



# Ministero della Pubblica Istruzione

## M631 - ESAMI DI MATURITÀ TECNICA AERONAUTICA

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per quelli del Progetto sperimentale Alfa)

Il candidato risponda ad almeno tre dei seguenti quesiti:

### Quesito A

Alle ore 15 di tempo medio legale del 12 giugno 1997, un aereo X parte dal punto A ( $\varphi = 38^\circ 00' N$ ;  $\lambda = 92^\circ 00' W$ ) con rotta vera  $40^\circ$  e velocità 120 nodi.

Il candidato calcoli la rotta che deve assumere un aereo Y che parta simultaneamente dal punto B ( $\varphi = 38^\circ 30' N$ ;  $\lambda = 88^\circ 00' W$ ) con velocità 150 nodi per intercettare l'aereo nel più breve tempo possibile.

I punti A e B siano rappresentati su una carta di Mercatore.

Calcoli, inoltre, l'ora dell'intercettazione e le coordinate del punto di incontro.

### Quesito B

Il candidato illustri i vantaggi ottenuti sovrapponendo ad una proiezione stereografica polare un reticolo ed indichi come può essere seguita la rotta tracciata su tale carta facendo ricorso ad un direzionale giroscopico.

### Quesito C

In presenza di un vento costante proveniente da Ovest (velocità 60 nodi) un aereo (con velocità di 300 nodi) intende dirigere su un radiofaro non direzionale (NDB) situato nella direzione nord a 60 mg, servendosi di un sistema ADF (Automatic Direction Finder).

Il candidato tracci graficamente, con una sequenza di  $2^m$ , la traiettoria di avvicinamento dell'aereo al radiofaro.

Nell'ipotesi in cui l'aereo intendesse avvicinarsi al radiofaro mantenendo un QDM costante, il candidato calcoli l'angolo di deriva da inserire e la prora di avvicinamento.

### Quesito D

DH (Decision Height) e RVR (Runway Visual Range) sono i due parametri critici per un atterraggio strumentale col sistema ILS.

Il candidato definisca tali parametri ed indichi i valori assegnati per ciascuna delle categorie ILS.

### Quesito E

Un aereo parte da un base fissa per un volo di ricognizione da effettuare lungo la rotta  $90^\circ$  con velocità all'aria di 300 nodi in presenza di un vento costante proveniente da  $30^\circ$  e con velocità di 40 nodi.

Il candidato determini il raggio d'azione nell'ipotesi in cui l'autonomia dell'aereo sia di  $2^h 30^m$ .

---

Durata massima della prova: 6 ore.

E' consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

atterraggio strumentale col sistema ILS.

Il candidato definisca tali parametri ed indichi i valori assegnati per ciascuna delle categorie ILS.

Quesito E



*Ministero della Pubblica Istruzione*

**M631 - ESAMI DI MATURITÀ TECNICA AERONAUTICA**

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto assistito "Alfa")

*Il candidato risponda ad almeno tre dei seguenti quesiti:*

**Quesito A**

Un aeromobile, in volo lungo l'aerovia Roger 2 con Flight Level 150, sorvola il radiofaro CDC (Lat 38° 46' N; Long 16° 22' E) alle 12.00 e dirige, in presenza di vento costante da nord con velocità 50 Kts, per lossodromia verso il radiofaro SOR (Lat 40° 34' N; Long 14° 20' E).

Il candidato ricavi l'ora di sorvolo del radiofaro SOR e la prora vera da assumere essendo SAT = + 10° ISA, CAS = 140 Kts.

**Quesito B**

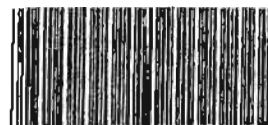
Nell'ipotesi di terra sferica di raggio  $R = 6370$  Km il candidato ricavi le coordinate cartesiane di un aeromobile di coordinate Lat 45° N, Long 30° E, Alt 32000 ft rispetto ad una terna geocentrica di cui l'asse z coincide con l'asse dei poli, l'asse x giace nel piano equatoriale per  $\lambda = 0^\circ$  E e l'asse y giace nel piano equatoriale per  $\lambda = 90^\circ$  E.

Rispetto alla stessa terna le coordinate di un satellite GPS sono:  $x = 26539.25$  Km,  $y = 0$ ,  $z = 0$ . Il candidato, inoltre, calcoli la distanza tra l'aereo ed il satellite.

**Quesito C**

Si vuole costruire una proiezione stereografica polare in modo che il parallelo 80° N venga rappresentato con una circonferenza il cui raggio è uguale a 300 mm.

Il candidato calcoli il raggio da assegnare alla sfera rappresentativa terrestre. Determini, inoltre, il valore del modulo di riduzione lineare e la scala in corrispondenza del detto parallelo.



## *Ministero della Pubblica Istruzione*

### M631 - ESAMI DI MATURITÀ TECNICA AERONAUTICA

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto assistito "Alfa")

#### **Quesito D**

Un aeromobile effettua una manovra di virata mantenendo velocità angolare di  $1,5^\circ/\text{sec}$  (4 MIN TURN e velocità lineare uguale a 280 Kts in una località dell'emisfero nord dove la forza totale del campo magnetico terrestre forma un angolo di  $60^\circ$  con il piano orizzontale.

Il candidato calcoli la deviazione della bussola magnetica nell'istante in cui la prora magnetica è  $360^\circ$  ed illustri i motivi del comportamento anomalo della bussola magnetica ordinaria in presenza di accelerazioni.

#### **Quesito E**

In una meccanizzazione a coordinate geografiche la piattaforma inerziale è mantenuta orizzontale e deve essere sempre diretta per nord.

Il candidato calcoli la velocità angolare a cui essa deve essere sottoposta intorno all'asse verticale nel caso in cui l'aereo voli con rotta  $90^\circ$  sul parallelo  $50^\circ$  N e velocità al suolo GS = 420 Kts.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

Durante lo svolgimento delle prove è consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



*Ministero della Pubblica Istruzione*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole anche per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA"**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Da una portaerei in navigazione con rotta  $180^\circ$  e velocità 35 Kts parte un aereo per un volo di ricognizione lungo la rotta  $280^\circ$  con una TAS di 180 Kts.

Il candidato calcoli la distanza che l'aereo può percorrere sulla rotta di ricognizione e la prora di ritorno volendo atterrare nuovamente sulla portaerei dopo 2 ore.

Calcoli, inoltre, gli stessi elementi nell'ipotesi in cui sull'intera rotta ci sia un vento di ENE di velocità 30 Kts.

**Quesito B**

Su una Carta di Lambert, con paralleli standard  $56^\circ$  N e  $60^\circ$  N, è sovrapposto un reticolo parallelo al meridiano di Greenwich.

Il candidato calcoli la grivation relativa ad un punto di longitudine  $20^\circ$  W in cui la declinazione magnetica è  $10^\circ$  W e spieghi il significato di detto parametro.

**Quesito C**

Dal sistema di navigazione inerziale di bordo sono note le componenti della velocità al suolo dell'aeromobile per nord e per est uguali a  $V_N = 300$  Kts e  $V_E = 380$  Kts. L'Air Data Computer fornisce una velocità all'aria (TAS) uguale a 440 Kts e la giromagnetica una prora magnetica di  $50^\circ$  (declinazione magnetica uguale a  $5^\circ$  W).

Il candidato determini:

- le componenti del vento per Nord e per Est;  
la velocità del vento;
- la direzione del vento,
- la deriva.



*Ministero della Pubblica Istruzione*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo anche valevole per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA"**

**Quesito D**

Un aereo in emergenza richiede ad una stazione radiogoniometrica posta in  $\varphi = 54^{\circ}.6$  N;  
 $\lambda = 05^{\circ}.9$  W un QTE ottenendo un valore di  $230^{\circ}$ .

Il candidato ricavi il rilevamento da tracciare su una Carta di Mercatore essendo le coordinate stimate dell'aereo  $\varphi_i = 53^{\circ}$  N;  $\lambda_i = 09^{\circ}$  W.

- Determini, ancora, le coordinate dell'aereo sapendo che la distanza dalla stazione è di 150 miglia nautiche.

**Quesito E**

Il candidato ricavi i valori della Equivalent Air Speed e della True Air Speed, noti:

- Pressure Altitude = 30.000 feet.
- Static Air Temperature =  $-40^{\circ}$  C.
- Calibrated Air Speed = 280 Kts.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

Durante lo svolgimento della prova è consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



*Ministero della Pubblica Istruzione*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole anche per il corso sperimentale – Progetto “ALFA”**

Il candidato risponda, a sua scelta a tre dei seguenti quesiti:

**QUESITO A**

Alle UT = 23.00 del 10 aprile 2000 un aereo A parte da Miami (LAT = 25° 54'.0 N; LONG = 80° 06'.0 W) dirigendo per ortodromia verso Roma (LAT = 41° 30'.0 N; LONG = 12° 09'.0 E) con GS = 400 kts.

Dopo 30 minuti, sempre da Miami, viene fatto partire un secondo aereo B che intende percorrere la stessa ortodromia, alla stessa quota con una GS = 470 kts.

Quando la distanza tra i due aerei è uguale a 60 NM il Centro di Controllo autorizza l'aereo B a portarsi ad un livello superiore rispetto all'aereo A in modo da garantire tra i due aerei una separazione verticale. Il candidato calcoli le coordinate del punto in cui l'aereo B deve iniziare la salita ed il corrispondente UT.

**QUESITO B**

Il candidato rappresenti, su una proiezione gnomonica polare, costruita per una sfera rappresentativa terrestre di raggio R=100 mm, le seguenti coordinate:

Halifax (LAT = 44° 36'.0 N; LONG = 63° 45'.0 W);

Londra (LAT = 51° 30'.0 N; LONG = 00° 00'.0).

Ricavi, inoltre, con l'ausilio della carta, la lunghezza del tratto di ortodromia tra Halifax e Londra in millimetri, le coordinate del vertice, le coordinate del punto dell'ortodromia più vicino a LAT = 48° N; LONG = 45° W).

Illustri, ancora, le caratteristiche delle carte gnomoniche ed il loro possibile impiego in navigazione aerea.

**QUESITO C**

Su un aeromobile in volo sono noti i seguenti parametri:

PRESS. ALT. = 30000 ft; QNH ALT. = 31500 ft; CAL. AIR SPEED = 320 kts;

STAT. AIR TEMP. = ISA + 4.4 °C; RECOVERY FACTOR = 0.9.

Il candidato calcoli i seguenti dati: DENS. ALTITUDE; TRUE ALTITUDE; TRUE AIR SPEED; MACH NUMBER; INDIC. AIR TEMP e commenti, alla luce delle sue conoscenze teoriche, i risultati ottenuti.



## *Ministero della Pubblica Istruzione*

### M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

CORSO DI ORDINAMENTO

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

Testo valevole anche per il corso sperimentale – Progetto “ALFA”

#### QUESITO D

Un aeromobile vola, in assenza di vento, lungo il parallelo  $60^\circ$  N con TC =  $270^\circ$  e GS = 450 kts. Con il girodirezionale, inizialmente posto sul valore 270, il candidato calcoli l'indicazione dello stesso dopo 30 minuti di volo e fornisca una spiegazione al comportamento dello strumento.

#### QUESITO E

Un aeromobile alle UT = 13.00 si allontana dalla verticale di un VOR, situato presso una base militare, per effettuare un volo di ricognizione mantenendo FL 050 e CAS uguale a 130 kts. Durante il volo, effettuato con TC costante, l'apparato di bordo, sintonizzato sul VOR della base indica  $070^\circ$  TO mentre all'ADF si legge un rilevamento polare di  $184^\circ$ .

Sono, inoltre: SAT = ISA +  $02^\circ$  C, VAR =  $6^\circ$  W e sull'intera zona soffia un vento di scirocco. Alle UT = 13.50 il pilota raggiunge la verticale del punto BRAVO da cui rileva una nave con Rilpo =  $044^\circ$  ad una distanza di 60 NM che sta navigando con rotta vera  $020^\circ$  e velocità 22 kts. Dal punto BRAVO il pilota riceve l'ordine di dirigersi sulla verticale della nave al fine di identificarla per poi rientrare alla base di partenza.

Il candidato determini:

- le coordinate polari della nave rispetto al VOR alle 13.50;
- la TC e l'ora di intercettazione;
- la TC e l'ora stimata di rientro.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

E' consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



# *Ministero della Pubblica Istruzione*

## M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del PROGETTO "ALFA"**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

### *QUESITO A*

In una zona di declinazione magnetica  $VAR = 10^\circ E$ , un aeromobile, in volo con  $TC = 045^\circ$ , mantenendo  $FL70$ ,  $CAS = 190$  kt e  $SAT = ISA + 04^\circ C$ , alle  $UT = 10:00$  del 20 giugno 2001, si trova sulla radiale  $100^\circ TO$  di una stazione VOR a una distanza di 175 NM. L'autonomia residua è di 3 ore.

Alle  $UT = 10:20$ , con la stazione VOR al traverso della rotta, il pilota la rileva con l'ADF ottenendo  $RB = 101^\circ$ .

Mantenendo  $TH$  e  $TC$  costanti, il pilota prosegue il volo fino ad intercettare la radiale  $340^\circ FROM$  in un punto dal quale effettuerà l'avvicinamento verso la stazione.

Nel corso della fase di avvicinamento, a 80 NM dalla stazione, al pilota viene ordinato di effettuare un volo di ricognizione su  $TC = 090^\circ$  per poi rientrare sulla verticale della stazione VOR entro il limite dell'autonomia.

Il vento si mantiene costante per tutta la durata del volo.

Il candidato determini il raggio d'azione e la prora da seguire per la fase di rientro.

### *QUESITO B*

Un aeromobile decolla da una base A (Lat. =  $42^\circ 30' N$ , Long. =  $12^\circ 06' E$ , Elev. = 36 m) alle un punto dal quale effettuerà l'avvicinamento verso la stazione.

Nel corso della fase di avvicinamento, a 80 NM dalla stazione, al pilota viene ordinato di effettuare un volo di ricognizione su  $TC = 090^\circ$  per poi rientrare sulla verticale della stazione VOR entro il limite dell'autonomia.

Il vento si mantiene costante per tutta la durata del volo.

Il candidato determini il raggio d'azione e la prora da seguire per la fase di rientro.

### *QUESITO B*

Un aeromobile decolla da una base A (Lat. =  $42^\circ 30' N$ , Long. =  $12^\circ 06' E$ , Elev. = 36 m) alle  $UT = 12:15$  effettuando la salita fino a  $FL180$  con  $TC = 130^\circ$ ,  $GS$  (media) = 130 kt,  $VS = 1100$  ft/min,  $QNH = 1021.7$  hPa,  $SAT = ISA + 00^\circ C$ . Giunto al TOC, prosegue in fase di arrampicata verso il





# *Ministero della Pubblica Istruzione*

## M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del PROGETTO “ALFA”**

### *QUESITO C*

Un pilota intende pianificare un volo per ortodromia tra Londra (Lat. =  $51^{\circ} 09' N$ ; Long. =  $00^{\circ} 21' W$ ) e S. Francisco (Lat. =  $37^{\circ} 37' N$ ; Long. =  $122^{\circ} .23' W$ ) stabilendo lungo la traiettoria una serie di sei waypoint equidistanti in longitudine.

Il candidato calcoli le coordinate del primo waypoint, la rotta e la distanza lossodromica relative al primo tratto. Tracci, inoltre, l'ortodromia su una carta gnomonica polare individuando la serie dei waypoint ed assegnando alla sfera rappresentativa terrestre un raggio uguale a 36 mm.

### *QUESITO D*

Il candidato costruisca il reticolato relativo a una carta conica secante isogona di Lambert con paralleli standard  $52^{\circ} N$  e  $60^{\circ} N$  limitatamente ad una regione compresa tra i paralleli  $50^{\circ} N$  e  $65^{\circ} N$  e tra i meridiani  $20^{\circ} W$  e  $20^{\circ} E$  (paralleli e meridiani ad intervalli di  $5^{\circ}$ ) con scala 1/20 milioni lungo i paralleli standard.

Rappresenti inoltre, sulla carta, la retta che congiunge i punti A (Lat. =  $52^{\circ} N$ , Long. =  $15^{\circ} W$ ) e B (Lat. =  $62^{\circ}$ , Long. =  $12^{\circ} E$ ) e spieghi a cosa corrisponde sulla sfera terrestre la detta congiungente.

### *QUESITO E*

Il candidato illustri la funzione dei giroscopi in un sistema di navigazione inerziale.

e tra i meridiani  $20^{\circ} W$  e  $20^{\circ} E$  (paralleli e meridiani ad intervalli di  $5^{\circ}$ ) con scala 1/20 milioni lungo i paralleli standard.

Rappresenti inoltre, sulla carta, la retta che congiunge i punti A (Lat. =  $52^{\circ} N$ , Long. =  $15^{\circ} W$ ) e B (Lat. =  $62^{\circ}$ , Long. =  $12^{\circ} E$ ) e spieghi a cosa corrisponde sulla sfera terrestre la detta congiungente.

### *QUESITO E*

Il candidato illustri la funzione dei giroscopi in un sistema di navigazione inerziale.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA"**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

*Quesito A*

Il giorno 25 maggio 2002, alle  $UT = 07:30$ , una portaerei parte dalla rada di Barcellona (Lat. =  $41^{\circ}20'N$ , Long. =  $02^{\circ}06'E$ ) e dirige per lossodromia verso le coste occidentali della Sardegna (Lat. =  $39^{\circ}45'N$ , Long. =  $08^{\circ}21'E$ ) con velocità uguale a 30 kt.

Alle  $UT = 09:30$  dello stesso giorno, dal ponte della nave, decolla un aeromobile con destinazione una base nei pressi di Algeri (Lat. =  $36^{\circ}47'N$ , Long. =  $03^{\circ}03'E$ ) con  $TAS = 240$  kt.

Il candidato determini le coordinate del punto e l'ora in cui l'aeromobile raggiungerà il punto critico dal quale impiegherà uguale tempo sia per proseguire verso la base di Algeri sia per rientrare sulla nave che prosegue la sua navigazione con rotta e velocità immutate.

Sull'area agisce un vento medio  $075^{\circ}/36$  kt.

*Quesito B*

Un aeromobile parte dalla base di Guantanamo (Lat. =  $20^{\circ}00'N$ , Long. =  $75^{\circ}00'W$ ) diretto al waypoint  $B$  (Lat. =  $40^{\circ}00'N$ , Long. =  $50^{\circ}00'W$ ) seguendo fedelmente l'ortodromia.

Il candidato determini le coordinate del punto in cui l'aeromobile si troverà più vicino al centro  $ATS$  delle Bermude (Lat. =  $32^{\circ}20'N$ , Long. =  $64^{\circ}45'W$ ) e la relativa distanza.

Un aeromobile parte dalla base di Guantanamo (Lat. =  $20^{\circ}00'N$ , Long. =  $75^{\circ}00'W$ ) diretto al waypoint  $B$  (Lat. =  $40^{\circ}00'N$ , Long. =  $50^{\circ}00'W$ ) seguendo fedelmente l'ortodromia.

Il candidato determini le coordinate del punto in cui l'aeromobile si troverà più vicino al centro  $ATS$  delle Bermude (Lat. =  $32^{\circ}20'N$ , Long. =  $64^{\circ}45'W$ ) e la relativa distanza.

*Quesito C*

Da un centro di controllo posto in  $A$  (Lat. =  $42^{\circ}56'N$ , Long. =  $08^{\circ}26'W$ ), elevazione 500 ft msl, viene rilevato, alle  $UT = 10:00$ , un aeromobile non identificato con  $QDR 110^{\circ}/60$  NM. Dopo 7 min 45 s i predetti valori diventano  $150^{\circ}/50$  NM.

Alle 10:10 viene fatto decollare un intercettore che effettua la salita con  $TC = 270^{\circ}$  fino a FL120 con  $GS = 160$  kt e  $VS = 1450$  ft/min.

Sono noti:  $SAT = ISA - 6^{\circ}C$ ,  $QNH = 1000.3$  hPa,  $VAR = 3^{\circ}W$ .

L'intercettazione, a partire dal  $TOC$ , viene effettuata con  $CAS = 340$  kt in presenza di un vento costante  $010^{\circ}/40$  kt.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”**

*Quesito D*

Un aeromobile parte da un punto  $A$  situato sul parallelo  $65^{\circ}N$  con  $GC$  (Grid Course) =  $285^{\circ}$  e  $MC$  (Magnetic Course) =  $350^{\circ}$  essendo  $VAR$  (Magnetic Variation) =  $20^{\circ}W$ .

La  $GC$  è riferita a un reticolo sovrapposto a una carta di Lambert con costante di convergenza  $k = 0.9$ . Il meridiano di riferimento coincide con il meridiano di Greenwich.

Dal punto  $A$  l'aeromobile segue fedelmente l'ortodromia la cui rotta iniziale corrisponde alla  $GC$  di partenza.

Il candidato determini la longitudine del punto  $A$  e le coordinate dell'aeromobile dopo 2 ore e 15 min di volo sapendo che la  $GS$  media è uguale a 480 kt.

*Quesito E*

Il candidato illustri il procedimento usato nel sistema satellitare  $GPS$  per misurare la distanza tra il satellite e il ricevitore.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

Durante lo svolgimento della prova è consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA"**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Un aeromobile dirige da Alghero (lat.  $40^{\circ}38' N$ ; long.  $008^{\circ}18' E$ ) verso il punto B (lat.  $42^{\circ}00' N$ ; long.  $012^{\circ}30' E$ ) mantenendo rotta e CAS costanti (CAS = 150 kt; FL170; SAT = ISA + 8.7°C). Dopo 36 minuti di volo il pilota determina la propria posizione attraverso la stazione VOR-DME di Tarquinia (lat.  $42^{\circ}12' N$ ; long.  $11^{\circ}44' E$ ) trovandosi sulla radiale 033 TO a una distanza di 55 NM. Nell'ipotesi in cui le misure effettuate siano prive di errori, il candidato determini gli elementi del vento medio che ha agito durante il volo (VAR =  $1^{\circ} W$ ).

**Quesito B**

Da una portaerei in navigazione con rotta  $180^{\circ}$  e velocità 20 kt, a UT 09:30 decolla un elicottero per una missione di ricognizione mantenendo rotta e velocità costanti (TC  $080^{\circ}$  e GS 80). Alle 11:00 la portaerei prosegue la sua navigazione con rotta  $090^{\circ}$  e velocità 15 kt. Sapendo che l'elicottero dovrà rientrare sulla portaerei a fine autonomia, che è di 3.5 ore, il candidato determini la rotta e il percorso di rientro dell'elicottero.

Quesito C CARTOGRAFIA II

**Quesito B**

Da una portaerei in navigazione con rotta  $180^{\circ}$  e velocità 20 kt, a UT 09:30 decolla un elicottero per una missione di ricognizione mantenendo rotta e velocità costanti (TC  $080^{\circ}$  e GS 80). Alle 11:00 la portaerei prosegue la sua navigazione con rotta  $090^{\circ}$  e velocità 15 kt. Sapendo che l'elicottero dovrà rientrare sulla portaerei a fine autonomia, che è di 3.5 ore, il candidato determini la rotta e il percorso di rientro dell'elicottero.

Quesito C CARTOGRAFIA II

Il candidato disegni una carta di Lambert isogona-tangente relativa al parallelo standard  $72^{\circ} N$  con



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA"**

**Quesito D**

Un aeromobile parte da A (lat.  $45^\circ$  N; long.  $008^\circ$  E) e segue l'ortodromia definita dalla rotta iniziale  $TC = 045^\circ$ .

Un secondo aeromobile parte da B (lat.  $45^\circ$  N; long.  $068^\circ$  E) e segue l'ortodromia definita dalla rotta iniziale  $TC = 315^\circ$ .

Il candidato calcoli le coordinate del punto di intersezione tra le due ortodromie.

**Quesito E**

I satelliti della costellazione GPS hanno un periodo orbitale di 11 ore 57 minuti e 58 secondi e semiassè maggiore 26.560 km.

Da una stazione di controllo al suolo si rileva che uno dei satelliti ha un periodo di 11 ore 54 minuti e 04 secondi.

Il candidato determini il nuovo valore del semiassè maggiore dell'orbita.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito soltanto l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi:** ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA – NAVIGAZIONE AEREA

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

(testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del Progetto Sperimentale "Alfa")

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Alle UT 20.30 del 20.05.04 un aeromobile, in volo con TAS = 300 kt e MH = 312° (VAR = 7°W), sorvola la verticale di una base A posta, rispetto ad una stazione VOR-DME, sul QDM 277° a una distanza di 60 NM. Nel serbatoio vi sono 650kg di carburante, il consumo è di 120 kg/h.

Dopo 20 minuti i dati rilevati al VOR-DME sono 157°/60 NM.

Da tale punto l'aeromobile inizia un volo di ricognizione con TC = 090° proseguendo fino a un punto dal quale deve poi rientrare alla base A con una riserva di carburante di 130 kg.

Il candidato calcoli gli elementi del vento, la MH di rientro alla base e l'istante in cui deve iniziare la manovra di rientro.

**Quesito B**

Alle ZT 06.00 del 10 marzo 2004 un aereo militare parte da Miami (Lat. = 25° 48'N, Long. = 080° 17'W) diretto per ortodromia ad Ankara (Lat. = 39° 50'N, Long. = 032° 50'E) mantenendo una GS costante di 450 kt.

Durante il viaggio l'aereo ha necessità di un rifornimento da effettuare tramite un aereo cisterna avente come base una località delle Isole Azorre (Lat. = 38° 38'N, Long. = 028° 03'W).

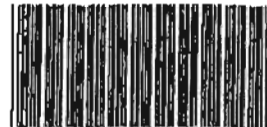
Alle ZT 06.00 del 10 marzo 2004 un aereo militare parte da Miami (Lat. = 25° 48'N, Long. = 080° 17'W) diretto per ortodromia ad Ankara (Lat. = 39° 50'N, Long. = 032° 50'E) mantenendo una GS costante di 450 kt.

Durante il viaggio l'aereo ha necessità di un rifornimento da effettuare tramite un aereo cisterna avente come base una località delle Isole Azorre (Lat. = 38° 38'N, Long. = 028° 03'W).

Il candidato calcoli la ZT (Zone Time) di partenza dell'aereo cisterna tale da intercettare l'aereo militare nel punto in cui l'ortodromia Miami-Ankara ha la minima distanza dalla base delle Azzorre e le coordinate del punto in cui avviene l'intercettazione.

**Quesito C**

Un osservatore alla latitudine 45° N, osservando il cielo, scorge un astro nella direzione 80° ad un'altezza di circa 50°



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi: ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA – NAVIGAZIONE AEREA**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

(testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del Progetto Sperimentale "Alfa")

**Quesito D**

Una compagnia aerea deve pianificare un volo settimanale di andata e ritorno tra Los Angeles (Lat. =  $34^{\circ} 20' N$ , Long. =  $118^{\circ} 20' W$ ) a Tokyo (Lat. =  $35^{\circ} 42' N$ , Long. =  $139^{\circ} 46' E$ ).

Il percorso deve essere ortodromico con una Ground Speed di 480 kt per l'andata e di 510 kt per il ritorno.

Il candidato calcoli il giorno e l'ora fuso di partenza da Los Angeles sapendo che l'aeromobile dovrà raggiungere Tokyo il martedì alle ZT 11.00 e l'ora di partenza da Tokyo sapendo che l'aeromobile dovrà rientrare a Los Angeles sempre alle ZT 11.00 di martedì.

**Quesito E**

Si vuole costruire una carta stereografica polare avente sul parallelo  $80^{\circ} N$  scala 1:2 000 000. Il candidato calcoli il raggio da assegnare alla sfera terrestre rappresentativa, il raggio del parallelo di latitudine  $80^{\circ} N$ , la latitudine del parallelo entro il quale si può estendere la carta affinché le deformazioni non eccedano il 3%.

Durata massima della prova: 6 ore.

Durante lo svolgimento della prova è consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA"**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Alle UT 09:00 del 12 giugno 2005 un aereo ricognitore, con un'autonomia di 160 minuti, si allontana dalla base di Pratica di Mare (Lat. 41° 40' N, Long. 012° 30' E) mantenendo: Mach Number 0.47, Flight Level 120 e una TC di 270°.

Nella zona vi è presenza di un vento costante da NW con velocità 40 kt, la temperatura è di 3,8°C superiore a quella ISA.

Nello stesso istante una portaerei dalla rada di Napoli (Lat. 40° 30' N, Long. 013° 30' E) dirige per lossodromia verso la base della Maddalena (Lat. 41° 13' N, Long. 009° 24' E) con una velocità di 24 kt.

Il candidato determini il raggio d'azione dell'aeromobile che consente all'aereo di atterrare sulla portaerei al termine dell'autonomia e le coordinate del punto di non ritorno.

**Quesito B**

Un aereo A parte da una base situata a Magadan (Lat. 59° 34' N, Long. 150° 48' E) alle UT 23:00 del 29 aprile 2005 seguendo l'ortodromia per Anchorage (Lat. 61° 13' N, Long. 149° 53' W) con una GS media di 475 kt.

Un secondo aereo B si leva in volo da una base presso le isole Aleutine (Lat. 52° 12' N, Long. 174° 12' W) all'ora fuso ZT 11:30 del 29 aprile 2005 mantenendo TC = 00°.

Il candidato calcoli la GS media che deve mantenere il secondo aereo per intercettare in volo l'aereo A.

**Quesito C**

portaerei al termine dell'autonomia e le coordinate del punto di non ritorno.

**Quesito B**

Un aereo A parte da una base situata a Magadan (Lat. 59° 34' N, Long. 150° 48' E) alle UT 23:00 del 29 aprile 2005 seguendo l'ortodromia per Anchorage (Lat. 61° 13' N, Long. 149° 53' W) con una GS media di 475 kt.

Un secondo aereo B si leva in volo da una base presso le isole Aleutine (Lat. 52° 12' N, Long. 174° 12' W) all'ora fuso ZT 11:30 del 29 aprile 2005 mantenendo TC = 00°.





*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA"

**Quesito D**

Il candidato tracci la lossodromia compresa tra Helsinki (Lat.  $60^{\circ} 10' N$ , Long.  $025^{\circ} 00' E$ ) e Terra del Nord (Lat.  $79^{\circ} 50' N$ , Long.  $099^{\circ} 54' E$ ) su una carta stereografica polare ricavando le intersezioni della curva con i meridiani  $40^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $80^{\circ} E$ , assumendo il raggio della sfera terrestre rappresentativa uguale a 160 mm.

Il candidato definisca, inoltre, il tipo di curva ottenuto tenendo presente la proprietà fondamentale della lossodromia.

**Quesito E**

Il candidato calcoli l'angolo tra la rotta lossodromica e la rotta ortodromica relative ai punti A (Lat.  $40^{\circ} N$ , Long.  $030^{\circ} E$ ) e B (Lat.  $50^{\circ} N$ , Long.  $060^{\circ} E$ ).

Calcoli, ancora, lo stesso angolo servendosi della formula della correzione di Givry ed illustri l'utilità di tale correzione.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA")**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Un aereo intende effettuare un volo tra Seoul (Lat.  $37^{\circ} 32'.0$  N, Long.  $126^{\circ} 56'.0$  E) e Moskow (Lat.  $55^{\circ} 45'.0$  N, Long.  $037^{\circ} 35'.0$  E) seguendo l'ortodromia che unisce i due punti. Il candidato calcoli il tempo di volo nell'ipotesi in cui, in assenza di vento, si mantenga una velocità media di 475 kt.

Dall'analisi della carta dei venti in quota, il pilota deduce che, seguendo due tratte ortodromiche distinte: la prima tra Seoul e un punto A (scelto 300 NM a sud dell'intersezione dell'ortodromia con il meridiano  $090^{\circ}$  E) e la seconda tra il punto A e Moskow, l'aereo si potrebbe avvantaggiare di una tail-wind media di 30 kt.

Il candidato calcoli l'eventuale risparmio di tempo che si conseguirebbe seguendo la doppia tratta ortodromica.

**Quesito B**

Il candidato ricavi le relazioni di corrispondenza di una carta gnomonica polare illustrandone le proprietà ed evidenziandone gli inconvenienti.

Con riferimento al quesito precedente, rappresenti su un tale tipo di carta l'ortodromia Seoul-Moskow e le due tratte ortodromiche scelte dal pilota (si assegni al raggio della sfera terrestre rappresentativa il valore 80 mm).



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA")**

**Quesito C**

Una portaerei alle 09.00 si trova nel punto di coordinate (Lat.  $40^{\circ} 30'.0$  N, Long.  $13^{\circ} 30'.0$  E) e naviga con rotta vera  $220^{\circ}$  e velocità 30 kt.

Alle 09.20 un aeromobile decolla dalla pista 24 di Napoli-Capodichino (Lat.  $40^{\circ} 53'.0$  N, Long.  $14^{\circ} 17'.0$  E, Alt. 300 ft) e inizia la salita con rateo costante e TC  $222^{\circ}$  fino ad intercettare e seguire RDL/QDR 338 del VOR di Sorrento (Lat.  $40^{\circ} 35'.0$  N, Long.  $14^{\circ} 20'.0$  E) che sorvola avendo raggiunto il FL155 (VAR =  $1^{\circ}$  E, VS = 1500 ft/min, QNH = 990 hPa, ISA +  $7.2^{\circ}$ C).

Dall'istante del sorvolo del radiofaro l'aereo procede con tale FL per un volo di ricognizione con TC  $180^{\circ}$ , CAS 300 kt avendo un'autonomia residua di 2 ore. Il candidato calcoli il raggio d'azione dovendo l'aereo atterrare sulla portaerei.

**Quesito D**

Con riferimento al quesito precedente, il candidato rappresenti, su una carta di Mercatore (1' di longitudine uguale a 10 mm), la procedura di partenza seguita dall'aeromobile dal decollo fino al sorvolo del VOR e determini la Ground Speed.

**Quesito E**

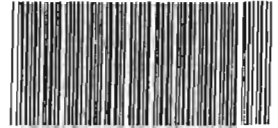
Un elicottero della Guardia di Finanza è impegnato nella ricerca di un motoscafo, segnalato alle ZT longitudine uguale a 10 mm), la procedura di partenza seguita dall'aeromobile dal decollo fino al sorvolo del VOR e determini la Ground Speed.

**Quesito E**

Un elicottero della Guardia di Finanza è impegnato nella ricerca di un motoscafo, segnalato alle ZT 07.20 a 30 NM a nord-est di Pantelleria (Lat.  $36^{\circ} 50'.0$  N, Long.  $12^{\circ} 00'.0$  E) in navigazione con rotta vera  $45^{\circ}$  e velocità 30 kt.

Per l'elicottero alzatosi in volo dall'aeroporto di Trapani-Birgi (Lat.  $37^{\circ} 55'.0$  N, Long.  $12^{\circ} 28'.0$  E) alle UT 06.40, il candidato determini la velocità che dovrebbe mantenere il pilota per intercettare il motoscafo in 25 minuti esatti.

Calcoli, inoltre, le coordinate del punto di intercettazione.



## Ministero della Pubblica Istruzione

### M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO

#### CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA")

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

Quesito A *S. II &*

$$\Delta\lambda = 95^{\circ} 36' \quad \epsilon_2 = 28,34$$

$$\varphi_v = 83^{\circ} 02' N \quad \lambda_v = 22^{\circ} E$$

Un aeromobile percorre il tratto tra i waypoints A (Lat.  $75^{\circ}12'N$ , Long.  $040^{\circ}30'W$ ) e B (Lat.  $81^{\circ}42'N$ , Long.  $055^{\circ}06' E$ ) seguendo l'ortodromia che separa i due punti con una GS media di 400 kt.

Trenta minuti dopo la partenza dell'aereo, un secondo aeromobile parte da C (Lat.  $82^{\circ}54'N$ , Long.  $040^{\circ}30'W$ ) e, sempre seguendo un'ortodromia, intende intercettare il primo aeromobile nel vertice dell'ortodromia AB. Il candidato calcoli la GS media che deve assumere il secondo aeromobile.

Quesito B *CARTOGRAFIA II*

Il candidato costruisca una carta gnomonica polare per una sfera terrestre rappresentativa di raggio uguale a 400 mm.

Rappresenti su di essa le traiettorie seguite dai due aeromobili di cui al quesito precedente.

Illustri, ancora, il motivo per cui la carta gnomonica rettifica le ortodromie e ricavi le relazioni di corrispondenza a dimostrazione del non isogonismo di tale carta.

Quesito C

Un aeromobile decolla dall'aeroporto di Punta Raisi e alle 11.00 si porta sulla verticale del VOR di Palermo (Lat.  $38^{\circ}01'.9 N$ , Long.  $13^{\circ}10'.6 E$ ) ad un'altitudine di 5000 ft.

Da tale punto l'aereo procede sull'aerovia M726 lungo la radiale  $356^{\circ} TO$  del VOR di Ponza (Lat.  $40^{\circ}54'.7 N$ , Long.  $12^{\circ}57'.4 E$ ) e inizia la salita per portarsi sulla verticale del punto Luron (Lat.

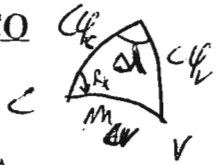
Il candidato costruisca una carta gnomonica polare per una sfera terrestre rappresentativa di raggio uguale a 400 mm.

Rappresenti su di essa le traiettorie seguite dai due aeromobili di cui al quesito precedente.

Illustri, ancora, il motivo per cui la carta gnomonica rettifica le ortodromie e ricavi le relazioni di corrispondenza a dimostrazione del non isogonismo di tale carta.

Quesito C

Un aeromobile decolla dall'aeroporto di Punta Raisi e alle 11.00 si porta sulla verticale del VOR di Palermo (Lat.  $38^{\circ}01'.9 N$ , Long.  $13^{\circ}10'.6 E$ ) ad un'altitudine di 5000 ft.

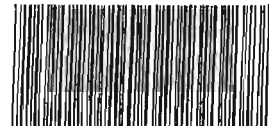


*S. II &*

*OK*

*OK*

*OK*

*Ministero della Pubblica Istruzione***M631 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

## CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per il corso sperimentale del Progetto "ALFA")

**Quesito D**

Un aeromobile è in volo lungo l'aerovia Al da Ponza (Lat.  $40^{\circ}54'.7$  N, Long.  $12^{\circ}57'.4$  E) a Caraffa (Lat.  $38^{\circ}45'.3$  N, Long.  $16^{\circ}22'.2$  E) mantenendo FL190 e IAS = 160 kt, ISA  $0^{\circ}\text{C}$ .

Raggiunto il punto critico (PET: Point of Equal Time), il pilota riceve l'ordine di effettuare un volo di ricognizione per TC =  $090^{\circ}$  fino ad un punto PNR (Point of No Return) dal quale poter successivamente raggiungere la verticale del VOR di Brindisi (Lat.  $40^{\circ}36'.6$  N, Long.  $18^{\circ}00'.2$  E). Dal PET al sorvolo del VOR il pilota ha un'autonomia di 1 ora e 30 minuti.

Il candidato calcoli il raggio d'azione del velivolo e la TH di rientro per Brindisi tenendo presente che sull'intera area soffia un vento di libeccio con velocità 40 kt.

**Quesito E**

Il Candidato illustri i motivi per i quali attraversando l'antimeridiano di Greenwich si rende necessario il cambio di data.

Il Candidato illustri i motivi per i quali attraversando l'antimeridiano di Greenwich si rende necessario il cambio di data.



*Ministero della Pubblica Istruzione*

**M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA")**

*Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:*

**Quesito A**

Un elicottero in difficoltà chiede la propria posizione alla stazione VHF DF di Palermo di coordinate A (Lat.  $38^{\circ} 11' 2''$  N, Long.  $013^{\circ} 06' 8''$  E) ottenendo i seguenti dati: QTE = 310 e QGF = 28 NM. Determinata la propria posizione, il pilota dirige verso Ustica (Lat.  $38^{\circ} 42' 5''$  N, Long.  $13^{\circ} 10' 6''$  E).

Il candidato:

- ricavi le TH e la durata del volo, essendo la TAS uguale a 90 kt, in presenza di un vento  $090^{\circ} 18$  kt;
- risolva il problema analiticamente e graficamente costruendo una cartina di Mercatore con scala 1:250 000 (Terra sferica di raggio 6370 km);
- descriva, inoltre, il principio di funzionamento di una stazione DF e le procedure necessarie per ottenere la posizione dell'aeromobile.

**Quesito B**

Su una circonferenza massima di parametri inclinazione =  $62^{\circ} 5'$  e longitudine del nodo principale =  $63^{\circ} E$ , un aeromobile percorre il tratto compreso tra i punti A e B di longitudine, rispettivamente,  $80^{\circ} E$  e  $100^{\circ} E$ .

Il candidato calcoli il valore delle latitudini di detti punti e l'ora fuso in cui l'aeromobile sorvolerà il punto B sapendo che esso è transitato su A a mezzogiorno vero (equazione del tempo medio uguale a -15 minuti) e che mantiene una GS media uguale a 450 kt.

**Quesito C**

Un elicottero alle UT 10:05 sorvola il punto A (Lat.  $44^{\circ} 55' 5''$  N, Long.  $007^{\circ} 51' 7''$  E) diretto verso B (Lat.  $43^{\circ} 54' 2''$  N, Long.  $009^{\circ} 03' 9''$  E) con CAS = 100 kt in presenza di un vento  $045^{\circ} 20$  kt.

Il candidato calcoli la distanza da percorrere per raggiungere il PET, punto dal quale il velivolo impiegherebbe uguale tempo per raggiungere B oppure per rientrare sulla verticale di un punto C (Lat.  $44^{\circ} 25' 5''$  N, Long.  $009^{\circ} 04' 8''$  E).



# Ministero della Pubblica Istruzione

## M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO

### CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA

Tema di: NAVIGAZIONE AEREA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA")

Raggiunto tale punto, il velivolo prosegue il volo verso B e, dopo aver percorso 10 NM, riceve l'ordine di intercettare una nave che si trova in D (Lat.  $44^{\circ} 12'.0$  N, Long.  $009^{\circ} 02'.0$  E), in navigazione con rotta  $090^{\circ}$  e velocità 20 kt.

Il candidato determini la TH da seguire e l'istante di sorvolo della nave sapendo che per l'intera durata del volo il velivolo mantiene il FL 090 essendo  $SAT = ISA + 10^{\circ}C$ .

#### Quesito D **CARTOGRAFIA II**

OK Il candidato costruisca una carta stereografica polare a partire dalla latitudine  $84^{\circ}$  N avente su detto parallelo scala 1 : 5 000 000 nell'ipotesi di Terra sferica avente raggio 6370 km e calcoli il valore della scala nel punto di tangenza.

Illustri, inoltre, le proprietà di tale carta e l'uso nelle regioni polari qualora si utilizzi come strumento di guida il direzionale giroscopico.

#### Quesito E

Un aeromobile in fase di crociera, con FL 280 ed una componente di vento longitudinale  $LC = + 30$  kt e  $SAT = ISA - 12^{\circ}C$ , è munito di un radar Doppler che emette un fascio di onde elettromagnetiche a frequenza  $f = 8.8$  GHz lungo la direzione longitudinale con un angolo di depressione di  $60^{\circ}$ .

Il candidato calcoli la velocità al suolo e il numero di Mach dell'aeromobile sapendo che la deriva Doppler misurata è uguale a 7600 Hz ed illustri il principio di funzionamento di un radar Doppler.

kt e  $SAT = ISA - 12^{\circ}C$ , è munito di un radar Doppler che emette un fascio di onde elettromagnetiche a frequenza  $f = 8.8$  GHz lungo la direzione longitudinale con un angolo di depressione di  $60^{\circ}$ .

Il candidato calcoli la velocità al suolo e il numero di Mach dell'aeromobile sapendo che la deriva Doppler misurata è uguale a 7600 Hz ed illustri il principio di funzionamento di un radar Doppler.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)**

**Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:**

**Quesito A**     *S. N. I. Q.*

Un aeromobile intende seguire l'ortodromia tra Saint John's (lat. 47° 36' N; long. 52° 36' W) e Samara (lat. 53° 12' N; long. 50° 09' E), giunto nel punto C, 600 NM prima del vertice, prosegue per parallelo fino ad intercettare nuovamente l'ortodromia e procedere su di essa fino a Samara.

Il candidato calcoli la distanza totale percorsa e quella ortodromica tra Saint John's e Samara.

**Quesito B** → *INTERCEPT*

Un elicottero alle UT 14:00 si trova a una distanza di 50 NM dal VOR di Manchester (lat. 53° 21'.4 N; long. 002° 15'.7 W) e procede lungo la radiale 280° FR in volo di allontanamento, in presenza di un vento proveniente da sud, mantenendo CAS 130 kt e rilevamento polare 185° (sono noti: Density Altitude = 3000 ft, VAR = 5° W).

Alle UT 14:24 l'aeromobile rileva una nave (rilevamento polare 330°; distanza di 45 NM), che procede verso nord con velocità 22 kt, e dirige su di essa per identificarla.

Il candidato calcoli la TH di intercettazione e la radiale VOR da seguire per raggiungere la stazione VOR di Manchester.

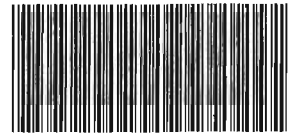
**Quesito C** → *INTERNET*

Un elicottero alle UT 14:00 si trova a una distanza di 50 NM dal VOR di Manchester (lat. 53° 21'.4 N; long. 002° 15'.7 W) e procede lungo la radiale 280° FR in volo di allontanamento, in presenza di un vento proveniente da sud, mantenendo CAS 130 kt e rilevamento polare 185° (sono noti: Density Altitude = 3000 ft, VAR = 5° W).

Alle UT 14:24 l'aeromobile rileva una nave (rilevamento polare 330°; distanza di 45 NM), che procede verso nord con velocità 22 kt, e dirige su di essa per identificarla.

Il candidato calcoli la TH di intercettazione e la radiale VOR da seguire per raggiungere la stazione VOR di Manchester.





*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi: NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**

**Tema di: NAVIGAZIONE AEREA**

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto "ALFA")**

**Quesito D** → CARTOGRAFIA

Il raggio equatoriale su una carta conica isogona, secante lungo i paralleli 40° N e 60° N, ha una lunghezza di 300 mm.

Il candidato ricavi la scala della carta lungo i paralleli 50° N e 70° N e disegni il reticolato relativo ai paralleli 40°, 50°, 60° e 70° N e ai meridiani 0°, 10°, 20° e 30° E e W (si assume come raggio della sfera terrestre 6370 km).

**Quesito E**

Nell'aeroporto di Torino (lat. 45° 03' N; long. 007° 40' E), il 13 febbraio, il passaggio del Sole (decl. 13° 18' S) al meridiano (mezzodì vero) avviene all'ora fuso 12:44.

Il candidato ricavi il valore dell'equazione del tempo, illustrando il significato di tale parametro, e calcoli, infine, l'ora fuso relativa al tramonto vero del Sole.

$\cos P = - \operatorname{Tg} \delta \operatorname{Tg} \varphi$   
 $P_{\text{TRAM}} = 76^{\circ} 3$   
 $\varphi = Z + \delta$   
 DISTANZA ZENITALE  
 DECLINAZIONE  
 LAT. OSSERV.  
 TRAMONTO  
 $\varphi = 180^{\circ} - (\delta + \epsilon)$   
 $\varphi_{\text{V}} = 380^{\circ} - P = 103^{\circ} 7'$   
 $= 6^{\text{h}} 54^{\text{m}} 48^{\text{s}}$   
 $t_{\text{M}} = \varphi_{\text{V}} + 12^{\text{h}} = 7^{\text{h}} 06^{\text{m}} 48^{\text{s}}$   
 $LMT = t_{\text{M}} \pm 12^{\text{h}} = 19^{\text{h}} 06^{\text{m}} 48^{\text{s}}$   
 $ZT = LMT + 29^{\text{m}} 20^{\text{s}} = 19^{\text{h}} 36^{\text{m}} 8^{\text{s}}$

$ZT = 12:44$   
 $GMT = ZT + 1^{\text{h}} = 11:44$   
 $LMT = GMT + \lambda = 11:44 + 30^{\text{m}} 40^{\text{s}} = 12^{\text{h}} 14^{\text{m}} 40^{\text{s}}$   
 $t_{\text{M}} = LMT \pm 12^{\text{h}} = 0^{\text{h}} 14^{\text{m}} 40^{\text{s}}$   
 $\varphi_{\text{V}} = t_{\text{M}} - 12^{\text{h}} = 0^{\text{h}} 2^{\text{m}} 40^{\text{s}}$   
 TAB

$\int$  + SE UGUALE SE NO -      MENTRE  $\int$  + SE SUD - SE NORD

Durata massima della prova: 6 ore.  
 È consentito soltanto l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici non programmabili.  
 Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

$LMT = GMT + \lambda = 11:44 + 30^{\text{m}} 40^{\text{s}} =$



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

CORSO DI ORDINAMENTO

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)**

Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:

**Quesito A**

Alle UTC 13:00 del 29 marzo, un aeromobile sorvola un waypoint nei pressi di Narvik (lat. 68° 24' N; long. 17° 24' E) seguendo l'ortodromia fino al successivo waypoint di Fairbank (lat. 64° 54' N; long. 147° 42' W) alla velocità media di 375 kt.

Il candidato calcoli il tempo medio locale in cui l'aereo raggiungerà il vertice dell'ortodromia e calcoli le ore di illuminazione nel detto vertice durante il corso della giornata sapendo dalle effemeridi che la declinazione del Sole è 3° 11' nord.

**Quesito B**

Su una carta stereografica polare costruita per una Terra sferica, avente raggio uguale a 6371 km, il raggio del circolo polare artico è uguale a 600 mm.

Il Candidato:

- ricavi la lunghezza corrispondente ad una distanza di 100 NM rispettivamente sui paralleli 60° e 70° nord;
- illustri le principali proprietà delle proiezioni stereografiche.

**Quesito C**

Da una portaerei in navigazione con rotta 180° e velocità 26 kt, nel punto A (lat. 40° 06' N; long. 017° 36' E), un elicottero decolla dirigendo verso una base B (lat. 36° 42' N; long. 016° 00' E), mantenendo una TAS di 140 kt. Nella zona agisce un vento da NE con velocità 15 kt

Al raggiungimento del punto critico, dal quale l'elicottero impiegherebbe lo stesso tempo per raggiungere la base o rientrare sulla portaerei, riceve l'ordine di rientrare sulla portaerei. Calcolare le coordinate del punto dal quale inizierà il rientro e la prora vera da seguire.

**Quesito D**

Un aeromobile è in volo di avvicinamento con IAS 130 kt e FL175 lungo la radiale 098° TO del VOR/DME di Saronno (lat. 45° 38'.8 N; long. 009° 01'.4 E) con l'ADF di bordo che segna -8°.

Alle 16:00 la distanza dal DME è di 75 NM mentre dopo 12 minuti si riduce a 45 NM. Calcolare gli elementi del vento essendo SAT = ISA -5.3 °C, VAR = 1° W.

Al sorvolo del radiofaro l'aeromobile dirige verso il VOR/DME di Parma (lat. 44° 49'.3 N; long. 010° 17'.6 E); calcolare l'istante in cui tale radiofaro verrà sorvolato e la radiale da seguire.

**Quesito E**

Nel sistema satellitare GPS il ricevitore misura per ciascun satellite una quantità definita *pseudo-distanza*. Il Candidato illustri il significato di detto parametro e il perché esso differisce dall'effettiva distanza satellite-ricevitore.

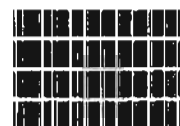
Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito soltanto l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

**Quesito D**

Un aeromobile è in volo di avvicinamento con IAS 130 kt e FL175 lungo la radiale 098° TO del VOR/DME di Saronno (lat. 45° 38'.8 N; long. 009° 01'.4 E) con l'ADF di bordo che segna -8°.



*Ministero dell' Istruzione, dell' Università e della Ricerca*

**M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO**

**CORSO DI ORDINAMENTO**

**Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA - ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA

**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA

**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)**

*Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:*

**/Quesito A**

Un aeromobile, da un waypoint nei pressi di Anchorage (lat 61° 12' N; long. 149° 54' W) intende seguire l'ortodromia fino a Reykjavik (lat. 64° 06' N; long. 21° 54' W). Raggiunto il parallelo di Reykjavik, l'aeromobile viene istruito a non superare tale parallelo ma a volare lungo di esso fino a destinazione.

Il candidato ricavi il maggior percorso rispetto all'ortodromia diretta e rappresenti le due traiettorie su una carta gnomonica polare costruita per un globo geografico avente raggio uguale a 160 mm.

**/Quesito B**

Su una carta di Lambert ottenuta su un cono secante lungo i paralleli 45° N e 58° N la distanza tra i paralleli 44° e 46° è uguale a 152 mm.

Il candidato ricavi il raggio equatoriale in mm e la scala della carta lungo i paralleli standard nel caso di Terra sferica con raggio uguale a 6371 km.

**/Quesito C**

Un aereo pianifica un volo tra la stazione VOR di Saragoza (lat. 41° 39'.5 N; long. 001° 02'.0 W) e quella di Castejon (lat. 40° 22'.3 N; long. 002° 32'.7 W) percorrendo la radiale 225 FROM e successivamente da Castejon al VOR di Alicante (lat. 38° 16'.1 N; long. 000° 34'.2 W) lungo la radiale 147 TO di quest'ultimo radiofaro.

Il candidato calcoli le coordinate del PET sapendo che l'aereo, per l'intera durata del volo, mantiene il FL90 e una CAS uguale a 300 kt e si è in presenza di un vento di tramontana di velocità 24 kt e che SAT = ISA+2.8°C e VAR = 3°W.

**/Quesito D**

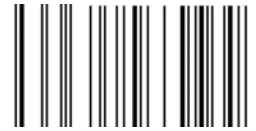
Un aeromobile in volo con CAS 280 kt a un FL170 lungo l'aerovia A5, alle UT 09:00, sorvola il punto di riporto Lotee (lat. 44° 39'.5 N; long. 005° 50'.2 W) seguendo la radiale 054 TO del VOR di Nantes (lat. 47° 09'.7 N; long. 001° 36'.8 W) in presenza di un vento di SE e velocità 20 kt (VAR = 4° W).

In un punto da definirsi il pilota inizia la discesa in modo da sorvolare il VOR di Nantes ad un'altitudine di 8000 ft mantenendo una pendenza del 9% e una VS di 800 ft/min (QNH 990 hPa; SAT=ISA-6.3°C).

Il candidato calcoli l'ora e le coordinate del punto da cui inizia la discesa.

**Quesito E**

Il candidato illustri l'effetto Doppler e ne descriva almeno un'applicazione alla navigazione aerea.

*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca***M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO****CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)****Il candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:****Quesito A**

Un aeromobile è in volo tra due waypoints posti sulla circonferenza massima compresa tra i punti A (lat 78° 06' N; long. 151° 54' E) e B (lat. 84° 12' N; long. 101° 48' W). Il primo waypoint si trova sul parallelo 80°N, il secondo sul meridiano 140°W.

L'aeromobile sorvola il primo waypoint all'ora fuso 12:00 del 6 maggio e segue l'ortodromia mantenendo una velocità media di 460 kt; calcolare l'ora fuso relativa all'istante in cui viene sorvolato il secondo waypoint.

**Quesito B**

Con i dati del precedente quesito il candidato tracci su una carta stereografica polare, costruita per una sfera rappresentativa avente raggio uguale a 35 cm, la congiungente AB.

Inoltre, dopo aver spiegato perché tale congiungente può bene approssimarsi ad un'ortodromia, il candidato posizioni sulla carta i due waypoints misurandone la distanza sia graficamente, sia attraverso la scala della carta (raggio terrestre 6370 km).

**Quesito C**

Un aeromobile effettua un volo di ricognizione al FL100 seguendo la radiale 060° TO di una stazione e una True Heading di 42° (VAR=08°W) e percorrendo 80 NM in 24 minuti e 30 secondi.

L'aeromobile successivamente rientra al punto di partenza impiegando 30 minuti.

Nell'ipotesi di un vento stazionario per l'intera durata del volo, il candidato ne ricavi gli elementi e calcoli la IAS mantenuta dall'aeromobile (SAT=ISA+4,8°C).

*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca***M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO****CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)****Quesito D**

Un aeromobile sorvola la stazione VOR di Palma di Maiorca (lat.  $39^{\circ} 26',1$  N; long.  $002^{\circ} 45',5$  E) e dirige lungo l'aerovia A6 seguendo la radiale  $025^{\circ}$  FROM in presenza di un vento proveniente da nord, velocità 24 kt, mantenendo FL 120 e una IAS di 180 kt, SAT=ISA+3,8°C, VAR=1°W con un'autonomia residua di 80 minuti necessaria per ritornare alla stazione VOR. Il candidato calcoli, in corrispondenza del punto di non ritorno il QDM relativo al radiofaro di Bagur (lat.  $41^{\circ} 56',9$  N; long.  $003^{\circ} 12',5$  E).

**Quesito E**

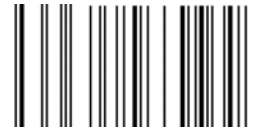
La precisione nella determinazione della precisione attraverso i sistemi satellitari dipende anche dalla geometria dei satelliti.

Il candidato, a tal fine, illustri il significato di GDOP (Geometric Dilution Of Precision).

---

Durata massima della prova: 6 ore.

E' consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili non programmabili. Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca***M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO****CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)****I candidato risponda, a sua scelta, a tre dei seguenti quesiti:****Quesito A**

Viene pianificato un volo tra Nassau (lat 25° 00' N; long. 077° 24' W) e Casablanca (lat. 33° 48' N; long. 007° 36' W) dividendo l'ortodromia che congiunge i due punti in tre tratte di uguale lunghezza.

La prima tratta viene percorsa per lossodromia mantenendo una TH costante uguale a 65° con velocità  $M = 0.68$  al livello di volo 330 (SAT = ISA) impiegando 2 ore e 42 minuti.

Il candidato calcoli gli elementi del vento che ha agito durante questo primo tratto fornendo anche una spiegazione al valore trovato.

**Quesito B**

Una carta di Lambert secante lungo i paralleli 45° e 58° ha, in corrispondenza di tali paralleli, una scala che ad 1 inch corrispondono 20 miglia nautiche.

Il candidato calcoli il raggio della sfera rappresentativa terrestre e la distanza, in millimetri, tra i paralleli 45° e 47° (terra considerata sferica avente raggio uguale a 6370 km).

**Quesito C**

Un elicottero dalla verticale del VOR/DME di Ponza (lat. 40° 55' N; long. 012° 57' E) dirige lungo la radiale 263 FROM verso Alghero con una velocità tale che la lettura al DME aumenta esattamente di 2.0 NM ogni minuto. Sull'intera zona la declinazione magnetica è di 02° E.

Alle 09:00, quando la distanza da Ponza è di 60 NM, un secondo elicottero dalla verticale del VOR di Elba (lat. 42° 44' N; long. 010° 24' E) dirige lungo la radiale 200 FROM per intercettare il primo elicottero.

Il candidato calcoli la velocità che deve mantenere il secondo elicottero affinché l'intercettazione avvenga lungo la radiale Ponza-Alghero.

*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca***M631 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO AERONAUTICO****CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzi:** NAVIGAZIONE AEREA – ASSISTENTE ALLA NAVIGAZIONE AEREA**Tema di:** NAVIGAZIONE AEREA**(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del Progetto “ALFA”)****Quesito D**

Un elicottero alle 10:00 si trova sulla verticale del VOR di Pamplona (lat.  $42^{\circ} 44' N$ ; long.  $001^{\circ} 42' W$ ) e dirige, mantenendo prua costante, verso il VOR di Barcellona (lat.  $41^{\circ} 18' N$ ; long.  $002^{\circ} 05' E$ ) con CAS = 92 Kts, FL70 e SAT = ISA + 8,9 °C.

Durante il volo il pilota apprende che per motivi tecnici l'elicottero potrebbe dover dirigere verso il VOR di Maella (lat.  $41^{\circ} 08' N$ ; long.  $000^{\circ} 10' E$ ).

Il candidato calcoli le coordinate del punto dal quale occorrerebbe uguale tempo per raggiungere Barcellona o Maella nell'ipotesi che sull'intera zona agisca un vento  $00^{\circ}/20$  kts.

**Quesito E**

---

Durata massima della prova: 6 ore.

E' consentito l'uso di tavole numeriche, manuali tecnici, del regolo calcolatore e di calcolatrici tascabili non programmabili.  
Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.