

Programma del Corso di:  
**INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI**  
**(9 cfu)**

*Docente – Ing. Donato CIAMPA*

**IL TRASPORTO AEREO**

**Generalità**

- Definizione di trasporto aereo
- Definizione della convenienza all’uso dell’aereo
- La sicurezza nel trasporto aereo

**Sviluppo e organizzazione dei trasporti aerei**

- Il trasporto aereo: la nascita ed il suo sviluppo
- Il trasporto aereo nel mondo
- Il trasporto aereo in Europa
- La situazione italiana:
  - Lo sviluppo del trasporto aereo
  - Gli aeroporti italiani
  - Il sistema aeroportuale romano
  - Cenni sulle compagnie aeree italiane
  - La rete dei collegamenti commerciali
  - Alcuni dati di traffico degli aeroporti italiani

**Scenario normativo del trasporto aereo**

- Il trasporto aereo nel quadro di riferimento internazionale:
  - ICAO (International Civil Aviation Organization)
  - IATA (International Air Transport Association)
  - ACI (Airports Council International)
- Il trasporto aereo nel quadro di riferimento europeo:
  - ECAC (European Civil Aviation Conference)
  - JAA (Joint Aviation Authorities)
  - EASA (European Air Safety Agency)
- La legislazione italiana

**Evoluzione delle infrastrutture aeroportuali**

- Le origini
- La pista pavimentata

- L’evoluzione degli impianti e delle infrastrutture
- Evoluzione di una infrastruttura aeroportuale

**Compatibilità aeromobili-aeroporto**

- Caratteristiche degli aeromobili in rapporto alle esigenze progettuali di un aeroporto
- Studi di compatibilità aeromobile-aeroporto

**Efficienza del sistema aeroporto**

- L’aeroporto come sistema
- La caratteristica del sistema
- La classificazione dei servizi offerti
- L’integrazione dell’aeroporto
- L’efficienza delle piste e le prestazioni degli aerei

**Cenni di aerodinamica e di meccanica del volo**

- Sostentazione statica e dinamica
- I teoremi fondamentali di aerodinamica
- I regimi di resistenza
- Il concetto di portanza
- La propulsione negli aeromobili:
  - La propulsione ad elica
  - La propulsione a reazione (Jet Engine)
- Sistemi di riferimento
- Le azioni aerodinamiche sul velivolo e polare dell’ala

**Le principali caratteristiche degli aeromobili civili**

- Nozioni introduttive sugli aerei
- L’ala
- Il carrello e le ruote
- Il carico di un aereo
- Principali caratteristiche dei moderni aerei civili
- Gli aerei VTOL e STOL
- Aerei cargo ed all cargo
- VLA (Very Large Aircraft)

- Airbus A380
- Boeing 787

### **Lo spazio aereo e le carte aeronautiche**

- Lo spazio aereo
- Cenni sulle radioassistenze per la navigazione
- Le radar assistenze

## **IL PROGETTO DELLE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI**

### **La pianificazione aeroportuale**

- Obiettivi della pianificazione aeroportuale: il Master Plan
- L'organizzazione del processo di pianificazione
- Elementi compositivi del Master Plan
- La determinazione dei fabbisogni

### **I requisiti di un'area aeroportuale**

- Elementi che costituiscono l'area aeroportuale
- I fattori che influenzano la scelta dell'area per un moderno aeroporto:
  - Fattori di sicurezza
  - Collegamenti con il territorio
  - Fattori economici
- Considerazioni sui collegamenti fra aeroporto e territorio
- Considerazioni sulle condizioni meteorologiche in un'area aeroportuale:
  - Wind Shear

### **L'impatto Ambientale**

- Problemi di impatto ambientale in campo aeroportuale:
  - Impatto sull'uso del territorio
  - Inquinamento dell'aria
  - Inquinamento delle acque
  - Impatto idrologico ed ecologico
- Inquinamento da rumore aeronautico:
  - Gli indici globali del disturbo acustico
  - NEF (Noise Exposure Forecast)
  - Leq (Equivalent Sound Level)
  - DNL (Day-Night Average Noise Level)
  - Lva (DM 31-10-1997)
- Usi del territorio compatibili con i valori del disturbo acustico

### **Classificazione degli aeroporti**

- Classificazione degli aeroporti:
  - Classifica tecnica
  - Classifica demaniale
  - Classifica funzionale
  - Classifica antincendio
  - Classifica doganale e sanitaria

- Classifica in funzione della capacità portante delle pavimentazioni

- La nuova classificazione ICAO (Annesso 14 parte I / Ed. 1999 – Norme ENAC 2003)

### **Le superfici di limitazione degli ostacoli**

- Superfici di limitazione per l'atterraggio:
  - AS (Approach Surface)
  - IHS (Inner Horizontal Surface)
  - CS (Conical Surface)
  - OHS (Outer Horizontal Surface)
  - TS (Transitional Surface)
- Superfici di limitazione per il decollo:
  - TOCS (Take Off Climb Surface)

### **Le manovre per il decollo e l'atterraggio e le distanze dichiarate e quelle richieste per le piste di volo**

- Generalità sulle piste di volo
- Le manovre di atterraggio e di decollo
- Stopway e clearway - Le distanze dichiarate secondo le norme ICAO:
  - TORA
  - TODA
  - ASDA
  - LDA
- Il calcolo dello spazio necessario al decollo e all'atterraggio:
  - Lo spazio di decollo
  - Fattori che influenzano lo spazio di decollo
  - Decollo interrotto e decollo critico
  - Lo spazio per l'atterraggio
- Le distanze richieste dall'aeromobile:
  - TOD
  - TOR
  - ASD
- Striscia di sicurezza e RESA

### **Caratteristiche delle piste - Andamento altimetrico e sezione trasversale**

- Scelta dell'aereo critico e relative prestazioni
- Le caratteristiche da assegnare alle piste:
  - La pista di volo (runway)
  - Le piste di circolazione e di rullaggio (taxiway)
  - Le bretelle di uscita rapida
  - I collegamenti tra piste di rullaggio e testate della pista di volo - Aree di attesa
- Andamento altimetrico ed altre caratteristiche delle piste di volo e di rullaggio:
  - L'andamento altimetrico delle piste di volo
  - L'andamento altimetrico delle piste di rullaggio
  - Sezione trasversale delle piste di volo e di rullaggio

- Terminologia della tecnica aeroportuale

### **Circolazione a terra degli aeromobili**

- Aereo di progetto
- Raggi delle curve planimetriche
- Distanze di separazione
- Raccordi di ingresso e uscita pista
- Criteri di dimensionamento delle vie di circolazione
- Allargamento in curva:
  - Metodo analitico ICAO
  - Metodo analitico FAA
  - Metodi grafici

### **Orientamento e disposizione delle piste di volo**

- Le condizioni dei venti per l’orientamento di una pista di volo
- L’orientamento di una pista di volo in rapporto ai venti
- Il numero e la disposizione delle piste di volo
- Alcuni esempi di soluzioni adottate nei grandi aeroporti europei

### **I piazzali di stazionamento - Le aerostazioni e le altre infrastrutture**

- Generalità sui piazzali
- I sistemi di parcheggio
- Manovra degli aeromobili a terra
- Geometria dei piazzali
- Le aerostazioni passeggeri
- Cenni sul dimensionamento di un’aerostazione
- Gli impianti di un’aerostazione
- Le aerostazioni merci - Aree cargo
- Il servizio antincendio
- Area manutenzione
- La torre di controllo
- Alcune notizie su una moderna aerostazione:
- l’aeroporto Charles de Gaulle

### **Condotte fognarie e drenaggi**

- La scelta della pendenza delle piste
- Lo smaltimento delle acque in un aeroporto

### **Impianti di illuminazione e segnali**

- Visibilità
- Cono visivo
- AVL – Aiuti visivi luminosi:
  - Fari
  - Sentieri di avvicinamento
  - IOPA – Indicatori ottici di pendenza
  - VASIS, AT-VASIS, PAPI e APAPI
- Luci di pista:
  - Luci di soglia
  - Luci di fine pista

- Luci d’asse
- Luci della TDZ
- Luci della STOPWAY
- Luci delle taxiway
- Illuminazione piazzali
- Segnalazione degli ostacoli
- I segnali orizzontali sulle piste e sui piazzali
- Segnaletica verticale
- Ulteriori cenni sui sistemi di assistenza alla navigazione ed all’atterraggio

### **Le infrastrutture per gli aeromobili VTOL (ELIORTI) e STOL**

- Gli aeromobili a decollo verticale e corto (VTOL e STOL)
- Il campo d’impiego dei velivoli VTOL e STOL
- La scelta dell’area per un moderno eliporto
- Le basi a terra per gli elicotteri (eliporti) – Annesso 14 ICAO parte II / ed. 1995
- Quadro normativo nazionale di riferimento
- Caratteristiche dimensionali degli eliporti
- Superfici di delimitazione degli ostacoli:
  - Superficie di avvicinamento (Approach Surface)
  - Superficie orizzontale interna (IHS – Inner Horizontal Surface)
  - Superficie conica (CS – Conical Surface)
  - Superficie di transizione (TS – Transitional Surface)
  - Rampa di decollo (TOCS – Take-Off Climb Surface)
- Segnali a terra ed illuminazione negli eliporti
- Alcune indicazioni sulle sovrastrutture e sui carichi da considerare
- Aeroporti STOL

### **LE SOVRASTRUTTURE AEROPORTUALI TECNOLOGIA E DIMENSIONAMENTO**

#### **Tecnologia delle sovrastrutture aeroportuali e criteri di scelta**

- Caratteristiche delle sovrastrutture aeroportuali
- Criteri di scelta del tipo di sovrastruttura

#### **Fattori che influenzano il dimensionamento di una sovrastruttura - Il carico equivalente su ruota singola**

- Premesse - Distinzione fra zone critiche e non critiche
- Il fattore climatico
- Le caratteristiche del traffico aereo
- Distribuzione dei carichi
- Premesse al nuovo criterio di dimensionamento proposto dalla F.A.A.

- FAARFIELD Software
- Carico equivalente su ruota singola

#### **Criteri di valutazione per l’agibilità delle piste**

- Curva standard di classificazione e LCN di una pista
- Il metodo ACN – PCN

#### **Il dimensionamento delle sovrastrutture rigide**

- Generalità sul progetto delle piastre in calcestruzzo
- Criteri per il dimensionamento delle sovrastrutture rigide:
  - Metodo LCN
  - Metodo che utilizza la classificazione F.A.A.
  - Dimensionamento secondo il Corps of Engineers
  - Criteri di calcolo della PCA (Portland Cement Association)
  - Il nuovo Criterio F.A.A.
- Tensioni igrotermiche nelle pavimentazioni rigide

#### **Il dimensionamento delle sovrastrutture flessibili - Problemi manutentivi e di ripristino**

- Il progetto delle sovrastrutture flessibili
- Criteri per il dimensionamento:
  - Metodo LCN
  - Dimensionamento seguendo la classificazione F.A.A.
  - Dimensionamento secondo il Corps of Engineers
  - Il nuovo metodo F.A.A.
- Il criterio dell’Asphalt Institute per il tutt’asfalto:
  - Criterio della deformazione radiale
  - Criterio della deformazione verticale
- Considerazioni sulle opere di manutenzione e di rafforzamento:
  - Rafforzamento della sovrastruttura rigida con uno strato di tipo flessibile
  - Strato di rafforzamento di tipo rigido

#### **Le caratteristiche superficiali delle pavimentazioni**

- Caratteristiche di aderenza:
  - Aderenza pneumatico-pavimentazione
  - Fenomeno dell’aquaplaning
  - Misure dell’aderenza aeroportuale
  - Monitoraggio dell’aderenza
- Criteri costruttivi e interventi di manutenzione per assicurare una elevata aderenza
- Regolarità superficiale
  - Definizioni
- I difetti di regolarità

- Comportamento dinamico di un aereo
- Misura della regolarità superficiale aeroportuale
- Interpretazione dei risultati
- Analisi comparativa dei dati

#### **Criteri per la strutturazione di un sistema di gestione delle pavimentazioni aeroportuali**

- Acquisizione dei dati
- Modelli di previsione
- Analisi costi-benefici
- Criteri di ottimizzazione

#### **LABORATORIO PROGETTUALE**

Nell’ambito delle attività connesse al Laboratorio Progettuale di “*Infrastrutture Aeroportuali*” gli Allievi svilupperanno, singolarmente, la progettazione dei principali elementi di una infrastruttura aeroportuale.

#### **Bibliografia:**

- [1] Di Mascio P., Domenichini L., Ranzo A., “*Infrastrutture aeroportuali*”, ed. Efesto, 2016 (ISBN 978-88-99104-93-1).
- [2] Agostinacchio M., Ciampa D., Olita S., “*Strade Ferrovie Aeroporti*” III Edizione, EPC Srl, Roma, 2010.
- [3] R. Horonjeff, F. McKelvey, W. Sproule, S. Young, “*Planning and Design of Airports*” 5<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill, 2010.
- [4] S. Young, A. Wells, “*Airport Planning & Management*”, 5<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill Professional, 2004.
- [5] N. J. Ashford, S. Mumayiz, P.H. Wright, “*Airport Engineering*”, 4<sup>th</sup> Ed., Wiley-Interscience, 2011.
- [6] Tesoriere G., “*Strade Ferrovie Aeroporti*”, Volume III, “*Infrastrutture Aeroportuali*” ed. UTET, 1993.
- [7] ICAO, Annex 14, Volume I, Aerodrome, e Volume II, Heliports.
- [8] ENAC, “*Regolamento per la costruzione e l’esercizio degli aeroporti*”, Edizione n.2 - Emendamento 8 del 21 dicembre 2011.
- [9] ENAC, “*Regolamento per la Costruzione e l’esercizio degli eliporti*”, Edizione n.1 del 20 ottobre 2011.
- [10] FAARFIELD software: User Manual.
- [11] Appunti del corso forniti dal Docente e resi disponibili anche su supporto informatico e online.