimo ritorno - Tabelle riassuntive Configurazione: senza carichi esterni
A-23/3	Prestazioni di ottimo ritorno - Tabelle riassuntive Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-23/4	Prestazioni di ottimo ritorno - Tabelle riassuntive Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-24/1-1	Massima durata - Configurazione: senza carichi esterni
A-24/1-2	Massima durata - Configurazione: senza carichi esterni
A-24/3-1	Massima durata - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-24/3-2	Massima durata - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-24/4-1	Massima durata - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-24/4-2	Massima durata - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A- 25/1	Tempo di combattimento - Configurazione: senza carichi esterni
A-25/2	Tempo di combattimento - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-25/3	Tempo di combattimento - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-26/1	Discesa raccomandata - Tutte le configurazioni
A-26/2	Discesa di massima autonomia - Tutte le configurazioni
A-27	Velocità di impatto all'atterramento
A-28/1	Atterramento - Spazio di rullaggio ed effetto delle condi- zioni superficiali della pista

## ELENCO DELLE TABELLE

FIGURA	TITOLO
A-28/2	Atterramento - Spazio di allaggio ed effetto delle condizioni superficiali della pista
A-29/1-1	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: senza carichi esterni
A-29/1-2	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: senza carichi esterni
A-29/3-1	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-29/3-2	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: 2 carichi esterni da 500 lbs
A-29/4-1	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"
A-29/4-2	Miglia nautiche per 1000 lbs di combustibile - Configurazione: 2 x 2 razzi da 5"

## ISTRUZIONE SULL'IMPIEGO DELLE TABELLE

*Nota*

In questa appendice viene fornita una serie di tabelle per il calcolo dei dati necessari alla preparazione di un completo piano di volo.

Tutte le tabelle sono state calcolate per combustibile tipo JP-4 (p. sp. 0,779 kg/dm<sup>3</sup> - pari a 6,5 lbs/US Gall.)

## TABELLE DI CORREZIONE

Le tabelle A-1/1 e A-1/2 sono l'abaco di corrispondenza fra velocità, quota e numero di Mach; consentono di ricavare il Mach, la TAS in aria standard e la TAS in funzione della temperatura esterna (OAT). La tabella A-2 è l'abaco della densità in funzione della quota; fornisce la Hd e permette di ricavare la EAS

secondo la formula  $EAS = \frac{TAS}{1/\sqrt{\sigma}}$ .

La tabella A-3 fornisce tutti i dati caratteristici dell'aria standard.

La tabella A-4/1 permette di trasformare la IAS in CAS secondo la formula  $CAS = IAS + \Delta V_i$ .

La tabella A-4/2 permette di ricavare la EAS secondo la formula  $EAS = CAS - \Delta V_c$ .

La tabella A-5 permette di trasformare la Hi in Hc secondo la formula  $H_c = H_i + \Delta H$ .

## VENTO TRASVERSALE IN DECOLLO E ATTERRAMENTO

Nel diagramma della tabella A-6 vengono riportati gli elementi utili alla corretta effettuazione della manovra di decollo o di atterramento in presenza di vento laterale.

In questo grafico, valido per tutte le configurazioni, sono date, in funzione della velocità (rafica massima) e della direzione di un vento rispetto all'asse pista:

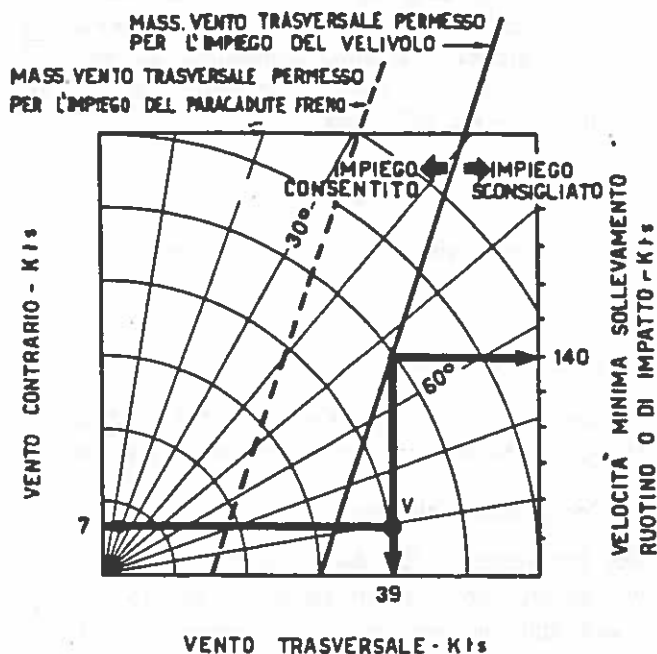
— componente del vento secondo l'asse pista;

— componente trasversale del vento;

— minima velocità indicata consentita, di sollevamento ruotino o di impatto, in funzione dell'intensità della componente trasversale del vento;

— massima intensità della componente trasversale consentita per l'impiego in atterramento del paracadute freno, in funzione dell'entità e dell'inclinazione laterale del vento.

Dal diagramma della tabella A-6 si ricava:



- Componente del vento secondo l'asse pista: 7 Kts.
- Componente trasversale del vento: 39 Kts.

Essendo V alla destra della linea continua:

- Decollo *sconsigliato*.
- Atterramento *sconsigliato*.

## ATTENZIONE

In caso di assoluta necessità:

- Decollo con *sollevamento del ruotino a velocità non inferiore a 140 KIAS*.
- Atterramento *senza paracadute freno e velocità d'impatto non inferiore a 140 KIAS*.

## DECOLLO

I diagrammi contenuti nelle fig. da A-8 ad A-19 consentono la determinazione dei seguenti dati:

- Velocità di decollo.
- Distanza di decollo.
- Velocità durante la corsa di decollo.
- Massima velocità di rinuncia (solo per decolli senza JATO).
- Velocità e tempo di accensione dei razzi JATO.

I diagrammi si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Normale (senza razzi JATO).
- Con due razzi JATO.
- Con 4 razzi JATO.

Per ciascuna condizione sono riportati i dati di decollo sia da pista con superficie dura (cemento, asfalto, ecc.),

sia da pista semipreparata (grelle, terra battuta, prato asciutto con erba corta).

I dati sono validi per tutte le configurazioni.

## Nota

La tecnica di decollo assunta per la compilazione dei diagrammi è la seguente:

- a) rullaggio sulle 3 ruote fino ad una velocità pari al 90% della velocità di distacco;
- b) manovra per portare il velivolo fino all'assetto di distacco (la manovra termina all'atto del distacco);
- c) salita fino all'ostacolo di 50 ft mantenendo invariato l'assetto.

## VELOCITÀ DI DECOLLO

Nei diagrammi della figg. A-10, A-11 e A-12 si ricava in funzione del peso del velivolo, la velocità di distacco; tale velocità è stata messa in confronto con la velocità

di stallo, calcolata tenendo conto della componente verticale della spinta del turboreattore a regime massimo, e degli eventuali razzi JATO.

## DISTANZE DI DECOLLO

Nei diagrammi delle figg. da A-13/1 a A-15/2 sono date le lunghezze di decollo (rullaggio e spazio necessario per superare un ostacolo di 50 ft) in funzione delle seguenti variabili:

- a) Temperatura del campo.

- b) Quota del campo.

- c) Peso del velivolo.

- d) Componente del vento parallela alla pista (vento contrario).

## VELOCITÀ DURANTE LA CORSA DI DECOLLO

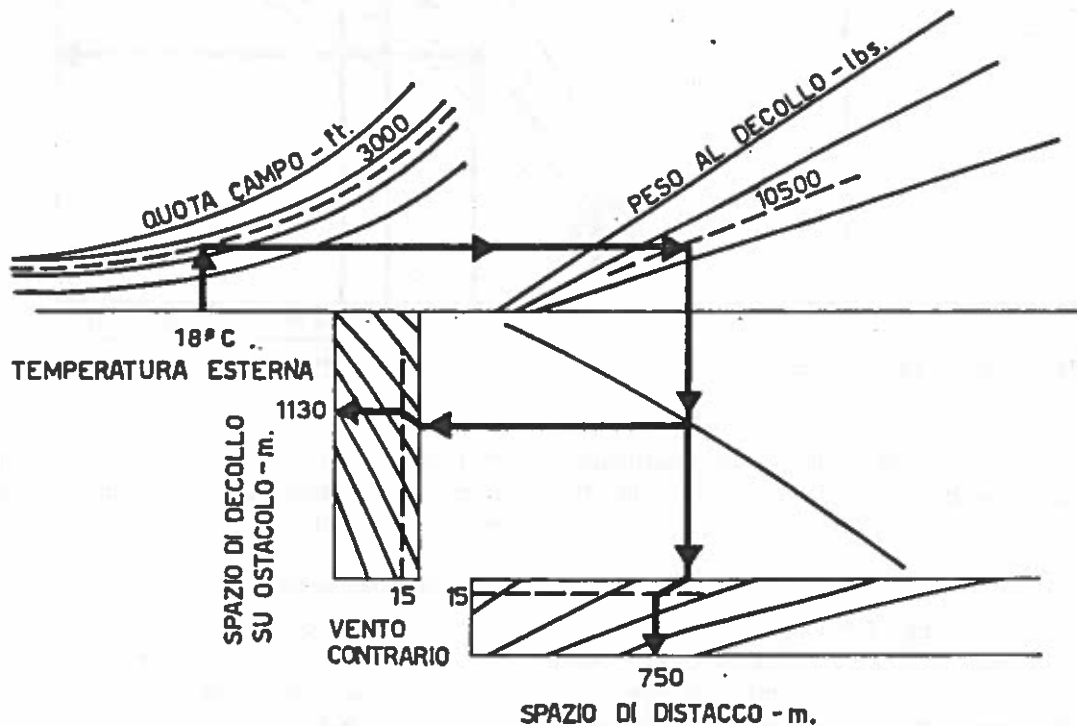
Nei diagrammi delle figg. da A-16/1 ad A-18/2 sono riportate, in funzione del peso e dello spazio percorso, le velocità indicate raggiunte durante la corsa di decollo.

## 3) Spazio di decollo.

Dal diagramma di fig. A-13/1 si determina nelle condizioni considerate:

— Spazio di distacco: 730 m (2460 ft).

— Spazio per superare l'ostacolo di 50 ft: 1160 m (3800 ft).



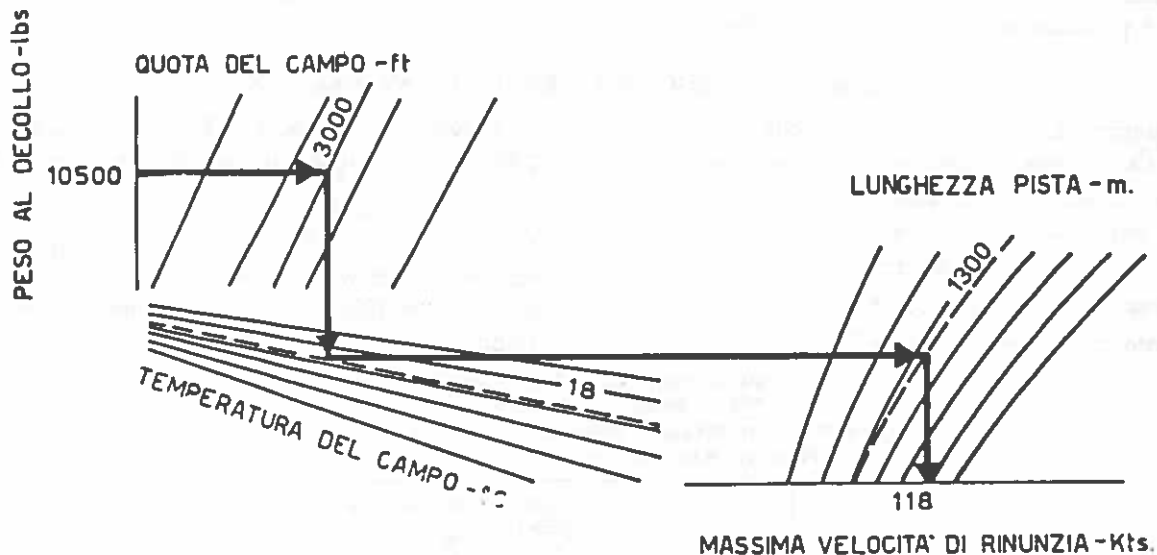
## 4) Massima velocità di rinuncia.

Dal diagramma di fig. A-19/1 si determina, nelle condizioni considerate, una massima velocità di rinuncia di 118.0 Kts per la pista di 1300 m.

Essendovi però un vento contrario di 15 Kts, la massima velocità di rinuncia letta sull'anemometro vale:  $118.0 + 15 = 133.0$  Kts CAS.

**Nota**

Occorre notare che la correzione per il vento qui indicata non è rigorosamente esatta: essa è però prudente e rientra nell'approssimazione del calcolo.



## 5) Velocità in corrispondenza dei tabelloni di segnalazione.

Al fine di controllare se il decollo evolve in maniera regolare, il pilota, può, in corrispondenza delle tacche che indicano le migliaia di piedi, controllare le velocità indicate.

Tali velocità si rilevano sul diagramma di fig. A-16/1:

a) entrare con il peso al decollo di 10.500 lbs, salire verticalmente fino ad incontrare la linea «velocità di distacco» indi deviare orizzontalmente

b) entrare con lo spazio richiesto per il rullaggio di 750 m (2470 ft), salire verticalmente fino ad incontrare l'orizzontale determinata precedentemente;

c) tracciare la linea guida passante per il punto di incrocio di cui al paragrafo b);

d) interpolare su questa linea guida in corrispondenza dei valori relativi alle posizioni delle tacche di segnalazione e leggere le velocità sull'asse delle ordinate:

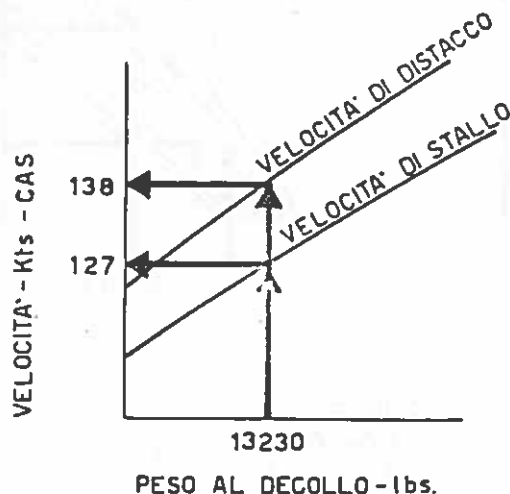
— Spazio 1160 ft  $V = 83$  Kts CAS  
— Spazio 2460 ft  $V = 117$  Kts CAS

2) Velocità di distacco.

Dal diagramma della fig. A-11 si determina per un peso di 13.230 lbs una velocità di distacco di 138 Kts CAS.

— Velocità di distacco rispetto al suolo:  $138 - 15 = 123$  Kts.

— Velocità di stallo corrispondente: 127 Kts.

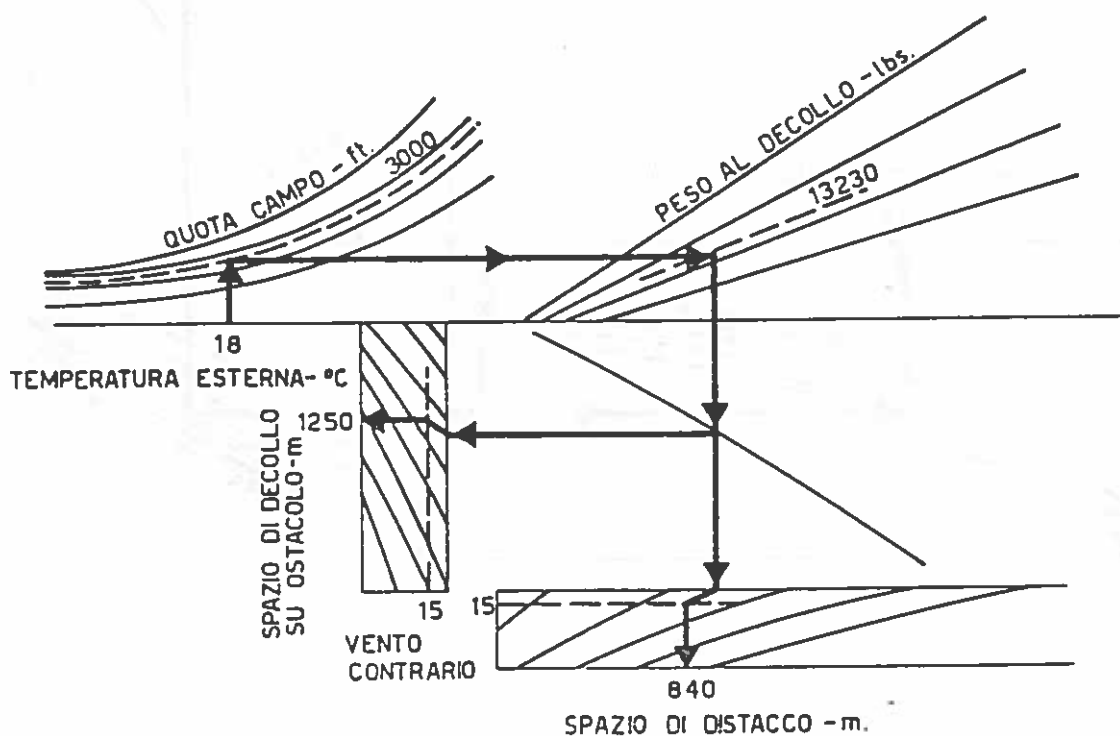


3) Spazio di decollo.

Dal diagramma di fig. A-14/1 si determina nelle condizioni considerate:

— Spazio di distacco: 840 m (2756 ft).

— Spazio per superare l'ostacolo di 50 ft: 1250 m (4100 ft).



4) Velocità in corrispondenza delle tacche di segnalazione.

Al fine di controllare se il decollo evolve in maniera regolare, il pilota può, in corrispondenza delle tacche che indicano le migliaia di piedi, controllare la sua

velocità. Dal diagramma della fig. A-17/1 tale velocità rispetto al vento deve essere:

— Spazio 1000 ft  $V = 78$  Kts CAS

— Spazio 2000 ft  $V = 115$  Kts CAS

SALITA

I diagrammi delle figg. A-21/1-1 + A-21/4-2, relativi alle configurazioni senza carichi esterni, con due contenitori subalari fumogeni, con due carichi esterni da 500 lbs e 2x2 razzi da 5", forniscono le prestazioni di salita ottima fino alla quota di 35.000 ft in condizioni ISA e per variazioni di  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  dalla temperatura standard.

Per ogni configurazione i diagrammi sono divisi in due fogli: sul primo sono riportati, in funzione del peso all'inizio della salita, il tempo di salita e lo spazio percorso in orizzontale per le varie quote raggiunte; sul secondo foglio è riportato il consumo di combustibile in funzione degli stessi parametri.

Le tabelline in basso a destra, su ciascun foglio, contengono le velocità ottime da mantenere sulla traiettoria ed i dati caratteristici riguardanti il decollo e l'accelerazione alla velocità di salita.

Esempio di impiego

Determinare il combustibile occorrente, il tempo ed il percorso in orizzontale per salire alla quota di 30.000 ft. La temperatura ambiente è mediamente di  $10^{\circ}\text{C}$  più calda di quella standard.

Il velivolo è nella configurazione senza carichi esterni ed il peso ad inizio salita è di 11.000 lbs

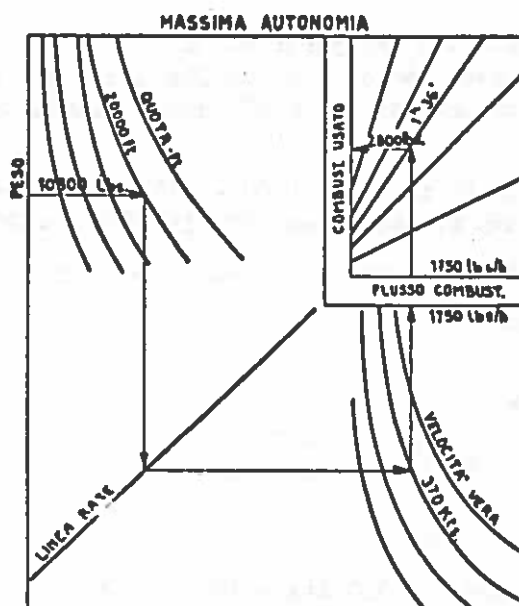
- a . Dal grafico di fig. A-21/1-1 al peso di 11.000 lbs per la quota di 30.000 ft con un  $\Delta \text{Temp.} = +10^{\circ}\text{C}$  si legge un tempo di 6,4 minuti ed un percorso di 48 N.MI.
- b . Dal grafico di fig. A-21/1-2 al peso di 11.000 lbs per la quota di 30.000 ft si legge un consumo di 490 lbs.

MASSIMA AUTONOMIA

I diagrammi delle figg. A-22/1-1 + A-22/4-2 rispettivamente per il velivolo senza carichi esterni, con due contenitori subalari fumogeni, con due carichi esterni da 500 lbs e con 2 x 2 razzi da 5" riportano le prestazioni di "MASSIMA AUTONOMIA". I dati includono una tolleranza del 5% e sono relativi alle sole velocità raccomandate di ottima crociera per missioni eseguite a quota costante.

Le tabelle di "OTTIMO RITORNO" delle figg. A-23/1 + A-23/4 forniscono le prestazioni di autonomia possibile con varie quantità di combustibile disponibile.

- b. Entrare sul grafico di fig. A-22/1-2 al peso di 10.800 lbs e alla quota di 20.000 ft, scendere sulla linea base, procedere orizzontalmente a destra, fino ad incontrare la curva della velocità determinata nel punto (a.) 370 Kts TAS, salire verticalmente e leggere il valore del consumo orario di combustibile 1750 lbs/h. Al tempo di crociera ottenuto precedentemente di 1h 36' si legge un consumo di combustibile di 2.800 lbs.



Il precedente procedimento fornisce le prestazioni di autonomia basate su condizioni di peso iniziale. Ma è chiaro che consumando combustibile il peso del velivolo diminuisce ed aumentano le prestazioni di autonomia. Per tale motivo, quando vengono trattate grandi quantità di combustibile, è consigliabile che il calcolo venga fatto ad incrementi di peso di 1000 lbs. Il precedente problema deve essere ricalcolato come segue:

- c. Determinare la distanza percorsa con 1000 lbs di combustibile.  
Il peso medio è di 10.300 lbs  $\frac{(10.800 + 9.800)}{2}$

Usare lo stesso procedimento visto al punto (a.) e si leggerà:

Mach = 0.595

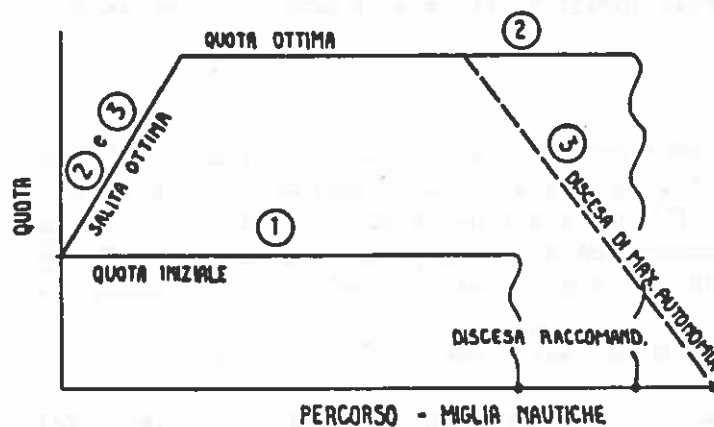
Velocità vera a -20°C = 370 Kts TAS



TABELLE RIASSUNTIVE DI OTTIMO RITORNO

Lo scopo delle tabelle A-23/1 + A-23/4 è quello di fornire una rapida indicazione di autonomia possibile per varie quantità di combustibile a bordo del velivolo.

I dati di percorso e del tempo corrispondente sono relativi a tre procedure di volo diverse, come sotto specificato:

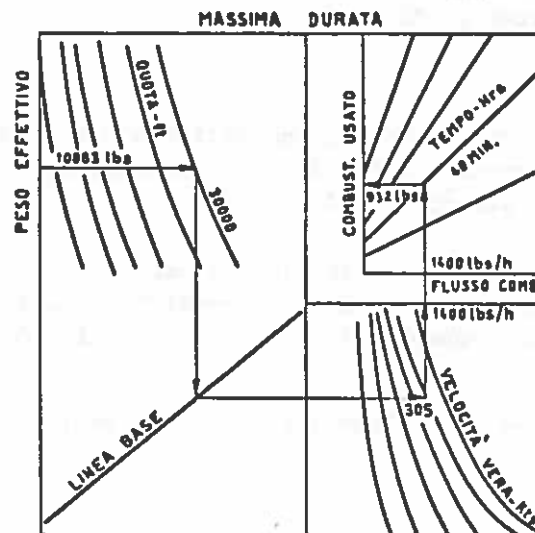


NOTA - In tutte le procedure vengono considerate 270 lbs di riserva ad Ho=0

- ① Effettuare la crociera alla quota iniziale di partenza fino sulla base e scendere osservando le procedure della "DISCESA RACCOMANDATA"
- ② Salire alla quota di ottima crociera (indicata dalla freccia corta sul lato sinistro della quota iniziale), effettuare la crociera a tale quota fino sulla base e scendere osservando le procedure della "DISCESA RACCOMANDATA".
- ③ Salire alla quota di ottima crociera (indicata dalla freccia lunga sul lato destro della quota iniziale), effettuare la crociera a tale quota e scendere sulla base seguendo le procedure della "DISCESA DI MASSIMA AUTONOMIA".

Procedere orizzontalmente a sinistra fino ad incontrare la linea base, se guire la linea guida fino a  $-50^{\circ}\text{C}$ , continuare orizzontalmente a sinistra dove si legge una velocità vera di 305 KTAS.

- c . Entrare sull'abaco di fig. A-24/3-2 al peso di 10.863 lbs, procedere a destra fino ad incontrare la quota di 30.000 ft, scendere sulla linea base ed alla velocità vera ottenuta al punto b. salire e leggere il flusso orario di combustibile di 1.400 lbs/h. Continuare fino al tempo di volo desiderato 40 minuti e leggere il com bustibile consumato 932 lbs.



Il procedimento dei punti precedenti assume la prestazione basata sulle con dizioni di peso iniziale. Per un preciso calcolo, occorre determinare il peso medio.

- d . Il peso finale approssimato del velivolo è di 9.268 lbs (10.200-932).

- e . Il peso medio del velivolo è di 9.734 lbs ( $\frac{10.200 + 9.268}{2}$ ).

- f . Il peso medio effettivo del velivolo è di 10.366 lbs

- g . Seguendo lo stesso procedimento di prima si ha per il peso di 9.734 lbs a 30.000 ft un Mach di 0.50, una velocità vera di 290 KTAS, un flusso orario di combustibile di 1.200 lbs/h, quindi un consumo di combustibile per 40 minuti di 800 lbs.

Esempio di impiego

Determinare il consumo combustibile, il tempo e la distanza percorsa in orizzontale durante una discesa di "massima autonomia" dalla quota di 30.000 ft alla quota di 10.000 ft.

## a) consumo combustibile:

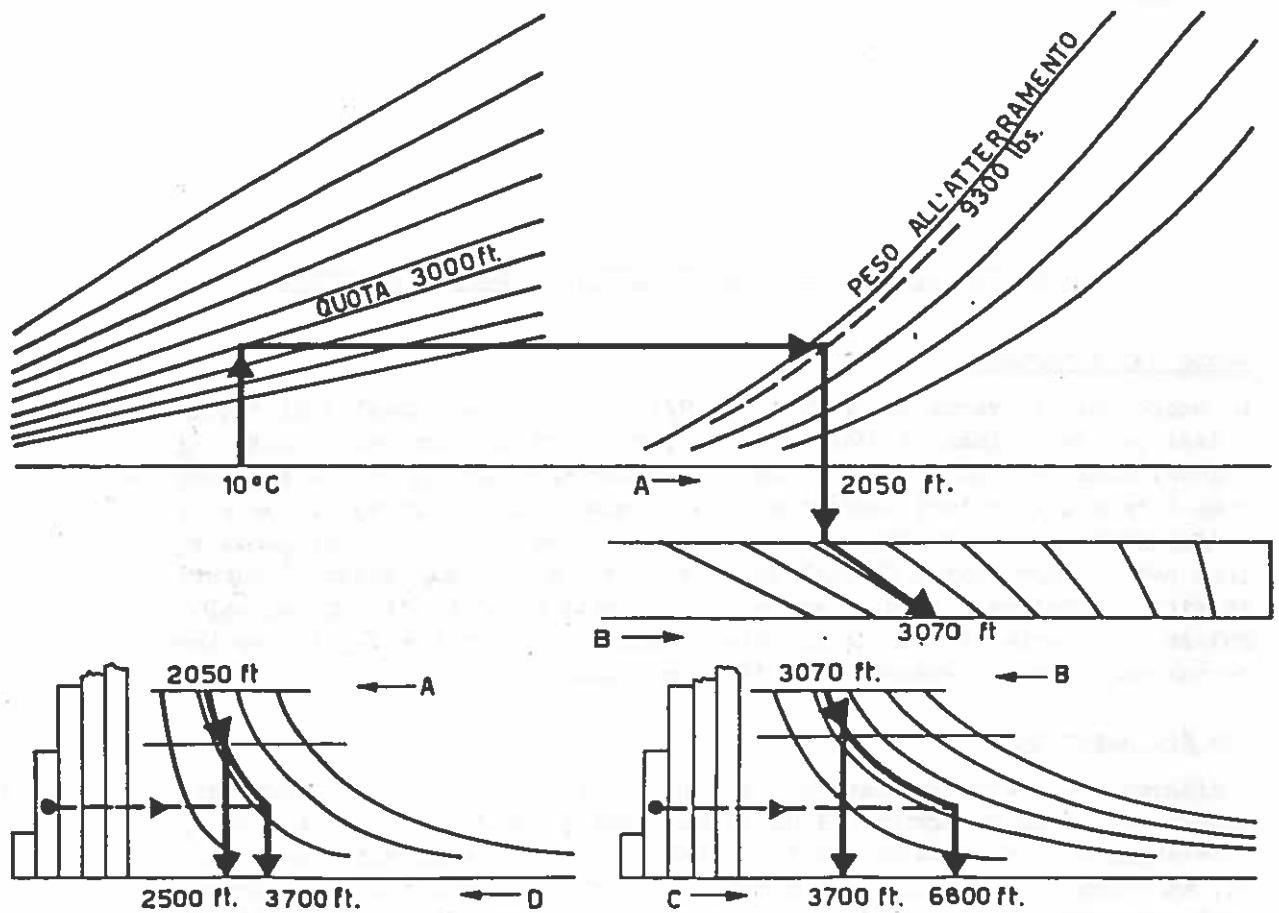
1) quota inizio discesa	:	30.000 ft
2) consumo	:	160 lbs
3) quota fine discesa	:	10.000 ft
4) consumo	:	70 lbs
5) consumo combustibile da 30.000 ft a 10.000 ft	:	$160 - 70 = 90 \text{ lbs}$

## b) tempo impiegato :

1) quota inizio discesa	:	30.000 ft
2) tempo	:	12 min
3) quota fine discesa	:	10.000 ft
4) tempo	:	5 min
5) tempo impiegato per discendere da 30.000 ft a 10.000 ft	:	$12 - 5 = 7 \text{ min}$

## c) distanza percorsa in orizzontale:

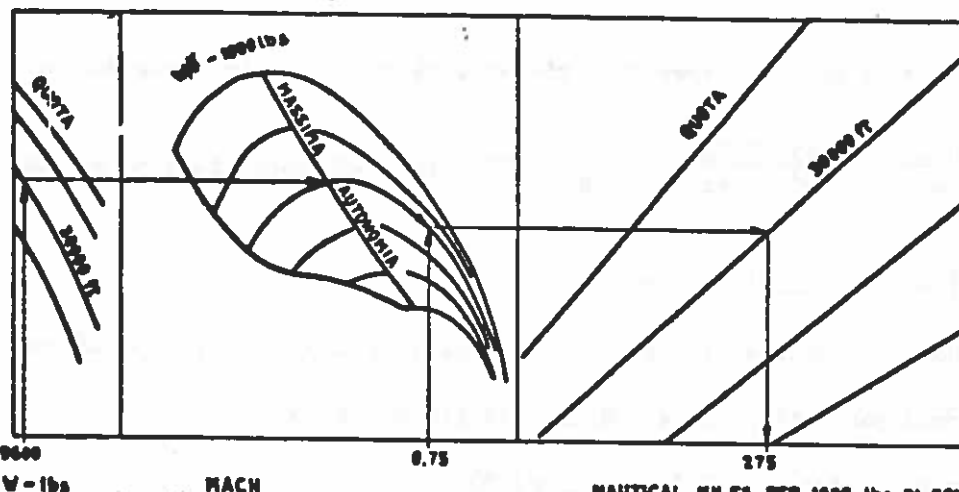
1) quota inizio discesa	:	30.000 ft
2) distanza	:	54 N.MI.
3) quota di fine discesa	:	10.000 ft
4) distanza	:	18 N.MI.
5) distanza percorsa in orizzontale durante la discesa da 30.000 ft a 10.000 ft	:	$54 - 18 = 36 \text{ N.MI.}$



Per conoscere la distanza di rullaggio senza paracadute freno, e sempre con frenata massima, si seguono le linee di guida sino alla scala B sulla quale si legge il valore di 3070 ft.

Volendo ora tener conto di una frenata normale anzichè massima per entrambe le condizioni (con e senza impiego del paracadute freno) si entra con i valori letti sulle scale A e B nei due diagrammi inferiori e, seguendo le linee di guida, fino ad incrociare il riferimento relativo alla frenata normale, si legge rispettivamente:

- 2500 ft per atterramento con paracadute freno;
  - 3700 ft per atterramento senza paracadute freno.
- Se tipo e condizioni della pista sono differenti da cemento o terreno erboso asciutto (come ad esempio terreno erboso bagnato con pioggia di media intensità), anzichè seguire le linee di guida solo fino al valore della frenata normale, proseguire fino al valore stimato per le condizioni pista (linea tratteggiata nel nostro caso) e si legge rispettivamente:
- 3700 ft per atterramento con paracadute freno;
  - 6800 ft per atterramento senza paracadute freno.



- c. Entrare sull'abaco di conversione  $W/\delta$ , al peso medio di crociera, salire fino ad incontrare la quota di 30.000 ft, procedere orizzontalmente a destra fino ad incontrare la linea base KASSILA AUTONOMIA dove si legge un valore di  $W/\delta$  di 32.300 lbs.
- Al numero di MACH stabilito di 0.75 salire verticalmente fino ad incontrare la linea di  $W/\delta$  di 32.300 lbs, procedere a destra orizzontalmente fino alla linea della quota di 30.000 ft, scendere verticalmente e leggere il valore della N.MI. per 1000 lbs di combustibile = 275 N.MI./1000 lbs.
- d. Allo stesso numero di MACH 0.75 scendere alla temperatura ambiente di  $-40^{\circ}\text{C}$ , orizzontalmente a questo punto leggere la velocità vera di crociera di 445 KTAS.
- e. La velocità rispetto al suolo è di 405 Kts (445 - 40).

