

# Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

## ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

**Indirizzo:** ITCR – TRASPORTI E LOGISTICA  
ARTICOLAZIONE CONDUZIONE DEL MEZZO  
OPZIONE CONDUZIONE DELMEZZO AEREO

**Tema di:** SCIENZE NAVIGAZIONE, STRUTTURA E COSTRUZIONE DEL MEZZO AEREO

*Il candidato svolga la prima parte della prova e risponda a due tra i quesiti proposti nella seconda parte.*

### PRIMA PARTE

Un ATR 42 MP della Guardia Costiera si trova in missione di vigilanza ambientale marittima sul Mar Tirreno al FL65 con CAS = 240 kt e SAT = ISA – 7°C.

Alle UT 11:30 il pilota, determinata la posizione dell'aereo in lat. 37° 55' .3 N, long. 010° 37'.8 E, con MC = 015° (VAR = 2° 30' Est) dirige per il VOR di Ostia in presenza di un vento (grecale) di intensità 20 kt.

Il pilota viene a conoscenza del seguente avviso TAD (Thunderstorm Area Detection) emesso dall'unità di Previsione Meteo ENAV di Roma Fiumicino:

LIRF MET RADAR 02 VALID 271200/271400 MOD/HVY FRQ ECHOES AREA RAD 028NM  
TSRA 41DEG 50MIN N 12DEG 13MIN E TOP 8000M MOV S 06KT INTST

Il candidato determini il probabile punto e l'ora in cui le condizioni meteorologiche riportate dal suddetto avviso interesseranno la rotta dell'ATR 42 e se, in tale momento, l'aereo verrà investito dalla perturbazione.

### Risoluzione

Prima di procedere con i calcoli, è bene decifrare le informazioni fornite dall'avviso TAD, che è un riporto di osservazione ai fini aeronautici effettuato da un radar meteo di superficie. Il sistema TAD è entrato in funzione nel 2009 e attualmente in Italia sono presenti solo due radar atti a fornire tali informazioni: Roma/Fiumicino e Milano/Linate.

Il riporto meteorologico contiene i seguenti elementi:

- identificativo ICAO di stazione emittente e numero progressivo di emissione (LIRF MET RADAR 02 = è la seconda emissione giornaliera effettuata da Roma/Fiumicino);
- validità (VALID 271200/271400 = le informazioni fornite si riferiscono all'arco temporale che va dalle 12:00 alle 14:00 del giorno 27 del mese corrente);
- intensità dell'eco (MOD/HVY = l'intensità del segnale va da moderata a forte);
- estensione dell'eco (FRQ ECHOES AREA RAD 028NM = il riporto interessa più del 75% dell'area circolare il cui raggio è di 28 miglia);
- fenomeni associati (TSRA = temporale con presenza di attività elettriche nella zona interessata);
- posizione dell'eco (41DEG 50MIN N 12DEG 13MIN E = il centro dell'area interessata si trova alle seguenti coordinate  $\varphi = 41^{\circ}50' N$ ;  $\lambda = 12^{\circ}13' E$ );
- top delle nubi (TOP 8000M = la parte più alta delle nubi del fenomeno pericoloso si trova a una quota di 8000 m);

- movimento (MOV S 06KT = il fenomeno pericoloso si sposta a una velocità di 6 kt verso sud);
- variazione di intensità (INTST - INTSF = indica che il fenomeno si sta intensificando);
- remark (non sono presenti ulteriori informazioni).

### Calcolo della TAS:

$$ISA = T_0 - a \cdot H = 288,16K - 0,0065 \frac{K}{m} \left( 6500 \frac{ft}{m} \cdot 0,3048 \frac{m}{ft} \right) = 275,28K$$

$$SAT = ISA - 7^\circ C = 275,28 - 7 = 268,28K$$

$$TA = 6500 \frac{268,28}{275,28} = 6334,7 \frac{ft}{m} \cdot 0,3048 = 1930,8m$$

Quota	Temperatura		Pressione		Densità		Peso spec.	Viscosità		Suono
z	t	T	p		$\rho$	$\delta$	$\gamma$	$\mu$	v	a
m	°C	°K	mb	Pa (N/m <sup>2</sup> )	Kg/m <sup>3</sup>	$\rho / \rho_0$	N/m <sup>3</sup>	Ns/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /s	m/s
1500	5,25	278,41	845,26	84.526,38	1,058	0,863	10,38	1,75E-05	1,65E-05	334,49
2000	2	275,16	794,57	79.457,57	1,007	0,821	9,873	1,73E-05	1,72E-05	332,53

Si ricavano dalle tabelle i valori di  $\rho$  alle quote limitrofe a quella di volo poi, con una semplice proporzione, si calcola quella relativa alla quota reale di volo

$$\rho_{1500} = 1,058 \frac{kg}{m^3} \quad \rho_{2000} = 1,007 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{1930,8} = 1,058 \frac{kg}{m^3} - \left( \frac{430,8m \cdot 0,051 \frac{kg}{m^3}}{500m} \right) = 1,014 \frac{kg}{m^3}$$

$$TAS = CAS \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_z}} = 240 \cdot \sqrt{\frac{1,225}{1,014}} = 263,8Kts$$

### Triangolo del vento:

Sapendo che il vento si mantiene costante durante tutto il volo (WD/WV = 45°/20 Kts) e che la TC = 17° 30' e la TAS = 263,8 Kts, si ha:

$$TC = MC + (\pm VAR) = 015^\circ + (+2^\circ 30') = 17^\circ 30'$$

$$\alpha = (360^\circ - WDR) + TC = (360^\circ - (45^\circ + 180^\circ)) + 17^\circ 30' = 152^\circ 5'$$

$$\text{sen}(WA) : WV = \text{sen}(\alpha) : TAS \rightarrow WA = \arcsen\left(\frac{WV \cdot \text{sen}(\alpha)}{TAS}\right) = 2^\circ 01'$$

$$\beta = 180^\circ - (\alpha + WA) = 25^\circ 49'$$

$$GS : \text{sen}(\beta) = TAS : \text{sen}(\alpha) \rightarrow GS = TAS \frac{\text{sen}(\beta)}{\text{sen}(\alpha)} = 245,9Kts$$

$$TH = TC + WA = 19^\circ 51'$$

**Calcolo delle coordinate dell'aereo alle 12:00** (inizio del fenomeno pericoloso).

$$m_{AB} = GS \cdot \Delta T = 245,9 \cdot 0^h 30^m = 122,95 NM$$

$$\alpha = 90^\circ - TC = 90^\circ - 17^\circ 30' = 72,5$$

$$\Delta\varphi_{AB} = m_{AB} \cdot \text{sen}(\alpha) = 122,95 \cdot \text{sen}(72,5) = 117,26 NM \equiv 1^\circ 57' 16" N$$

$$\varphi_B = \varphi_A + \Delta\varphi_{AB} = 37^\circ 55' 18" + 1^\circ 57' 16" = 39^\circ 52' 34" N$$

$$\mu = m_{AB} \cdot \cos(\alpha) = 122,95 \cdot \cos(72,5) = 36,97 NM$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_B + \varphi_A}{2} = 38^\circ 53' 56"$$

$$\Delta\lambda_{AB} = \frac{\mu}{\cos(\varphi_m)} = 47,5 NM \equiv 0^\circ 47' 30" E$$

$$\lambda_B = \lambda_A + \Delta\lambda_{AB} = 10^\circ 37' 48" + 0^\circ 47' 30" = 11^\circ 25' 18" E$$

$$B \begin{cases} \varphi_B = 39^\circ 52' 34" N \\ \lambda_B = 11^\circ 25' 18" E \end{cases}$$

**Calcolo della distanza iniziale tra l'aereo e il fenomeno pericoloso**

$$\Delta\varphi_{BC} = \varphi_C - \varphi_B = 41^\circ 50' - 39^\circ 52' 34" = 1^\circ 57' 26" N \equiv 117,4 NM$$

$$\Delta\lambda_{BC} = \lambda_C - \lambda_B = 12^\circ 13' - 11^\circ 25' 18" = 0^\circ 47' 42" E \equiv 47,7 NM$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_C + \varphi_B}{2} = 40^\circ 51' 17"$$

$$\mu = \Delta\lambda_{BC} \cdot \cos(\varphi_m) = 36,08 NM$$

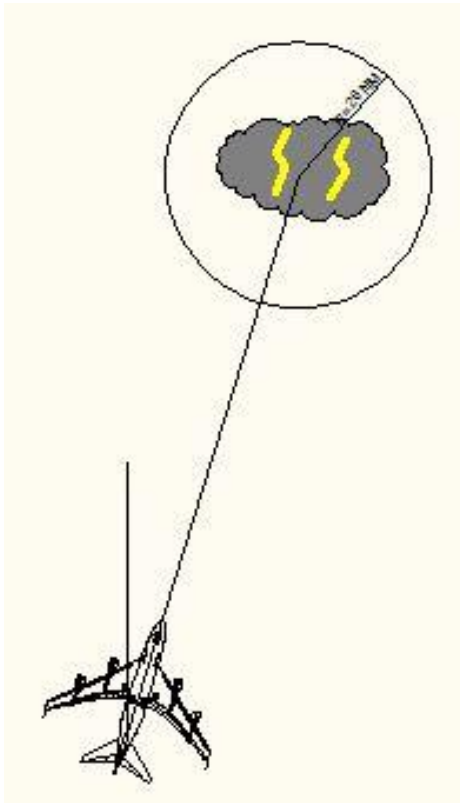
$$m_{BC} = \sqrt{\Delta\varphi_{BC}^2 + \mu^2} = 122,82 NM$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{\Delta\varphi_{BC}}{\mu}\right) = 72,9$$

$$TB = 90^\circ - \alpha = 17,08 \cong 17^\circ$$

**Calcolo delle coordinate del punto di incontro del fenomeno pericoloso**

Per prima cosa è necessario capire dopo quanto tempo avverrà l'incontro del fenomeno pericoloso. In questo caso, visto che l'aereo si sposta con un TC molto vicina al valore della congiungente aereo-fenomeno pericoloso, si può ottenere facilmente la distanza che l'aereo deve coprire al fine di raggiungere il temporale, togliendo alla distanza iniziale, precedentemente calcolata, il raggio di ampiezza del temporale  $m_x = m_{BC} - R = 122,82 - 28 = 94,82 NM$ .



Si procede come segue:

$$\Delta T = \frac{m_{BX}}{GS} = \frac{94,82}{245,9} = 0,386 = 0^h 23^m 08^s$$

$$UT_X = 12:00 + \Delta T = 12:23$$

$$\alpha = 90^\circ - TC = 90^\circ - 17^\circ 30' = 72^\circ 5'$$

$$\Delta\varphi_{BX} = m_{BX} \cdot \text{sen}(\alpha) = 94,82 \cdot \text{sen}(72^\circ 5') = 90,43 \text{ NM} \equiv 1^\circ 30' 26'' N$$

$$\varphi_X = \varphi_B + \Delta\varphi_{BX} = 39^\circ 52' 34'' + 1^\circ 30' 26'' = 41^\circ 23' 00'' N$$

$$\mu = m_{BX} \cdot \text{cos}(\alpha) = 94,82 \cdot \text{cos}(72^\circ 5') = 28,51 \text{ NM}$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_B + \varphi_X}{2} = 40^\circ 37' 47''$$

$$\Delta\lambda_{BX} = \frac{\mu}{\text{cos}(\varphi_m)} = 37,57 \text{ NM} \equiv 0^\circ 37' 34'' E$$

$$\lambda_X = \lambda_B + \Delta\lambda_{BX} = 11^\circ 25' 18'' + 0^\circ 37' 34'' = 12^\circ 02' 52'' E$$

$$X \begin{cases} \varphi_X = 41^\circ 23' 00'' N \\ \lambda_X = 12^\circ 02' 52'' E \end{cases}$$

Dato che il passaggio dell'aereo nell'area interessata dalla perturbazione è previsto per le 12:23 e che il temporale, così come indicato dal TAD, inizia alle 12:00 e si conclude alle 14:00, l'aereo sarà investito dal fenomeno temporalesco, a meno che il pilota non decida di portare l'aereo a una quota superiore al top delle nubi, ossia ad almeno **FL265**.

**SECONDA PARTE**

**Quesito 1**

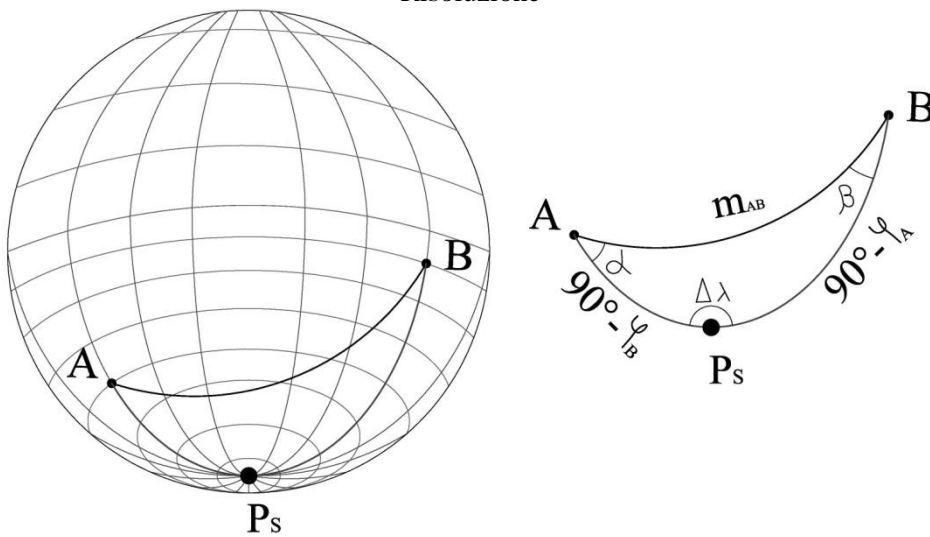
Un aeromobile dirige per ortodromia da un waypoint A di coordinate (lat. 70° S; long. 068° W) e una base posta nel punto B (lat. 78° S; long. 170° E).

Il candidato calcoli la distanza tra i due punti, le coordinate del vertice e la rotta da inserire al girodirezionale (supposto compensato per la rotazione terrestre) rispetto a un reticolo formato da rette parallele al meridiano di Greenwich.

Risolva, ancora, il quesito in modo grafico costruendo una carta stereografica polare relativa a una sfera rappresentativa terrestre di raggio uguale a 150 mm e sovrapponendo a essa il reticolo.

Calcoli, infine la scala della carta alla latitudine di 80° S nell'ipotesi di Terra sferica di raggio uguale a 6371 km.

Risoluzione

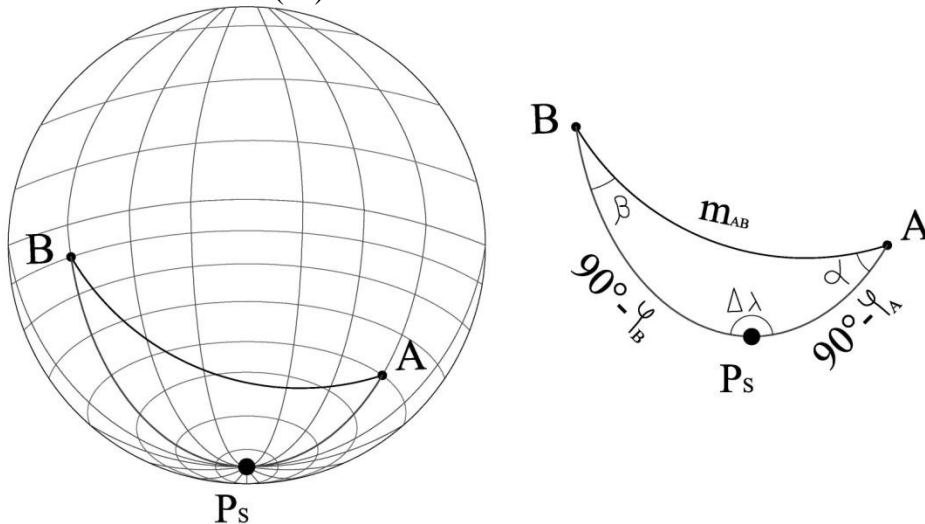


**Calcolo della distanza ortodromica**

$$\Delta\lambda_{AB} = \lambda_B - \lambda_A = 170^\circ - (-68^\circ) = 238^\circ \text{ E} > 180^\circ$$

$$\Delta\lambda_{AB \text{ reale}} = 360^\circ - 238^\circ = 122^\circ \text{ W}$$

In questo caso la differenza di longitudine è risultata maggiore di 180°, pertanto il percorso più breve si ottiene passando dall'antimeridiano di Greenwich. In questo modo è necessario cambiare il disegno e il valore della rotta iniziale (Ri)



$$\begin{aligned} \cos(m_{AB}) &= \cos(C\varphi_A) \cdot \cos(C\varphi_B) + \operatorname{sen}(C\varphi_A) \cdot \operatorname{sen}(C\varphi_B) \cdot \cos(\Delta\lambda) \\ \cos(m_{AB}) &= \cos(90^\circ - \varphi_A) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_B) + \operatorname{sen}(90^\circ - \varphi_A) \cdot \operatorname{sen}(90^\circ - \varphi_B) \cdot \cos(\Delta\lambda) \\ m_{AB} &= \arccos(\operatorname{sen}(\varphi_A) \cdot \operatorname{sen}(\varphi_B) + \cos(\varphi_A) \cdot \cos(\varphi_B) \cdot \cos(\Delta\lambda_{AB})) = \\ &= \arccos(\operatorname{sen}(70^\circ) \cdot \operatorname{sen}(78^\circ) + \cos(70^\circ) \cdot \cos(78^\circ) \cdot \cos(122^\circ)) = 28,18 \\ m_{AB} &= 28,18 \cdot 60 = 1690,7 \equiv 1690,7 \text{ NM} \end{aligned}$$

### Calcolo della rotta iniziale

Prima di poter calcolare le coordinate del vertice, è necessario ottenere l'angolo  $\alpha$

$$\begin{aligned} \operatorname{cotg}(C\varphi_B) \cdot \operatorname{sen}(C\varphi_A) &= \cos(C\varphi_A) \cdot \cos(\Delta\lambda) + \operatorname{sen}(\Delta\lambda) \cdot \operatorname{cotg}(\alpha) \\ \operatorname{cotg}(90^\circ - \varphi_B) \cdot \operatorname{sen}(90^\circ - \varphi_A) &= \cos(90^\circ - \varphi_A) \cdot \cos(\Delta\lambda) + \operatorname{sen}(\Delta\lambda) \cdot \operatorname{cotg}(\alpha) \\ \alpha &= \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{sen}(\Delta\lambda_{AB})}{\operatorname{tg}(\varphi_B) \cdot \cos(\varphi_A) - \operatorname{sen}(\varphi_A) \cdot \cos(\Delta\lambda_{AB})}\right) = \\ \alpha &= \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{sen}(122^\circ)}{\operatorname{tg}(78^\circ) \cdot \cos(70^\circ) - \operatorname{sen}(70^\circ) \cdot \cos(122^\circ)}\right) = 21,92 \end{aligned}$$

In questo caso, per ottenere il valore della rotta iniziale, dato che il punto di partenza si trova a Sud e che la rotta reale percorsa è verso Ovest (3° quadrante), si utilizza:

$$R_i = 180^\circ + \alpha = 180^\circ + 21,92 = 201,92$$

### Calcolo delle coordinate del vertice

$$\begin{aligned} \cos(90^\circ - C\varphi_v) &= \operatorname{sen}(\alpha) \cdot \operatorname{sen}(C\varphi_A) \\ \cos(90^\circ - (90^\circ - \varphi_v)) &= \operatorname{sen}(\alpha) \cdot \operatorname{sen}(90^\circ - \varphi_A) \rightarrow \cos(\varphi_v) = \operatorname{sen}(\alpha) \cdot \cos(\varphi_A) \\ \varphi_v &= \arccos[\operatorname{sen}(\alpha) \cdot \cos(\varphi_A)] = \arccos[\operatorname{sen}(21,92) \cdot \cos(70^\circ)] = 82^\circ 39' 52'' S \\ \cos(C\varphi_A) &= \operatorname{cotg}(\alpha) \cdot \operatorname{cotg}(\Delta\lambda) \rightarrow \cos(90^\circ - \varphi_A) = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha)} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\Delta\lambda)} \\ \Delta\lambda_{Av} &= \operatorname{arctg}\left[\frac{1}{\operatorname{sen}(\varphi_A) \cdot \operatorname{tg}(\alpha)}\right] = \operatorname{arctg}\left[\frac{1}{\operatorname{sen}(70^\circ) \cdot \operatorname{tg}(21,92)}\right] = 69^\circ 17' 12'' W \end{aligned}$$

Il segno della variazione di longitudine è negativo, in quanto si mantiene lo stesso verso di quello tra il punto di partenza e il punto di arrivo.

$$\lambda_v = \lambda_A + (\pm\Delta\lambda_{Av}) = -68^\circ + (-69^\circ 17' 12'') = 137^\circ 17' 12'' W$$

$$V \begin{cases} \varphi_v = 82^\circ 39' 52'' S \\ \lambda_v = 137^\circ 17' 12'' W \end{cases}$$

### Calcolo della TC lossodromica

Per il calcolo della "rotta da inserire al girodirezionale (supposto compensato per la rotazione terrestre) rispetto a un reticolo formato da rette parallele al meridiano di Greenwich" si deve rettificare il percorso cercando di tagliare tutti i meridiani con lo stesso angolo, cioè risolvere la lossodromia.

$$\Delta\lambda_{AB \text{ reale}} = 360^\circ - 238^\circ = 122^\circ W \equiv 7320 \text{ NM}$$

$$\Delta\varphi_{AB} = \varphi_B - \varphi_A = -78^\circ - (-70^\circ) = 8^\circ S \equiv 480NM$$

$$\varphi_{C_A} = 7915,7 \cdot \log \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\varphi_A}{2} \right) \right] = 5965,9$$

$$\varphi_{C_A} = \frac{10800}{\pi} \ln \left[ \tan \left( 45^\circ + \frac{70^\circ}{2} \right) \right] = 5965,9$$

$$\varphi_{C_B} = 7915,7 \cdot \log \left[ \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\varphi_B}{2} \right) \right] = 7744,6$$

$$\varphi_{C_B} = \frac{10800}{\pi} \ln \left[ \tan \left( 45^\circ + \frac{78^\circ}{2} \right) \right] = 7744,6$$

$$\Delta\varphi_{C_{AB}} = |\varphi_{C_A} - \varphi_{C_B}| = 1778,7$$

$$\operatorname{Tg}(\alpha) = \frac{\operatorname{sen}(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \frac{\Delta\varphi_{C_{AB}}}{\Delta\lambda_{AB}} \rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \left( \frac{1778,7}{7320'} \right) = 13,66$$

$$TC = 270^\circ - \alpha = 270^\circ - 13,66 = 256,34$$

$$m_{AB} = \frac{\Delta\varphi_{AB}}{\operatorname{sen}(\alpha)} = \frac{480}{\operatorname{sen}(13,66)} = 2032,5NM$$

### Costruzione della carta stereografica polare

Per la realizzazione della carta bisogna ricordare che i paralleli sono rappresentati da circonferenze aventi raggio pari a  $\rho$ , mentre i meridiani sono delle rette aventi tutte il polo come punto di partenza. Le carte stereografiche si ricavano ponendo il punto di vista sulla superficie della terra. Si distinguono in: orizzontali, meridiane e polari. La carta polare è ottenuta proiettando i punti della sfera rappresentativa terrestre su un piano tangente in uno dei poli ( $n=1$ ) da un punto di vista situato nel polo diametralmente opposto. È l'unica proiezione geometrica conforme. Viene usata per la rappresentazione delle calotte polari (latitudine da  $80^\circ N (S)$  a  $90^\circ N (S)$ ), in quanto le deformazioni della carta possono essere ritenute trascurabili e l'ortodromia (linea più breve fra due punti) può essere considerata una retta. Infine la carta è isogona, cioè gli angoli misurati sulla carta corrispondono a quelli misurati nella realtà, in quanto i due moduli lineari  $n_m$  e  $n_p$  sono uguali.

$$\rho_{70^\circ} = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi_{70^\circ}}{2} \right) \cdot r_g = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{70^\circ}{2} \right) \cdot 150 = 52,9mm$$

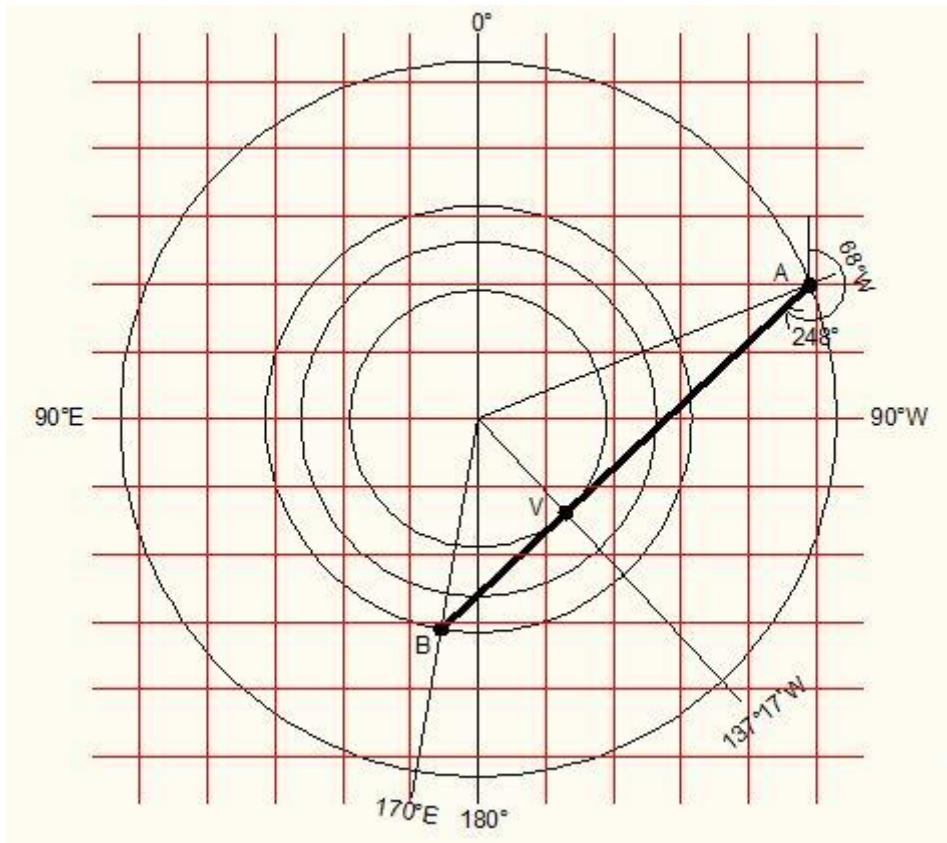
$$\rho_{78^\circ} = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi_{78^\circ}}{2} \right) \cdot r_g = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{78^\circ}{2} \right) \cdot 150 = 31,53mm$$

$$\rho_{80^\circ} = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi_{80^\circ}}{2} \right) \cdot r_g = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{80^\circ}{2} \right) \cdot 150 = 26,25mm$$

$$\rho_{82^\circ 39' 52''} = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi_{82^\circ 39' 52''}}{2} \right) \cdot r_g = 2 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{82^\circ 39' 52''}{2} \right) \cdot 150 = 19,2mm$$

$$n_{80^\circ} = \frac{1}{\cos^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_{80^\circ}}{2} \right)} = 1,0077$$

$$\sigma_{80^\circ} = \frac{n_{80^\circ}}{r_g} = \frac{1,0077}{\frac{6371000000}{150}} = \frac{1,0077}{42473333} = 1:42148788$$



L'angolo di rotta rettificato ottenuto dalla carta non coincide con quello trovato perché la carta stereografica è molto imprecisa con i percorsi lossodromici. Al contrario, la stessa permette di tracciare i percorsi ortodromici con un'accettabile approssimazione, purché il vertice sia molto vicino al polo.



## Quesito 2

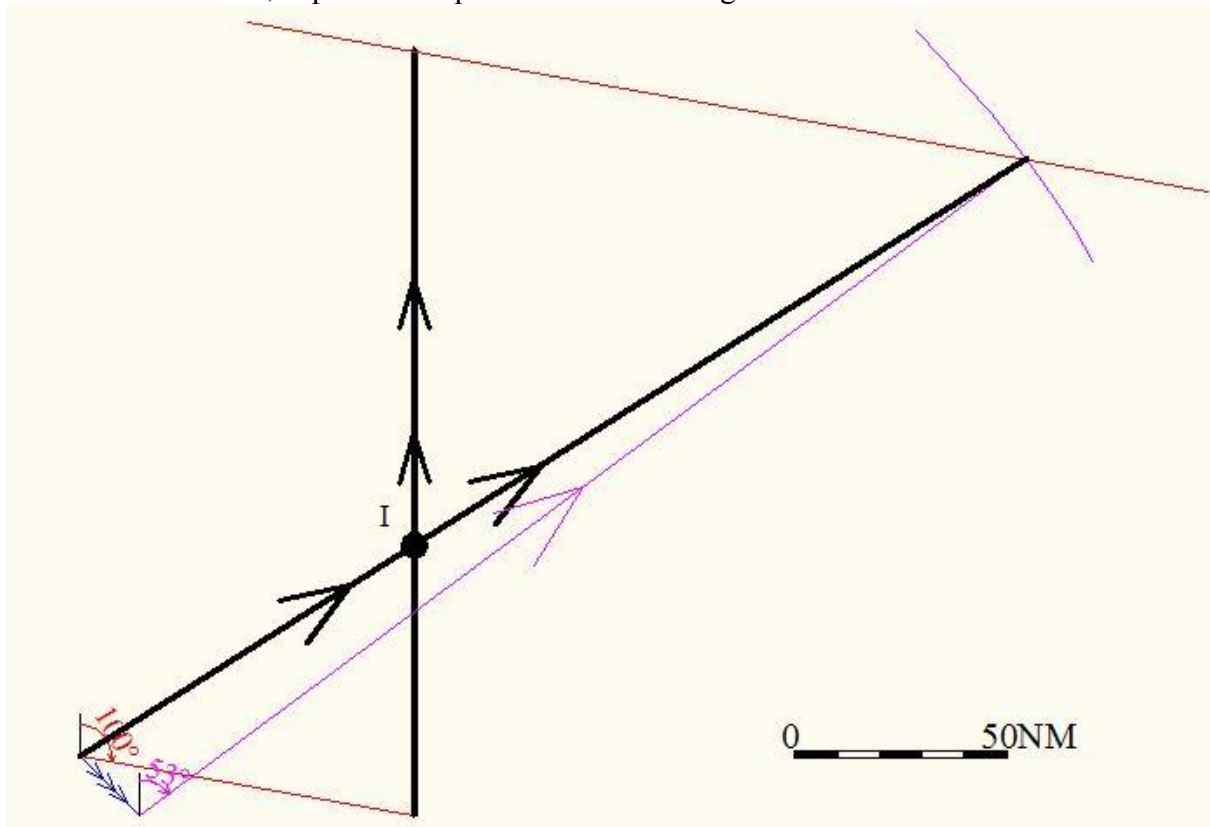
Alle 09:00 UT, un aeromobile decolla da un aeroporto, di elevazione di 800 ft, effettuando la salita con una VS di 800 ft/min e una GS di 160 kt fino al FL150 (SAT = ISA + 16°C; QNH = 28.92 inches).

Arrivato al TOC, il pilota intende intercettare un secondo aeromobile in volo con TC = 0° e GS = 180 kt, posto sul rilevamento 100° a una distanza di 80 NM, assumendo una TAS pari a 260 kt.

Il candidato calcoli la TH dell'aereo intercettatore e l'ETI nell'ipotesi che sulla intera area soffi un vento 315°/20 kt.

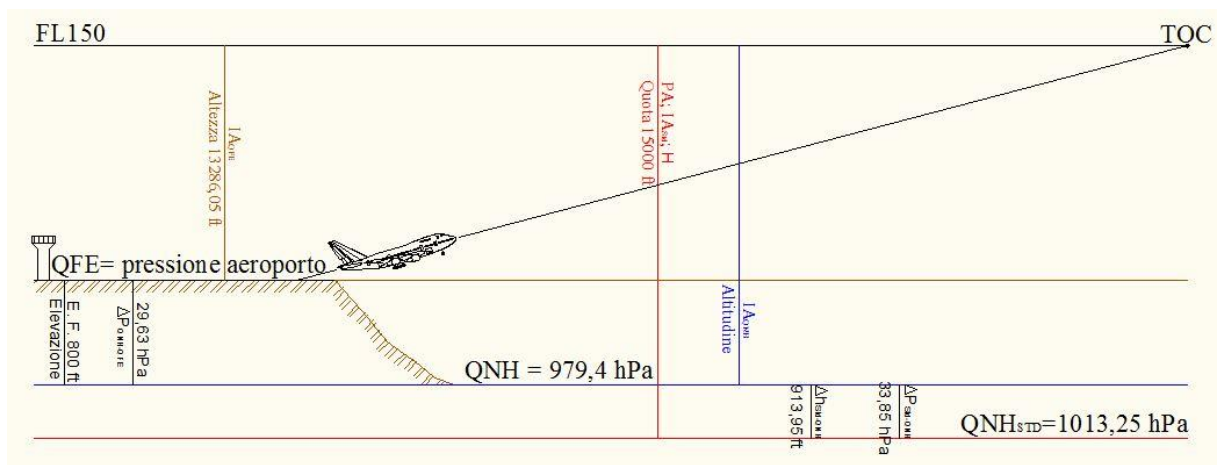
### Risoluzione

Grazie ai dati forniti, si può subito procedere con il disegno dell'**intercettazione**



Dal disegno si ricavano i seguenti valori:  $m_{AI} = 93,15 \text{ NM}$ ;  $GS_A = 263,7 \text{ kt}$ ;  $TH_A = 53^\circ$ .

Al fine di calcolare l'orario esatto di intercettazione, è necessario risolvere il **problema di salita**.



$$QNH_{Alt} = 28,92 \text{ inches}$$

$$29,92 \text{ inches} : 1013,25 \text{ hPa} = 28,92 \text{ inches} : x \rightarrow x = \frac{1013,25 \cdot 28,92}{29,92} = 979,4 \text{ hPa}$$

$$\Delta P_{QNH-QFE} = \frac{E.F.}{27 \frac{ft}{hPa}} = \frac{800 \cancel{ft}}{27 \frac{ft}{hPa}} = 29,62 \text{ hPa}$$

$$QFE = QNH - \Delta P_{QNH-QFE} = 949,7 \text{ hPa};$$

$$\Delta P_{QNH-Std} = 1013,25 - 979,4 = 33,85 \text{ hPa};$$

$$\Delta h_{QNH-Std} = 33,85 \cancel{hPa} \cdot 27 \frac{ft}{\cancel{hPa}} \cong 914 \text{ ft}$$

$$PA = H = FL \cdot 100 = 15000 \text{ ft}$$

$$IA_{QNH} = PA + \Delta h_{QNH-Std} = 15000 \text{ ft} - 914 \text{ ft} = 14086 \text{ ft}$$

$$IA_{QFE} = IA_{QNH} - E.F. = 14086 \text{ ft} - 800 \text{ ft} = 13286 \text{ ft}$$

$$ISA = T_0 - a \cdot H = 288,16 \text{ K} - 0,0065 \frac{\text{K}}{\text{m}} \left( 15000 \cancel{ft} \cdot 0,3048 \frac{\text{m}}{\cancel{ft}} \right) = 258,44 \text{ K}$$

$$SAT = ISA + (\pm \Delta T) = 258,44 \text{ K} + (+16) = 274,44 \text{ K}$$

$$TA_{QNH} = IA_{QNH} \cdot \frac{SAT}{ISA} = 14086 \text{ ft} \cdot \frac{274,44 \cancel{K}}{258,44 \cancel{K}} = 14958 \text{ ft}$$

$$TA_{QFE} = IA_{QFE} \cdot \frac{SAT}{ISA} = 13286 \text{ ft} \cdot \frac{274,44 \cancel{K}}{258,44 \cancel{K}} = 14109 \text{ ft}$$

$$TA_{Std} = PA \cdot \frac{SAT}{ISA} = 15000 \text{ ft} \cdot \frac{274,44 \cancel{K}}{258,44 \cancel{K}} = 15929 \text{ ft}$$

$$FT_s = \frac{TA_{QFE}}{VS} = \frac{14109 \cancel{ft}}{800 \frac{\cancel{ft}}{\text{min}}} = 17,64 \text{ min} : 60 = 0,294 = 0^h 17^m 38^s$$

### Calcolo dell'orario di intercettazione (ETI)

$$FT_I = \frac{m_{AI}}{GS_A} = \frac{93,15}{263,7} = 0,353 = 0^h 21^m 12^s$$

$$ETI = UT_p + FT_s + FT_I = 9^h 00^m + 0^h 17^m 38^s + 0^h 21^m 12^s \cong 09 : 39$$

### Quesito 3

Un aereo da turismo ha due compartimenti di stiva, anteriore e posteriore, situati rispettivamente ad una distanza di 28 e 175 inches rispetto al sistema di riferimento (datum).

Dal manuale di volo, sono noti il peso a vuoto d'impiego dell'aereo, pari a 9175 libbre, e l'intervallo di escursione del baricentro compreso tra il limite anteriore posto a 85 inches e quello posteriore a 97 inches.

L'equipaggio di volo ha un peso complessivo di 170 kg e vengono imbarcate 645 libbre di carburante necessarie per il volo e 443.7 kg di passeggeri e bagagli, distribuiti questi ultimi nei suddetti compartimenti.

In funzione della distribuzione del carico in stiva e dal calcolo del peso totale risulta che il baricentro dell'aereo dista 83 inches dal datum.

Il candidato determini il peso a vuoto d'esercizio e il peso in libbre del bagaglio che deve essere spostato dal compartimento anteriore a quello posteriore per effettuare un carico e centraggio con baricentro entro il limite anteriore.

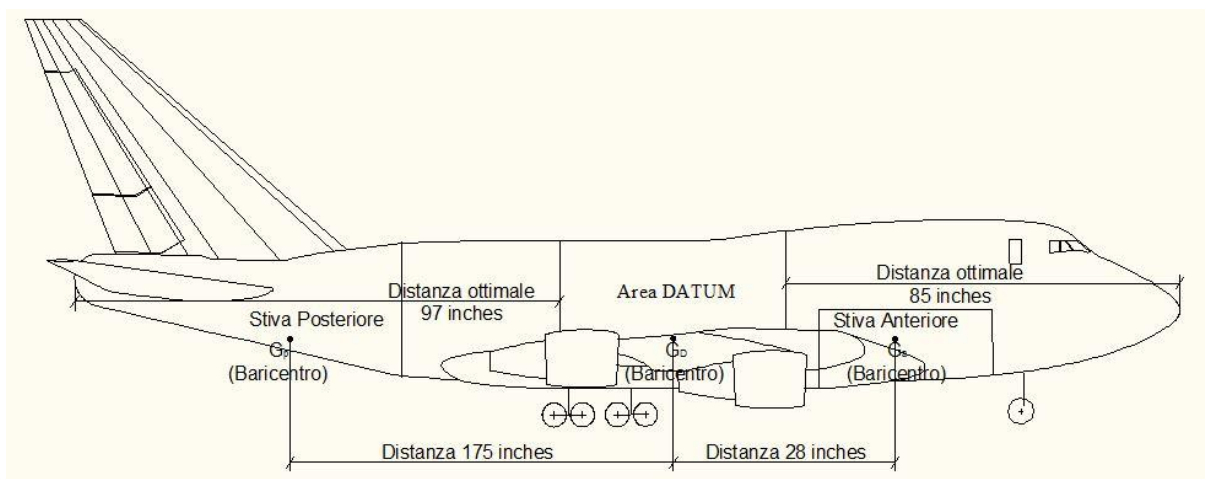
#### Risoluzione

Per prima cosa si calcola il peso a vuoto d'esercizio dell'aeromobile, sommando, al peso a vuoto dell'aeromobile, quello dell'equipaggio, del carburante necessario a effettuare la tratta con la relativa riserva, il peso dell'acqua e dei viveri che devono essere obbligatoriamente imbarcati (che in questo caso supponiamo conteggiati nel peso equipaggio).

$$P_{equi} = \frac{170 \text{ Kg}}{0,4536 \frac{\text{Kg}}{\text{lb}}} = 374,8 \text{ lb}$$

$$P_{VE} = P_V + P_{car} + P_{equi} = 9175 + 645 + 374,8 = 10194,8 \text{ lb}$$

Un po' più complesso risulta il calcolo del carico da trasportare dalla stiva anteriore a quella posteriore in modo da ottenere il centraggio del carico. In questo caso sappiamo che il baricentro si deve spostare di 2 inches ( $85 - 83 = 2$ ) verso la parte posteriore. Per far ciò, sicuramente bisogna trasferire il carico da prua alla coda dell'aereo, visto che il baricentro si muove parallelamente allo spostamento dei carichi.



Il carico subisce uno spostamento pari a:

$$d = G_a G_p = 28 + 175 = 203 \text{ inches}$$

Ricordando che il baricentro totale  $\Delta G_D$  deve subire una variazione di soli 2 inches e considerando

che il peso totale dell'aereo è  $P_{tot} = P_{VE} + P_{PB} = 10194,8 + \left( \frac{443,7}{0,4536} \right) = 11173 \text{ lb}$ , il peso dei bagagli

che bisogna trasportare si calcola con la formula:

$$P_B = \frac{P_{tot} \cdot \Delta G_D}{d} = \frac{11173 \cdot 2}{203} = 110 \text{ lb} = 49,9 \text{ Kg}$$

#### Quesito 4

La stazione meteo di Roma Fiumicino (LIRF) emette il seguente messaggio:

METAR LIRF 271650Z 34004KT CAVOK 07/M01 Q1012 NOSIG RMK VIS MIN 9999=

Il candidato illustri il significato del termine METAR e provveda alla decodifica del messaggio.

#### Risoluzione

L'acronimo METAR, che sta per METeorological Aviation Routine weather report, è un messaggio in cui vengono riportate le condizioni meteorologiche importanti ai fini dell'aviazione.

LIRF = questo, così come già precisato dalla domanda, è il codice identificativo dell'aeroporto di Roma Fiumicino. Per precisione la prima lettera (L) indica un paese europeo dell'area del mediterraneo. La seconda lettera (I) rappresenta lo stato, in questo caso l'Italia, mentre le ultime due (RF) servono a identificare l'aeroporto specifico di quello stato.

271650Z = questa parte di codice serve a far capire che il messaggio è stato emesso giorno 27 del mese corrente alle ore UT 16:50, orario riferito a quello fondamentale o zulu.

34004KT = questa parte di codice serve a definire l'eventuale vento presente nella zona. Nel caso in esame si ha una direzione di provenienza di 340° con un'intensità di 4 kt.

CAVOK = sostituisce le informazioni di visibilità, tempo significativo e nubi. Infatti quest'unico codice ci fa capire che la visibilità in pista è superiore a 10 km, che non ci sono precipitazioni né nubi.

07/M01 = in questo modo vengono forniti i valori di temperatura dell'aria, 07°C, e il valore del punto di rugiada, che è di -1°C (M indica il segno negativo).

Q1012 = rappresenta il valore della pressione giornaliera al livello del mare (QNH), 1012 hPa. Ovviamente il valore è stato arrotondato alla cifra intera più vicina.

NOSIG = non si registrano variazioni significative del meteo.

RMK = serve ad avvisare che sono state aggiunte altre informazioni complementari che interessano l'area in prossimità della pista.

VIS MIN 9999 = questi numeri servono a definire la visibilità in pista, che è superiore a 10 km (10000 m)