



**Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino**

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1591A -

ANNO: 2015

# **A P P U N T I**

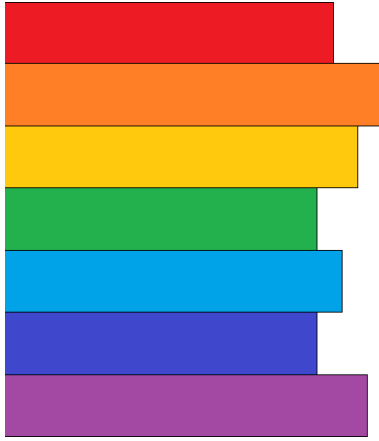
STUDENTE: Quinci

MATERIA: Sicurezza aeronautica. Prof.Brischetto

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.  
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.



**01PGLLZ**

# **Sicurezza aeronautica**

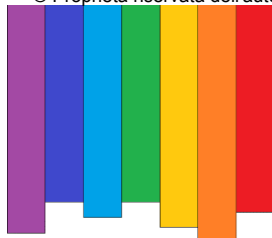
**Politecnico di Torino**  
**Corso tenuto dal prof. Salvatore Brischetto**

Redatto da ANDREA QUINCI  
Distribuzione curata da QUINSLAB

Prima edizione APRILE 2015

*Il migliore e più proficuo amore  
esistente sulla Terra è quello  
che una persona dedica ai libri e allo studio  
del nostro meraviglioso pianeta  
e delle leggi che lo regolano.*

*Andrea Quina.*



## Sommaro

# Indice dei contenuti del testo

<b>LA SICUREZZA NEL MONDO AERONAUTICO .....</b>	<b>- 9 -</b>
INTRODUZIONE.....	- 9 -
<i>Security</i> .....	- 9 -
<i>Safety</i> .....	- 10 -
L'errore umano.....	- 10 -
Controllo dell'errore.....	- 11 -
UN PO' DI STORIA .....	- 11 -
<i>Enti aeronautici di sicurezza</i> .....	- 12 -
<i>Le indagini tecniche</i> .....	- 13 -
<i>Dry lease e wet lease</i> .....	- 13 -
SERVIZIO DI TRAFFICO AEREO.....	- 14 -
<i>Servizio di assistenza al volo (Aeronautic Traffic Service)</i> .....	- 14 -
<i>Fasi del volo</i> .....	- 15 -
» Fase di rullaggio.....	- 15 -
» Fase di decollo .....	- 15 -
» Fase di atterraggio .....	- 15 -
<i>Spazi aerei</i> .....	- 15 -
<i>Flight level</i> .....	- 16 -
<i>Velocità dei velivoli</i> .....	- 16 -
SEGNALETICA AEROPORTUALE.....	- 16 -
<i>Identificazione delle piste (runways)</i> .....	- 16 -
<i>Identificazione delle vie di accesso (taxiways)</i> .....	- 17 -
<i>Identificazione tramite segnali luminosi</i> .....	- 18 -
» Luci di bordo pista .....	- 19 -
» Luci di inizio e fine pista.....	- 19 -
» Luci d'asse pista .....	- 19 -
» Luci della zona di contatto (TDZ) .....	- 19 -
» Luci della zona di arresto.....	- 19 -
» Luci delle taxiways.....	- 19 -
IMPIANTISTICA .....	- 20 -
<i>Impianto antincendio</i> .....	- 21 -
<i>Impianto di pressurizzazione</i> .....	- 21 -
<i>Impianto antighiaccio</i> .....	- 21 -
<i>Fonti di emergenza</i> .....	- 22 -
<i>Scariche atmosferiche</i> .....	- 22 -
<i>Bloccaggio ruote</i> .....	- 22 -
<i>Incendio dopo l'atterraggio di emergenza</i> .....	- 22 -
<i>Esplosione serbatoi</i> .....	- 22 -
<i>Interni della cabina</i> .....	- 23 -
<i>Evacuazione</i> .....	- 23 -
<i>Scatola nera</i> .....	- 23 -
LA SICUREZZA STRUTTURALE .....	- 23 -
<i>Elevate tensioni locali</i> .....	- 24 -
<i>Difetti nei materiali</i> .....	- 24 -
<i>Difetti e deficienze in manutenzione</i> .....	- 24 -
<i>Danneggiamenti ambientali</i> .....	- 24 -
<i>Impatti localizzati</i> .....	- 24 -
<i>Bird strike</i> .....	- 24 -
» Aree sensibili.....	- 26 -
» Accertamento dei danni.....	- 26 -
» La campagna di Fiumicino .....	- 26 -
<i>Detriti in pista</i> .....	- 26 -
<i>Perforazioni esplosive</i> .....	- 26 -





## La sicurezza nel mondo aeronautico

### Capitolo primo

#### INTRODUZIONE

Per cominciare a parlare di sicurezza, è necessario prima di tutto darle una definizione.

##### DEFINIZIONE 1.1 – Sicurezza

La sicurezza viene definita come la prevenzione dei disastri di qualsiasi genere. In inglese, a differenza dell'italiano, viene distinta in due grandi categorie: *safety* e *security*. La prima riguarda la salvaguardia dagli eventi accidentali, definita anche fattore "umano" perché può derivare da un errore dell'uomo, mentre la seconda riguarda gli eventi generati da persone singole o da gruppi di persone che provocano un danno in maniera voluta (fattore "inmano" o "alieno").

- Cos'è la sicurezza?
- Qual è la differenza tra la *safety* e la *security*?

#### Security

Prima di addentrarci in questo primo ramo della sicurezza, dobbiamo introdurre un'altra importante definizione:

##### DEFINIZIONE 1.2 – Atto di illecita interferenza

Un atto di illecita interferenza è un atto compiuto da persone che, con armi, violenza o altri mezzi illegali, prendono il controllo, a terra o in volo, di un velivolo.

La storia degli atti di illecita interferenza si è evoluta col passare del tempo. Essi, negli anni Settanta, venivano attuati solitamente tramite persone armate a bordo. Gli enti che regolavano la sicurezza aerea internazionale, allora, bloccarono questo fenomeno vietando le armi a bordo dei velivoli. Successivamente, dagli anni Ottanta fino ai Duemila, l'atto di illecita interferenza più diffuso era l'inserimento di una bomba a bordo. Ovviato anche questo problema, l'aereo stesso diventò una bomba, culminando nel famoso attacco alle torri gemelle l'11 Settembre 2001.

Diciamo che dal punto di vista legislativo i più grandi convegni nei quali si discusse in materia di *security* furono principalmente 3: a Tokyo nel 1963, all'Aja nel 1970 e a Montreal nel 1971. Il fine era quello di creare delle contromisure adeguate agli atti terroristici del momento.

Il principale garante della sicurezza aerea è l'*International Civil Aviation Organization* (ICAO), un'organizzazione che ha pubblicato 19 annessi (ANNEX) sull'aviazione in generale, dove il 17mo riguarda la salvaguardia dell'aviazione civile dagli atti di illecita interferenza, specificando anche i metal detector da utilizzare e il percorso di formazione degli agenti di sicurezza. Chiaramente, perché il *verbum* esplicitato da un ente internazionale venga recepito da tutte le nazioni, devono essere verificate le seguenti condizioni:

1. Ogni Stato deve avere un programma nazionale di sicurezza;
2. Ogni Stato deve individuare l'autorità che implementa il programma (nel caso italiano è l'ENAC, cui scopi e modalità approfondiremo più avanti);
3. Devono esistere dei programmi di cooperazione tra le singole nazioni;
4. Devono essere rispettate le normative di controllo sia dei passeggeri che dei loro bagagli.

L'attuazione del 17mo annesso, in Italia, spetta all'ENAC, che come specificato nel punto 2 è l'autorità che implementa i programmi dell'ICAO. L'ICAO nasce come organizzazione autonoma delle Nazioni Unite (ONU), ma coloro che fanno parte dell'una non necessariamente fanno anche parte dell'altra.

- Una nazione che fa parte dell'ICAO fa anche parte dell'ONU?

Gli annessi più importanti, oltre al 17mo, sono il 2do, che riguarda le regole dell'aria, il 5to, concernente le unità di misura da usarsi nelle comunicazioni terra/bordo/terra e il 14mo, che esplica tutte le regole necessarie al corretto funzionamento di un aeroporto (meglio detto aerodromo). Gli annessi contengono sia regole da applicare obbligatoriamente (*standard practices*) sia raccomandazioni facoltative (*recommended practices*). L'ICAO produce anche i *docs*, cioè veri e propri decreti attuativi da inoltrare a tutti gli Stati.



Generalmente, davanti all'errore si svolgono due diversi approcci: l'uno, individuale, riguarda l'accertamento delle responsabilità ed è volto a punire il singolo individuo, mentre il secondo, decisamente più preferito, è più sistemico e cerca la causa dell'errore per creare un sistema più funzionante. Le inchieste tecniche vengono anche svolte sugli incidenti sfiorati in cui i responsabili sono più "liberi" di parlare perché non rischiano nulla dal punto di vista giudiziario.

### Controllo dell'errore

La sicurezza ed il controllo degli errori sono affidati, oggi, al cosiddetto *Crew Resource Management* (CRM). Inizialmente il problema erano i comandanti che, perlopiù, erano ex militari e abituati ad un diverso tipo di gerarchia e disciplina. Mancava quindi la sinergia tra pilota e copilota, così come mancava con le cosiddette *hostess*, un tempo tutte di sesso femminile, oggi di entrambi i sessi definiti come "assistenti di volo". Nel momento della sua nascita, il CRM serviva per aumentare la comunicazione tra l'equipaggio. Ideato dalla *United Airlines*, diventò in seguito obbligatorio per tutti i voli tranne che per quelli *charter* a due piloti.

Per quale tipo di aeromobili è obbligatorio il CRM?

Cominciarono così anche le interazioni cabina/assistenti di volo. Nonostante l'utilità del CRM, però, esistono alcune direttive contrastanti: dal 2001, infatti, la cabina è chiusa e sigillata ermeticamente durante tutti i voli per evitare atti di illecita interferenza; inoltre, sotto i 10'000 piedi, vige la regola della *sterile cockpit rule*: non può sussistere nessun genere di chiacchiera inutile, nessuna parola tra i piloti che non riguardi il volo. Questa regola vige sempre sotto i 10'000 piedi, tranne quando vi è un'intera fase di crociera al di sotto di questa quota. Il CRM prevede di evitare l'errore, bloccarlo e mitigarne eventualmente le conseguenze.

## UN PO' DI STORIA

Vediamo una breve tabella di date che hanno caratterizzato la storia degli aeromobili.

G	Mese	Anno	Evento
17	Dicembre	1903	Primo aeromobile in volo per merito del f.lli Wright, Orville e Wilbur, North Carolina, nelle colline <i>Will Devill</i>
-	-	1911	Istituzione della coppa Schneider, per gli idrovolanti Primo velivolo italiano (in azione durante la guerra di Libia)
-	Maggio	1917	Inaugurazione del contatto postale Torino - Roma
-	Giugno	1917	Inaugurazione del contatto postale e passeggeri Palermo - Napoli
28	Marzo	1923	Nascita della Regia Aeronautica Militare (oggi Aeronautica Militare)
-	-	~ '30	Sviluppo aviazione civile Nascita delle prime aerovie
-	-	fine anni '30	Nascita CAV in Italia, con tre FIR ( <i>Flight Information Region</i> ) e sei regioni di controllo (Linate, Venezia, Ciampino, Catania, Elmas e Brindisi)
-	-	~ '39	Nascita del controllo del traffico aereo
-	-	~ '39-'45	Sviluppo del volo in ogni condizione meteorologica
-	-	~ '40	Nascita del primo radar inglese progettato da Watson Watt nel 1935
-	-	1948	Creazione del primo ente di avvicinamento
-	-	~ '50	Aggiornamento delle <i>strip</i> con i vari dettagli dei voli Sviluppo del radar Stampa automatica delle <i>strip</i> sul radar
-	-	fine anni '70	Smilitarizzazione degli assistenti di volo
19	Ottobre	1979	Nascita del servizio del controllo del traffico aereo civile



**DEFINIZIONE 1.4** – Incidente

L'incidente si può presentare in tre modi: lesioni gravi o mortali riportate su una persona a causa della sua presenza all'interno dell'aereo o del suo contatto con esso o con parte di esso; aeromobile con un danno permanente (non ai motori, questi presentano una casistica separata); aeromobile scomparso o comunque inaccessibile.

**DEFINIZIONE 1.5** – Lesione

La lesione si divide in grave e mortale. La prima prevede una degenza superiore alle 48 ore, comporta fratture ossee, emorragie o comunque danni molto gravi alla persona e ustioni di secondo o terzo grado. La seconda, invece, comporta la morte dell'individuo entro 30 giorni (è chiaramente solo un riferimento giudiziario: è anche possibile che una persona muoia per i postumi di un incidente aereo dopo anni, ma la giustizia deve prevedere casi ben più specifici).

L'ANSV svolge inchieste tecniche su incidenti e su inconvenienti (anche gravi) in modo da poter svolgere studi per aumentare la sicurezza dei voli. A differenza degli altri enti aeronautici, non ha nessun compito di regolamentazione. Ricordiamo infine che l'ANSV separa gli incidenti dagli inconvenienti stilando rispettivamente relazioni o semplici rapporti. Questo per quanto riguarda l'ambito civile. In ambito militare, degli incidenti aerei si occupa l'Ispettorato per la Sicurezza del Volo, composto di tre uffici: prevenzione, investigazione, giustizia.

**Le indagini tecniche**

Lo IATA conduce studi statistici: da questi emergono dati fondamentali, per l'analisi degli errori. Ad esempio, nel 2009, il tasso globale di incidenti aerei è stato di 0.71, che equivale a dire 1 incidente ogni 1,4 milioni di voli, oppure 0.71 incidenti ogni milione di voli.

Qual è l'ordine di grandezza del tasso di incidenti aerei?

Nella storia il tasso ha cambiato spesso valore, anche significativamente, da un anno all'altro. Il minore tasso di incidenti è stato raggiunto nel 2006, con lo 0.65, a seguire lo 0.81 nel 2008 e lo 0.71 del 2009. Da far notare che, dopo i valori iniziali molto alti all'inizio del Novecento, col passare del tempo il tasso ha tenuto un andamento piuttosto decrescente nonostante l'aumento consistente del traffico aereo.

Gli incidenti sono stati catalogati principalmente in tre categorie:

1. *Runway incursion*: è la categoria a cui appartengono tutti gli incidenti su pista;
2. *Ground damage*: comprende tutti gli incidenti causati da danni alla movimentazione a terra;
3. *Pilot handling*: incidenti causati dalla cattiva gestione della sicurezza a livello di compagnia aerea.

I primi possono sfociare in disastri anche molto gravi. Alla prima categoria appartengono infatti il disastro di Tenerife (l'incidente del 27 Marzo 1977 che vide scontrarsi due Boeing 747 sulla pista, dove morirono 583 persone) e quello di Linate (8 ottobre 2001, 118 vittime).

Come gli incidenti, anche le indagini possono essere catalogate in due grandi categorie:

1. Indagini tecniche, in cui lo scopo è identificare gli errori per evitare di ripeterli;
2. Indagini giudiziarie, che mirano a punire i colpevoli dell'incidente.

In un processo giudiziario, tutti i passeggeri hanno il diritto alla difesa, cioè non possono essere obbligati a deporre su fatti da cui potrebbe emergere una propria responsabilità. Le persone invece direttamente coinvolte non hanno il diritto di difesa ma soltanto la facoltà di non rispondere. Gli incaricati di indagini tecniche, nell'esercizio della propria funzione, sono pubblici ufficiali e, come tali, hanno il dovere di segnalare eventuali fatti rilevanti dal punto di vista giuridico. Tuttavia, a questo particolare tipo di pubblico ufficiale è concesso il segreto professionale.

**Dry lease e wet lease**

L'ENAC assicura sia le Licenze di Volo per i piloti che il Certificato di Navigabilità per gli aerei. Per gli aeromobili esterni, cioè quelli in affitto a vettori italiani (*dry lease*), la responsabilità è dell'ENAC. Al contrario, nel caso di aeromobili italiani noleggiati a vettori stranieri (*wet lease*), l'ENAC deve semplicemente controllare che le normative di sicurezza del Paese noleggiante siano sufficientemente elevate per la circolazione degli aeromobili italiani.



*Meteorological Organization*, che opera sotto l'egida dell'ONU e ha due centri mondiali a Londra e a Washington.

Il terzo si divide in tre categorie:

1. Informazioni per tutti gli utenti (cioè pubblicazione di informazioni aeronautiche o, per i militari, di volo, *notam*, circolari di informazioni aeronautiche e carte aeronautiche);
2. Informazioni pre-volo, gestite dall'*Airtraffic Services Reporting Office*;
3. Informazioni post-volo.

Il quarto servizio, di ricerca e soccorso (*search and rescue*) è regolato dall'ANNEX 12 dell'ICAO. Quest'ultimo prevede l'istituzione di regioni denominate *Search and Rescue Region* (SRR) con *Region Coordination Center* (RCC), cioè centri di coordinamento delle attività, in tutte le regioni.

L'ultimo servizio, che si compone di quattro componenti, vede le prime due obbligatorie. Il servizio di informazioni volo (*Flight Information Service*, FIS) è infatti, insieme al servizio di allarme, uno dei pilastri della sicurezza aeronautica.

### **Fasi del volo**

La prima fase di un qualsiasi volo consiste nell'accendere i motori, che possono essere uno o più. Gli aeromobili possono essere di tipo VFR o IFR a seconda che seguano le *Visual Flight Rules* o le *Instrumental Flight Rules*: in entrambi i casi si affidano al controllore Ground (GND) fino alla pista e poi al controllore Tower (TWR) un attimo prima di entrarvi per il decollo. Si suppone che entro 15 minuti dall'accensione dei motori l'aeromobile sia già decollato: in caso contrario, i motori vengono accesi in ritardo per evitare la dispersione di agenti tossici nelle zone limitrofe agli aerodromi.

#### » *Fase di rullaggio*

Viene gestita dal controllore Ground fino ad un certo punto di attesa prima della pista. Dallo stesso controllore viene concessa l'autorizzazione di rotta (che NON è un'autorizzazione al decollo). Per evitare inconvenienti si è deciso di effettuare queste comunicazioni in inglese, spesso tramite frasi prestampate in cui le uniche variabili sono il numero del volo, la quota, la rotta...

#### » *Fase di decollo*

Ottenuta l'autorizzazione al decollo, il Ground passa il controllo alla TWR che, essendo anche un vero e proprio edificio fisico, riesce ad osservare gli aeromobili e a direzionarli. L'autorizzazione ad entrare in pista e al decollo, rilasciate entrambe dalla TWR, sono due autorizzazioni diverse.

#### » *Fase di atterraggio*

Il velivolo passa dal controllore di avvicinamento alla TWR in modo che non ci siano tempi di attesa: è piuttosto l'avvicinamento che tende a far rimanere l'aeromobile in quota, ma una volta passato alla TWR esso atterra. Una volta atterrato ed uscito dalla pista il controllo dell'aeromobile spetta al Ground, che scorta l'aereo fino al parcheggio.

### **Spazi aerei**

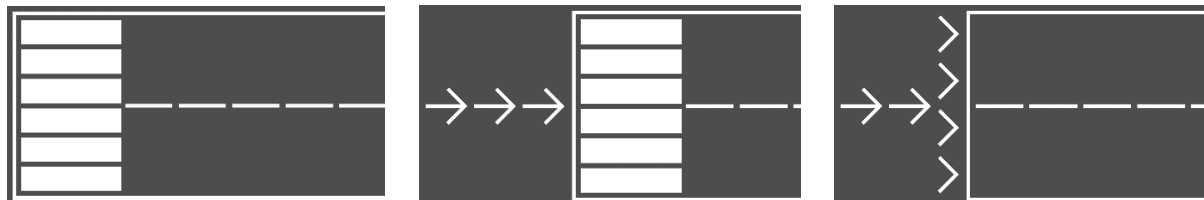
Lo spazio aereo mondiale è suddiviso in 9 zone di navigazione aerea. All'interno di ciascuna zona di navigazione si riprendono i confini statali per le FIR (viste nel **PARAGRAFO 1.2.1**, *Flight Information Region*); al di sopra di una certa quota le FIR diventano UIR (*Upper Information Region*). Esistono inoltre degli spazi che vengono così definiti:

1. ATZ (*Aerodrome Traffic Zone*): spazio di definite dimensioni intorno ad un aerodromo [enti responsabili: TWR e GND];
2. CTR (*Control zone*): spazio aereo controllato che si estende verso l'alto a partire dal suolo fino ad un'altezza specificata [enti responsabili: APP (*Approach Control*), SID (*Standard Instrumental Departure*) per le partenze, STAR (*Standard Terminal Arrival Route*) per i voli in arrivo];
3. TMA (*Terminal Control Area*): area controllata, istituita normalmente alla conferenza delle rotte ATS (*Air Traffic Service*), nelle vicinanze di uno o più aeroporti importanti [enti responsabili: ACC (*Area Control Center*)];
4. AWY (*Airway*): area controllata o porzione di essa a forma di corridoio [enti responsabili: ACC]; le aerovie esistono solo al di sotto di FL 195, sopra vengono definite rotte ATS superiori (fino a FL 460, dopodiché lo spazio aereo non è più controllato);



1. 2 piste parallele: LR;
2. 3 piste parallele: LCR;
3. 4 piste parallele: LRLR;
4. 5 piste parallele: LCRLR;
5. 6 piste parallele: LCRLCR.

La soglia pista può essere indicata in tre diversi modi, a seconda del suo stato di utilizzo. Le modalità di segnalare lo stato di utilizzo sono indicate in **FIGURA 1.1**.



**FIGURA 1.1** – Soglia pista normale, permanentemente spostata e temporaneamente spostata nell'ordine

Le piste si suddividono in categorie a seconda del *Runway Visual Range (RVR)* che indicano, approssimativamente, la distanza a cui il pilota di un aeromobile riesce a vedere almeno la *center line* della pista.

Esistono due tipi di sistemi di mira: entrambi servono per identificare il punto di contatto, uno con l'ausilio della distanza, l'altro no.

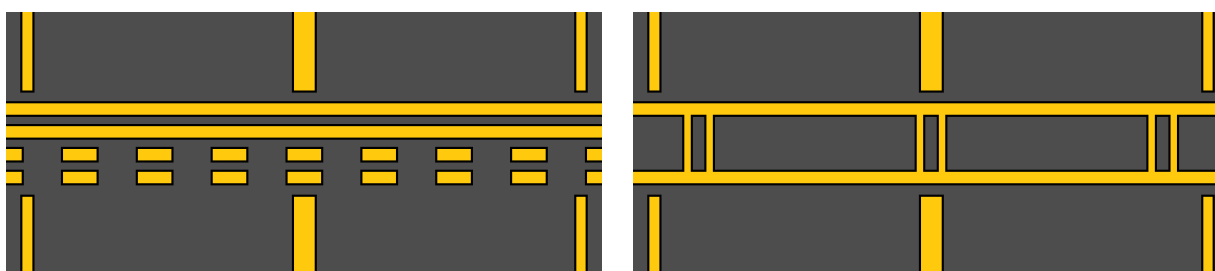


**FIGURA 1.2** – Pista con punto di mira (il rettangolo bianco grosso) e distanze prima non e poi codificate

Le luci sono gialle per l'asse, per i bordi e per le soglie della pista. Le poche piste inutilizzate (o meglio, chiuse) devono essere completamente prive di segnaletica e avere una grossa X ad inizio e a fine pista.

### **Identificazione delle vie di accesso (taxiways)**

Le *taxiways* hanno luci e segnalazioni gialle. Se ne indica, come nelle piste, centro, bordo, posizione di attesa per la pista, posizioni di attesa intermedia, segnali di istruzione e segnali di informazione. Le posizioni di attesa hanno due pattern diversi a seconda che siano di attesa intermedia o di attesa finale, come indicato in **FIGURA 1.3**.



**FIGURA 1.3** – Pattern per le *taxiways*: tipo A (attesa finale) e tipo B (attesa intermedia)

All'interno delle vie di rullaggio sono presenti altri segnali, i cui obbligatori sono rossi. Nelle piste interrotte è presente una scritta rossa nella direzione in cui non è possibile effettuare l'accesso. Sono presenti indicatori di direzione, indicatori di posizione, indicatori di destinazione, indicatori di decollo da un'intersezione, indicatori di uscita pista, indicatori di posizione pista libera.

Nella pagina successiva, una serie di esempi.



» *Luci di bordo pista*

Le luci di bordo pista sono necessarie per piste con RVR inferiore a 800 m e per avvicinamenti di precisione. L'impianto è costituito da due file di luci parallele all'asse pista che delimitano la pista stessa e le luci sono disposte simmetricamente, con una distanza longitudinale di 60 o 100 m. Sono di colore bianco di intensità variabile, tranne quando c'è una soglia spostata (nel caso, nella parte inutilizzabile della pista, sono rosse) e nella zona finale della pista, circa nell'ultimo terzo, dove sono gialle per indicare al pilota la fine della pista in decollo. Sono generalmente omnidirezionali.

» *Luci di inizio e fine pista*

Le luci di soglia indicano l'inizio della porzione di pista utile per l'atterraggio. Sono verdi e fisse, monodirezionali nella direzione di atterraggio. Possono essere sostituite o coadiuvate dalle barre laterali di soglia, due gruppi di almeno cinque minuti posti sulla stessa retta della soglia pista ma esterne ad essa.

Le luci di fine pista, invece, indicano la fine della porzione di pista utile per la manovra di un aeromobile. Esse sono di colore rosso, però non esistono barre laterali di fine pista. Inoltre, possono essere bidirezionali rosso-verde nel caso in cui un fine pista coincida con una soglia.

» *Luci d'asse pista*

Le luci d'asse sono necessarie in decollo con RVR minore di 400 m e per avvicinamenti di precisione CAT II e CAT III. Sono collocate sull'asse pista, o al massimo a 0,6 m da esso, dalla soglia fino a fine pista con spaziatura longitudinale di 15 m. Le luci d'asse hanno inoltre una particolare caratteristica: sono sempre unidirezionali in direzione o di decollo o di atterraggio, però sono bianche fino a 900 m dal fine pista, bianche e rosse alternate fino a 300 m dal fine pista e rosse negli ultimi 300 m di pista.

» *Luci della zona di contatto (TDZ)*

Queste luci vanno dalla soglia fino a 900 m dall'inizio pista. Sono una coppia di barrette, simmetriche rispetto all'asse pista, con una distanza delle luci interne pari all'apertura dei marking di mira. La distanza che intercorre tra due barrette è di 30 o 60 m. Una singola barra è composta da tre o più luci distanti al massimo 1,5 m.

» *Luci della zona di arresto*

La stopway di una pista, che si può trovare al termine di essa, deve essere segnalata da luci rosse fisse unidirezionali, poste sui suoi lati in prosecuzione delle luci di bordo pista e trasversalmente al termine della stopway stessa.

» *Luci delle taxiways*

Le luci d'asse di una qualsiasi taxiway, fatta eccezione per quelle di uscita, sono sempre verdi, con un fascio di luce visibile solo all'aeromobile che sta manovrando. Per quelle di uscita le luci sono gialle e verdi alternate fino al perimetro dell'area sensibile dell'ILS, dopodiché sono verdi anch'esse. Se la taxiway è percorribile sia in entrata che in uscita, le luci saranno bidirezionali e installate secondo quanto scritto sopra. Le luci d'asse sono generalmente a 30 m l'una dall'altra, salvo in tratti rettilinei lunghi (60 m) e su taxiways con RVR minore di 400 m (15 m). Le luci in curva devono essere disposte in modo da fornirne una chiara indicazione (per curve con raggio inferiore a 400 m, sono poste a 7,5 m l'una dall'altra). Le luci di bordo taxiways sono necessarie solo se sono previste manovre che abbiano bisogno di un particolare controllo. Esse sono blu, omnidirezionali e schermate presso intersezioni e curve.

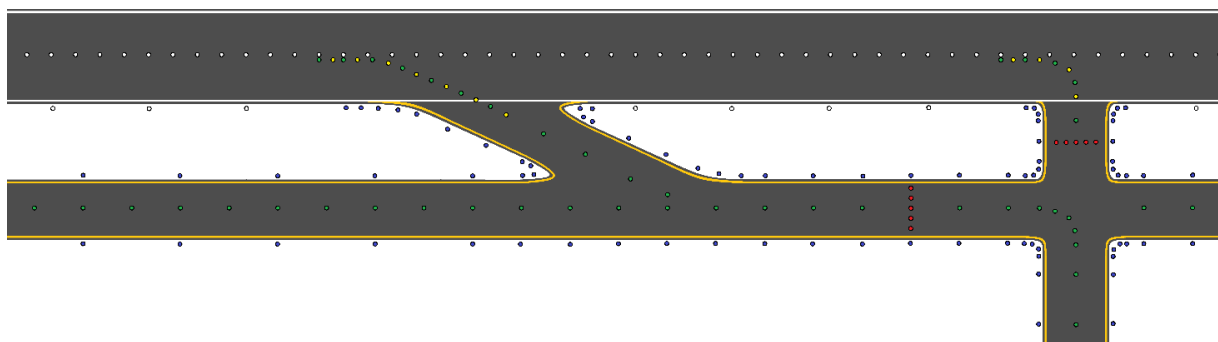


FIGURA 1.5 – Esempio di segnaletica luminosa lungo una pista.



da parte del pilota, dopodiché diventano semplicemente rossi finché non cessano. Nei velivoli moderni c'è un unico allarme che invita il pilota a verificare negli appositi pannelli. Gli allarmi non riguardano solo le parti interne dell'aereo, ma anche il suo comportamento (bassa quota, velocità massima superata, eccetera...).

### ***Impianto antincendio***

I sensori di incendio agiscono sulla concentrazione di fumi e sulla temperatura. L'incendio in volo, infatti, è una situazione molto pericolosa che va assolutamente evitata. I sensori sono diversi per ogni zona dell'aereo a seconda della sua funzione e segnalano l'incendio generalmente dopo 60 secondi. Questo per evitare falsi allarmi. D'altra parte, però, ciò potrebbe causare un ritardo fatale nell'intraprendere un'azione di emergenza, per cui i moderni velivoli sono progettati con sensori che si azionano quando più di essi rilevano lo stesso problema. Nel vano motore, infatti, un falso allarme genererebbe l'immediato spegnimento del motore da parte del pilota, magari inutilmente. Esso può essere spento in qualsiasi momento dalla cabina, bloccando l'afflusso di combustibile. In cabina l'incendio viene spento con estintori portatili, mentre in zone remote (carga) con degli estintori fissi attivabili dalla cabina.

L'incendio, per sopravvivere, ha bisogno di ossigeno, combustibile e temperatura. Gli alogenati intervengono nel trasferimento di energia delle molecole non ancora incendiate per causare un rallentamento o un'estinzione. I gas compressi freddi inerti, quando espansi, subiscono un raffreddamento diminuendo la temperatura esterna e causano uno spostamento dell'ossigeno. Gli schiumogeni separano l'ossigeno dal combustibile, rilasciando anche acqua, per cui non possono essere utilizzati dove ci sono circuiti elettrici.

### ***Impianto di pressurizzazione***

A quote elevate, i fattori principali sono due: l'aria è più rarefatta, quindi l'uomo non può respirarvi, ma un qualsiasi velivolo ha meno attrito con l'aria, per cui consuma di meno a parità di velocità. Inoltre, ad alte quote si possono evitare le perturbazioni. L'ossigeno, per entrare negli alveoli, deve trovarsi ad una pressione parziale più elevata di quella del sangue, altrimenti non avviene l'osmosi e si verifica un'ipossia, cioè mancanza di ossigeno al cervello. La pressione parziale dell'ossigeno negli alveoli è circa di 80 mmHg. Siccome la percentuale di ossigeno nell'aria è circa il 20%, sono necessari circa 400 mmHg di pressione per una corretta respirazione, pressione che si ha fino a circa 15000 piedi (4,5 km). Per aumentare la pressione dell'aria si può procedere in due modi: aumentando la pressione dell'aria oppure aumentando la concentrazione di ossigeno. Per quanto riguarda temperatura e umidità, si considera standard una temperatura tra i 20 e i 24°C in estate e tra 18 e 22°C in inverno, mentre l'umidità si attesta mediamente al 30-70%, valori che devono essere mantenuti in una qualsiasi zona o fase di viaggio. La pressurizzazione della cabina consiste nel portarla ad una pressione che ci sarebbe ad 8000 piedi. L'aria, dall'esterno, viene immessa in maniera controllata nella cabina da un apposito impianto di pressurizzazione e viene emessa tramite apposite valvole di *outflow*. Queste valvole si tarano in base alla fase di volo.

Il malfunzionamento dell'impianto di pressurizzazione viene definito "decompressione". Essa può essere esplosiva, se la cabina si decomprime più velocemente del polmone, che si può danneggiare, oppure rapida, dove avviene il contrario, e l'effetto è al massimo un disorientamento. La tattica dell'aumento dell'ossigeno può funzionare, ma è pericolosa dal punto di vista della propagazione degli incendi. Una riserva di ossigeno è comunque compresa per le apposite maschere, mentre negli aerei militari viene erogato ossigeno costantemente per consentire il volo anche sopra a quote previste dal semplice impianto di pressurizzazione.

### ***Impianto antighiaccio***

Il ghiaccio sugli aerei è pericoloso perché crea peso e blocca degli organi nel motore, a volte variando tutta la struttura delle prese d'aria. La condizione di pericolosità del ghiaccio è quella di acqua liquida sopraffusa, cioè quella condizione in cui l'acqua è liquida anche sotto la temperatura di congelamento. Ci sono principalmente due tipi di ghiaccio:

1. Ghiaccio *rimo*: rimane acqua dentro le gocce, per cui è più visibile perché risulta più opaco;
2. Ghiaccio vetroso: le gocce si uniscono dopo l'impatto con la struttura del velivolo e ha un aspetto trasparente. È più pericoloso perché, anche se quasi invisibile, potrebbe cambiare il profilo alare.



in tante piccole celle che rallenta la propagazione di fiamma e allo stesso tempo inibisce la fuoriuscita di combustibile in caso di atterraggio di emergenza.

### **Interni della cabina**

Gli interni della cabina sono studiati in modo da ammortizzare l'urto in caso di atterraggio di emergenza. Un primo assorbimento si ha dal carrello, che ovviamente si distrugge subito dopo la maggior parte delle volte, poi attraverso la fusoliera, che si deforma in modo controllato causando accelerazioni sui sedili e sulle cinture di sicurezza, quindi sollecitando i passeggeri. I materiali per gli interni sono resistenti al fuoco e sono poco tossici. Tutti gli elementi in cabina sono fissati all'aereo in modo da non costituire pericolo.

### **Evacuazione**

L'evacuazione di un aeromobile dovrebbe essere effettuata in 90 secondi, ma in realtà supera abbondantemente i 5 minuti. Sono presenti un certo numero di porte, azionabili anche meccanicamente dai passeggeri, e di sistemi semplici e sicuri di discesa. Generalmente è l'equipaggio che si occupa dell'evacuazione, ma è difficile prevedere come reagiscano gli *steward* e le *hostess* di bordo ad una situazione di panico. Le porte hanno tutte degli scivoli di sicurezza, sempre armati, per la discesa dei passeggeri in acqua e a terra. Nel primo caso, sono presenti sull'aeromobile salvagenti autogonfianti per tutti i passeggeri e zattere con geolocalizzatore automatico. Per i velivoli civili, l'equipaggio viene evacuato nello stesso modo dei passeggeri, però per ultimo.

I velivoli militari monoposto sono dotati di sedili eiettabili a razzo, che sono in grado di portare il pilota ad una altezza tale da poter aprire il paracadute anche partendo da quota zero e velocità zero (per questo si chiamano sedili zero-zero). In una prima fase, le cinture stringono il pilota al sedile dopo l'azionamento del meccanismo; successivamente, un razzo solleva il sedile lungo guide verticali, poi si staccano tutte le parti che collegano il pilota all'aereo, il razzo entra nella fase più intensa di spinta, viene rotto il vetro sopra la testa del pilota, che si stacca dal sedile insieme al kit di sopravvivenza, il sedile attiva altri razzi che rendono la sua traiettoria divergente dal pilota per evitare la collisione e il paracadute, se non azionato prima dal pilota, viene aperto a 14000 piedi.

### **Scatola nera**

La scatola nera (*crash recorder*) è il registratore dei dati di volo ed è in realtà arancione. Essa registra un certo numero di parametri, come posizione del velivolo, della manetta dei motori, velocità, quota, ma anche le intere conversazioni della cabina. La scatola, in caso di incidente, emette onde radio e attiva dei sonar utili al suo ritrovamento. Di esse se ne riconoscono tre generazioni:

1. Prima generazione: progettata negli anni Quaranta, ma introdotti in seguito a causa della mancanza di materiali idonei alla sopportazione in caso di incidente. La prima approvata dalle autorità mondiali fu nel 1958, periodo del "Jet Age";
2. Seconda generazione: introdotti ufficialmente nel 1965 su tutti gli operatori, prevedevano la registrazione dei suoni della cabina e delle comunicazioni col traffico aereo.
3. Terza generazione: entrati in commercio negli anni '90, immagazzinano i dati in circuiti integrati di semiconduttori.

Le scatole nere sopportavano in origine urti ad oltre 100g, ma venivano poste nella parte anteriore dell'aeromobile. Successivamente, furono alzate le specifiche a 3400g e furono ricollocate posteriormente. Essi hanno generalmente queste caratteristiche:

1. Tempo di registrazione: 25 ore;
2. Numero di canali acquisiti: 300;
3. Tolleranza agli impatti: 3400g per 6.5 ms;
4. Resistenza al fuoco: 1100°C per 30 minuti;
5. Resistenza alla profondità: 7000 m;
6. Vita dopo l'incidente: 30 giorni.

## **LA SICUREZZA STRUTTURALE**

La sicurezza strutturale si è elegantemente evoluta dai criteri di *safe-life* a quelli di *damage-tolerance*. I criteri *safe-life* impongono che l'aereo dovrebbe essere sostituito dopo un certo numero di ore di volo e



2. AM (Aeronautica Militare);
3. ENAV;
4. ASSAEREO (Associazione Nazionale dei Vettori e degli Operatori di Trasporto Aereo);
5. UP (Unione Piloti);
6. ANPAC (Associazione Nazionale Piloti dell'Aviazione Commerciale);
7. ASSAEROPORTI (Associazione Italiana di Gestione Aeroporti);
8. IBAR (*Italian Board of Airline Representatives*).

Questo ente ha il compito di sensibilizzare sui rischi di un *bird strike*, di proporre procedure di allontanamento dei volatili, di definire l'ambiente ecologico degli aeroporti, di informare il personale aeronautico, di svolgere attività internazionali e di studio e statistica e, infine, di applicare la sua normativa interna. Citiamo alcuni tra i più importanti casi di *bird strike*:

1. 15 settembre 1988, Boeing 737, Etiopia: uno stormo di piccioni entra nei motori, eliminando del tutto la spinta. 35 morti su 105 passeggeri;
2. 18 aprile 1990, DCH-6, Panama: viene perso il motore destro, impatto in mare. 20 morti su 22 passeggeri;
3. 11 novembre 1995, DC-10, New York: impatto con gabbiani, 13 feriti;

Il pericolo di un impatto con volatili dipende dalla velocità del velivolo. Sono necessari allora dei requisiti a seconda delle velocità: questi sono elencati, anche se sono diversi, nelle JAR e nelle FAR. Vediamo la normativa:

**CITAZIONE 1.1** – JAR 25.631

“ *The airplane must be designed to assure capability of continued safe flight and landing of the airplane after impact with a 4 lb bird when the velocity of the airplane (relative to the bird along the airplane's flight path) is equal to  $v_c$  at sea-level or  $0,85v_c$  at 8000 ft.*

*L'aeroplano deve essere progettato in modo tale da assicurare il proseguimento sicuro del volo e l'atterraggio dopo aver subito un bird strike con volatile del peso di 1,8 kg quando la velocità relativa dell'aereo è uguale a  $v_c$  oppure quando è uguale all'85% di  $v_c$  se supera gli 8000 ft.*

**CITAZIONE 1.2** – FAR 25.631

“ *The empennage structure must be designed to assure capability of continued safe flight and landing of the airplane after impact with a 8-pound bird when the velocity of the airplane (relative to the bird along the airplane's flight path) is equal to  $v_c$  at sea-level or  $0,85v_c$  at 8000 ft.*

*La struttura di impennaggio di un velivolo deve essere progettata in modo tale da assicurare il proseguimento sicuro del volo e l'atterraggio dopo aver subito un bird strike con volatile del peso di 3,6 kg quando la velocità relativa dell'aereo è uguale a  $v_c$  oppure quando è uguale all'85% di  $v_c$  se supera gli 8000 ft.*

La JAR 25.775 afferma che il parabrezza deve resistere senza essere perforato alle stesse condizioni previste nella JAR 25.631. La JAR 25.571 ribadisce quanto riportato nella JAR 25.631 ponendo l'accento sulla capacità di resistenza ai carichi di volo dopo l'impatto. Vediamo la differenza della JAR 25.631 con la FAR 25.631: ciò che cambia nelle norme americane è solo una determinata parte del velivolo che deve rispettare certe condizioni.

Il metodo di rispondenza si articola in alcune fasi:

1. Individuazione delle aree più sensibili;
2. Accertamento del tipo e dell'entità dei danni;
3. Verifica della resistenza residua ai carichi di volo;
4. Analisi degli effetti collaterali in sistemi situati in prossimità delle zone colpite.

Secondo l'ANNEX 14 dell'ICAO, un aeroporto è tenuto ad attuare misure di sicurezza quando si verifica un evento di *bird strike*, adottando contromisure per scoraggiarne la presenza sia dentro che in vicinanza di un aeroporto. Si elabora allora un piano e si costituisce una *Bird Control Unit*, che ha il compito di informare, controllare e allontanare i volatili e infine monitorare la situazione.



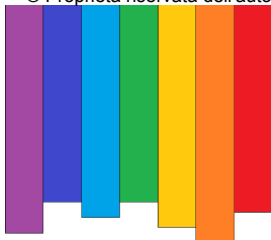
### ***Carichi operativi eccessivi***

Se i carichi operativi superano i limiti di progetto, possono danneggiare gravemente l'aereo. Possono essere dovuti a raffiche, a *wind-shear*, carichi acustici, buffet delle superfici di coda, fenomeni aeroelastici, oscillazioni,

### ***Widespread Fatigue Damage (WFD)***

È una delle principali minacce alla resistenza del velivolo, caratterizzato dalla simultanea presenza di una serie di piccole cricche, in grado di rendere la struttura incapace di reggere un determinato carico. L'obiettivo di questo studio è individuare quando le cricche presenti in un velivolo costituiscono un serio attentato per la sicurezza.





## Analisi di alcuni disastri aerei

### Capitolo secondo

#### INTRODUZIONE

Come in ogni capitolo, prima di cominciare a vedere quelli che davvero sono i disastri aerei propriamente detti, dobbiamo introdurre alcune semplici definizioni. È necessario infatti conoscere i principali tipi di velocità che caratterizzano un aereo durante il decollo, che sono:

1.  $v_1$ , velocità di decisione: una volta raggiunta questa velocità, è obbligatorio decollare anche in caso di avaria;
2.  $v_R$ , velocità di rotazione: la ruota di prua comincia a sollevarsi, l'aeromobile comincia a cabrare;
3.  $v'_2$ , velocità di distacco: è la minima velocità consentita per staccarsi dal suolo e in genere viene calcolata con la relazione  $v'_2 = 1,2 \cdot v_S$ , dove  $v_S$  è la velocità di stallo, che tratteremo nel prossimo paragrafo;
4.  $v_2$ , velocità di sicurezza al decollo, valore da possedere una volta giunti sull'ostacolo virtuale di 10,70 m sopra al fine pista.

#### La situazione di stallo

Diamo prima di tutto la definizione semantica e algebrica di portanza:

##### DEFINIZIONE A.1 – Portanza

La forza esercitata verso l'alto, sulle ali di un aeromobile in moto, dall'aria o dal fluido che le circonda.

Essa è data algebricamente dalla relazione:

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S c_L$$

(EQUAZIONE 2.1 – Portanza)

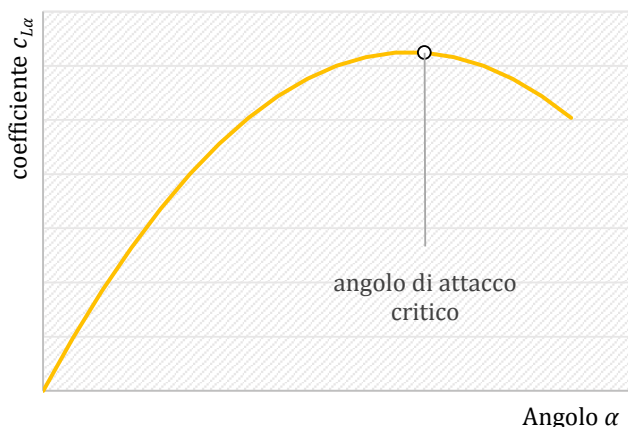
In quest'equazione,  $\rho$  indica la densità del fluido circostante,  $V$  la velocità del velivolo,  $S$  la superficie alare e  $c_L$  il coefficiente di portanza che in realtà è:

$$c_L = c_L(\alpha) = c_{L\alpha} \alpha$$

(EQUAZIONE 2.2 – Coefficiente di portanza)

dove  $\alpha$  rappresenta l'incidenza del profilo. La caratteristica del coefficiente di portanza è mostrata nel **GRAFICO 2.1**.

**GRAFICO 2.1** – Coefficiente di portanza



Volendo descrivere brevemente questo grafico, sapendo che la portanza è direttamente proporzionale al valore del coefficiente  $c_L$ , notiamo che, raggiunto un certo angolo di incidenza del profilo alare non viene più generata portanza, anzi, essa va a diminuire. Questo angolo è detto angolo di attacco critico: al di sotto si è in una situazione normale di volo, mentre al di sopra si è in una zona di stallo. Chiaramente questa è una visione semplificata: non esiste solo un tipo di stallo ed esso non dipende solo dall'angolo di inclinazione dell'ala. Tuttavia, questa è una definizione più che sufficiente per i nostri scopi: a partire dall'angolo di attacco critico,

un ulteriore aumento dell'angolo di incidenza del profilo non significa più un aumento di portanza. Perché il velivolo riesca a volare, la portanza deve essere almeno uguale al peso del velivolo. Da quest'equazione è possibile dunque determinare la velocità di stallo, ossia quella velocità al di sotto della quale si entra in una situazione di stallo:



*Alle 13.22.48 il velivolo era allineato e pronto al decollo per pista 36R.*

*Alle 13.23.04 il primo ufficiale avanzava le manette dei motori in posizione TAKE/OFF ed il velivolo iniziava la corsa di decollo.*

*Alle 13.23.33, in fase di accelerazione, immediatamente prima del raggiungimento della velocità caratteristica  $V_1$ , il primo ufficiale notava la presenza lungo la traiettoria di alcuni uccelli.*

*Alle 13.23.34 il comandante chiamava il raggiungimento della velocità caratteristica  $V_1$ .*

*Alle 13.23.36 avveniva l'impatto con i volatili. Qualche frazione di secondo dopo l'impatto il velivolo iniziava la rotazione e si involava. In tale fase si attivava un avviso di stallo.*

*Alle 13.23.38 il Comandante Cavalleri prendeva i comandi di volo, che ha poi mantenuto fino all'impatto.*

*Alle 13.23.40 le manette venivano retratte in posizione MAX CRUISE per un paio di secondi e poi nuovamente avanzate. Il velivolo, nella configurazione di decollo (flap 8°, carrello esteso), guadagnava quota volando lungo l'asse pista.*

*Alle 13.23.44 il Comandante comunicava al primo ufficiale l'intenzione di rientrare immediatamente chiedendogli di lanciare via radio l'emergenza.*

*Alle 13.23.48 si attiva un segnale di allarme (triple chime).*

*Alle 13.23.49 venivano retratte entrambe le manette motore a MAX CRUISE.*

*Alle 13.23.50 l'indicazione del numero di giri del motore sinistro andava improvvisamente a zero.*

*Alle 13.23.52, mentre il velivolo aveva raggiunto i 300 ft e iniziato a virare verso destra per rientrare, il copilota lanciava il May Day che non veniva però percepito né registrato dagli apparati di registrazione delle conversazioni T/B/T dell'ENAV S.p.A.*

*Alle 13.23.55 le manette motore venivano nuovamente avanzate poco prima che si attivasse l'avviso di stallo (synthetic voice "STALL" e stick shaker).*

*Alle 13.23.58 il copilota effettuava una seconda chiamata radio comunicando alla torre di controllo lo stato di emergenza per ingestione volatili e l'intenzione di rientrare immediatamente. Il controllore reagiva prontamente facendo immediatamente liberare la pista ad un velivolo (volo AP 2947) che avrebbe dovuto decollare subito dopo.*

*Alle 13.24.01 la manetta del motore destro veniva retratta e posizionata ad IDLE, senza più essere mossa fino al termine del volo. Il velivolo, intanto, sorvolava l'Idroscalo volando in direzione OVEST-EST e continuava a virare a destra completando, alle 13.24.27, un 180° ad una quota di 400 ft AGL, circa 1 NM ad Est della testata pista 18L. Nell'intervallo compreso tra le 13.24.01 e le 13.24.27 l'avviso di stallo ("STALL" e stick shaker) si è attivato 4 volte, mentre il comandante ha continuato ad agire sulla manetta del motore sinistro. Tra le 13.24.27 e le 13.24.40 il velivolo proseguiva in direzione parallela alla pista, in leggera discesa. In tale intervallo si attivava l'avviso sonoro "DON'T SINK" per due volte ed il comandante riportava la manetta motore in avanti.*

*Alle 13.24.40 il velivolo iniziava a virare verso sinistra, in leggera discesa.*

*Alle 13.24.46, ad una quota di 318 ft AGL, interveniva l'avviso sonoro "TOO LOW TERRAIN".*

*Alle 13.24.49, il comandante richiedeva il posizionamento dei flap a 20°, la cui estrazione si completava alle 13.24.57, poco dopo l'attivazione dell'allarme sonoro "LH ENGINE FIRE". Nel frattempo l'angolo di bank andava incrementando, superando i 40° e provocando l'attivazione dell'allarme sonoro "BANK ANGLE".*

*Alle 13.25.04 l'inclinazione raggiungeva i 110°, veniva recuperata dal pilota, ma con il velivolo in discesa, e a quota insufficiente per il recupero dello stesso. Il velivolo impattava pesantemente il terreno, dopo aver urtato un cancello, toccando con le gambe carrello principali in corrispondenza del piazzale di un capannone industriale, mentre l'estremità alare sinistra urtava una cancellata e quella destra il terreno. Proseguendo nella sua corsa il velivolo sfondava una recinzione e quindi la parete laterale di un altro capannone industriale, all'interno del quale si arrestava. Nell'urto, veniva abbattuta una colonna portante interna provocando il crollo di parte del pesante pavimento del*



17:02:08 (TWR) – *Affirmative, taxi into the runway and leave the runway third, third to your left.*

17:02:16 (PAM2) – *Third to the left, OK.*

17:01:57 (Primo ufficiale del PanAm, PAM2) – *Tenerife, volo Clipper uno sette tre sei.*

17:02:01 (TWR) – *Volo Clipper uno sette tre sei, Tenerife.*

17:02:03 (PAM2) – *Ah. Ci sono state date istruzioni di contattarvi e di rullare lungo la pista, è corretto?*

17:02:08 (TWR) – *Affermativo, rullate lungo la pista e lasciate la pista alla terza uscita, terza uscita alla vostra sinistra.*

17:02:16 (PAM2) – *Terza a sinistra, OK.*

Le conversazioni di sottofondo nella torre di controllo rendevano difficile la comprensione delle istruzioni, come conferma la seguente citazione:

**CITAZIONE 2.4** – Conferma della taxiway di uscita

- “ 17:02:18 (Technician, PAM3) – *Third he said?*  
 17:02:19 (PAM Captain, PAM1) – *Three?*  
 17:02:21 (TWR) – *-ird one to your left.*  
 17:02:22 (PAM1) – *I think he said first.*  
 17:02:26 (PAM2) – *I'll ask him again.*  
 17:02:32 (PAM2) – *Left turn.*  
 17:02:33 (PAM1) – *I don't think they have take-off minimums anywhere right now.*  
 17:02:39 (PAM1) – *What really happened over there today?*  
 17:02:41 (PanAm employee, PAM4) – *They put a bomb (in) the terminal, Sir, right where the check-in counters are.*  
 17:02:46 (PAM1) – *Well we asked them if we could hold and -uh- I guess you got the word, we landed here.*
- 17:02:18 (Meccanico di bordo, PAM3) – *Ha detto la terza?*  
 17:02:19 (Captain, PAM1) – *Tre?*  
 17:02:21 (TWR) – *-erza alla vostra sinistra.*  
 17:02:22 (PAM1) – *I think he said first.*  
 17:02:26 (PAM2) – *Glielo chiedo di nuovo.*  
 17:02:32 (PAM2) – *Imbarda a sinistra.*  
 17:02:33 (PAM1) – *Non penso che abbiano i requisiti minimi per decollare, comunque, in questo momento.*  
 17:02:39 (PAM1) – *Ma cos'è davvero accaduto oggi qua?*  
 17:02:41 (Impiegato della PanAm, PAM4) – *Hanno messo una bomba al terminal, Signore, giusto dove ci sono i banchi del check-in.*  
 17:02:46 (PAM1) – *Beh abbiamo chiesto loro [a Tenerife] se potevamo trattenerci qui e -uh- hanno mantenuto la parola, ci siamo rimasti.*

Nel frattempo, era stato udito il controllore che parlava con il KLM.

**CITAZIONE 2.5** – Situazione del KLM

- “ 17:02:50 (TWR) – *KLM four eight zero five how many taxiway -ah- did you pass?*  
 17:02:55 (KLM first officer, KLM2) – *I think we just passed charlie four (fourth one) now.*  
 17:02:59 (TWR) – *OK... at the end of the runway make one eighty and report -ah- ready -ah- for ATC clearance.*
- 17:02:50 (TWR) – *KLM quattro otto zero cinque, quante taxiway d'uscita -ah- avete passato?*  
 17:02:55 (Primo ufficiale del KLM, KLM2) – *Penso che abbiamo appena passato la C4 (la quarta) or ora.*  
 17:02:59 (TWR) – *OK... Alla fine della pista effettuate un inversione ad U e segnalate -ah- quando pronti -ah- per l'autorizzazione ATC.*

Entrambi i velivoli stavano risalendo lungo la pista, ma il PAM era perso nella nebbia, che rendeva molto difficile vedere le taxiways. La torre aveva comunque confermato che l'aereo sarebbe dovuto uscire alla terza a sinistra.

**CITAZIONE 2.6** – Luci spente in pista

- “ 17:03:48 (TWR) – *...er one seven three six report leaving the runway.*  
 17:04:59 (TWR) – *...m eight seven zero five and clipper one seven three six, for your information, the centre line lighting is out of service.*
- 17:03:48 (TWR) – *...er uno sette tre sei, segnalate quando lasciate la pista.*  
 17:04:59 (TWR) – *...m otto sette zero cinque e clipper uno sette tre sei, per vostra informazione, l'illuminazione della linea d'asse è fuori servizio.*



- “ 17:06:32 (KLM2) – *Is hij er niet af dan?*  
 17:06:34 (KLM1) – *Wat zeg je?*  
 17:06:35 (KLM2) – *Estls hij er niet af, die Pan American?*  
 17:06:36 (KLM1) – *Jawel.*
- 17:06:32 (KLM2) – *Quindi la pista non è libera?*  
 17:06:34 (KLM1) – *Cosa stai dicendo?*  
 17:06:35 (KLM2) – *Non è fuori il Pan americano?*  
 17:06:36 (KLM1) – *Oh, si, lo è (enfatico).*

Mentre il PAM era quasi giunto alla quarta uscita, il capitano del PAM scorse le luci di atterraggio del Boeing KLM approssimativamente a 700 metri nella nebbia.

CITAZIONE 2.11 – Gli ultimi attimi prima dell'incidente

- “ 17:06:41 (PAM1) – *(screaming) He's coming... Look... This son of bitch is coming!*  
 17:06:41 (PAM2) – *(screaming)*  
 17:06:47 (KLM1) – *Oh shit!*
- 17:06:41 (PAM1) – *(screaming) Sta arrivando... Guarda... Quel figlio di puttana ci sta venendo addosso!*  
 17:06:41 (PAM2) – *(screaming)*  
 17:06:47 (KLM1) – *Oh merda!*

L'equipaggio del PAM mise le manette motore in massima spinta per uscire velocemente dalla pista, ma era già troppo tardi. La velocità del Boeing olandese era di più di 270 km/h. Il suo capitano retrasse completamente la manopola di pressione per decollare e volare al di sopra dell'altro 747 americano. La prua si sollevò, ma la coda del velivolo olandese rimase in pista e produsse scintille. Il KLM salì a circa un metro da terra, ma ovviamente non fu sufficiente. I due giganti da 350 tonnellate collisero: le ruote dietro dell'olandese colpirono la parte destra del PAM, strappando la fusoliera. L'ala sinistra tagliò lo stabilizzatore verticale a livello del timone e i serbatoi di carburante sull'ala destra vennero distrutti e cominciarono ad alimentare l'incendio.

Nel KLM 747 non ci furono sopravvissuti. Nel PanAm 747 ci furono 64 sopravvissuti, scappati dal luogo dell'incendio, incluso il capitano che riuscì a salvarsi. L'incendio diradò la nebbia ad oltre 1 km dall'aeroporto. Il bilancio fu di 583 morti e 64 feriti.

## DISASTRO DI LINATE (MILANO, LINATE, 2001)

Il disastro di Linate, avvenuto l'8 ottobre 2001, è un altro caso di *runway incursion*, ossia di invasione di pista durante il rullaggio. Per questo disastro ci sono state delle condanne penali:

1. Sei anni e mezzo per disastro aviatorio colposo e per omicidio plurimo colposo l'ex amministratore delegato dell'EVAV Sandro Gualano;
2. Tre anni il controllore di volo Paolo Zacchetti;
3. Quattro anni e mezzo l'ex direttore generale dell'ENAV Fabio Marzocca;
4. Tre anni per i manager SEA Aeroporti di Milano Antonio Cavan e Giovanni Lorenzo.

L'incidente si è verificato alle 08.10 locali sull'aeroporto di Linate e ha coinvolto due velivoli:

1. Boeing MD-87, nominativo SK686 (2 piloti, 4 assistenti, 104 passeggeri);
2. Cessna 525-A, nominativo D-IEVX (2 piloti, 2 passeggeri).

Il Cessna avrebbe dovuto decollare alle 05:45, il Boeing alle 05:35, uno per Parigi e l'altro per Copenhagen.

Alle 05:41 il Boeing chiedeva l'autorizzazione alla messa in moto, mentre il Cessna non era ancora decollato.

Alle 05:54 il Boeing era autorizzato al rullaggio e alla sosta nella posizione di attesa prima della pista.

Alle 05:58 il Cessna otteneva l'autorizzazione alla messa in moto.

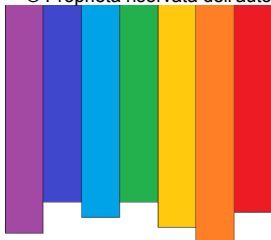
Alle 05:59 il Ground di Linate chiedeva al Boeing di passare la stazione dei vigili del fuoco e contattare la Tower. Tuttavia, essa non era segnata su alcun tipo di documento.

Alle 06:01 il Boeing chiamava la torre.

Alle 06:05 il Cessna riceveva l'autorizzazione al rullaggio.

Alle 06:06 il Ground dava l'autorizzazione anche a un altro velivolo, che avrebbe dovuto seguire il Cessna (il quale comunque non era in vista; quest'ultima comunicazione, inoltre, potrebbe non essere stata compresa dal Cessna perché in italiano). Il Cessna usciva allora dal parcheggio Ovest e cominciava a





## Simulazione d'esame Appendice

### QUIZ

Rispondere alle seguenti domande. Per ogni risposta esatta, verrà attribuito il punteggio di 1, mentre non saranno applicate penalizzazioni in caso di risposta errata. Il test è composto di 40 domande.

- 1) L'ICAO è una agenzia autonoma che opera per conto:
  - Dell'Unione Europea
  - Dell'Organizzazione delle Nazioni Unite
  - Dell'*European Civil Aviation Conference*
- 2) A conclusione delle indagini su incidenti e inconvenienti nel settore dell'aviazione civile, l'ANSV ha la facoltà, sulla base dei dati emersi, di emanare:
  - Ben precise regole di sicurezza ai fini della prevenzione di incidenti e inconvenienti
  - Raccomandazioni di sicurezza ai fini della prevenzione di incidenti e inconvenienti
  - Provvedimenti diretti a salvaguardare e migliorare la sicurezza del volo
- 3) La *sterile cockpit erule* fu introdotta per eliminare chiacchiere non essenziali fra piloti e assistenti di volo:
  - Quando il velivolo si trova sotto i 5000 piedi
  - Quando il velivolo si trova sopra i 10000 piedi
  - Quando il velivolo si trova sotto i 10000 piedi
- 4) Oggi il *Crew Resource Management* è:
  - Obbligatorio per tutti gli operatori aerei
  - Obbligatorio per tutti gli operatori aerei tranne i voli charter con due piloti
  - Obbligatorio solo per tutti gli operatori aerei dell'Unione Europea e degli Stati Uniti d'America
- 5) L'EASA ha compiti specifici nel campo della sicurezza aerea:
  - Sia di carattere normativo che esecutivo
  - Solo di carattere normativo
  - Solo di carattere esecutivo
- 6) Tra i compiti dell'ANSV c'è quello di:
  - Svolgere le inchieste giudiziarie relative agli incidenti ed agli inconvenienti occorsi ad aeromobili dell'aviazione civile
  - Svolgere le inchieste tecniche relative agli incidenti ed agli inconvenienti occorsi ad aeromobili di stato
  - Svolgere le inchieste tecniche relative agli incidenti ed agli inconvenienti occorsi ad aeromobili dell'aviazione civile
- 7) Lo scopo ultimo di un'indagine tecnica su un singolo incidente aereo è:
  - Quello di proporre provvedimenti utili, per il futuro, a ridurre la probabilità che gli stessi errori possano essere ripetuti o, comunque, a ridurre la gravità delle conseguenze di tali errori, indipendentemente da considerazioni di colpa e responsabilità
  - Stabilire se e da parte di chi, siano state eluse o ignorate le norme di sicurezza in vigore, se e da parte di chi si sia agito con negligenza, imprudenza o imperizia, in modo da assicurare i colpevoli alle giustizie
  - Quello di adottare provvedimenti necessari per evitare che in futuro lo stesso tipo di incidente si verifichi
- 8) L'inchiesta giudiziaria su un incidente aereo viene condotta da:
  - Un investigatore responsabile dell'indagine



- Devono essere distanziate in modo da fornire una chiara indicazione della distanza dal bordo pista
- 18) Il sistema visivo di guida di accosto alla piazzola (VDGS) è in particolare richiesto con:
- L'impiego di autobus per l'imbarco
  - L'impiego di particolari mezzi di trasporto per l'imbarco di invalidi
  - L'impiego di pontili telescopici d'imbarco
- 19) Il sistema avvisatore di stallo:
- È un sistema di allarme
  - Non è un sistema di allarme
  - Rientra nel concetto di sicurezza passiva del velivolo
- 20) La protezione da scariche elettriche atmosferiche è un sistema:
- Che rientra nel concetto di sicurezza attiva
  - Che rientra nel concetto di sicurezza passiva
  - Che rientra in entrambi i concetti di sicurezza attiva e sicurezza passiva
- 21) L'impianto antighiaccio alare è normalmente di tipo:
- Anti-ice
  - Contro-ice
  - De-ice
- 22) Uno dei cardini della sicurezza passiva strutturale per un velivolo durante un atterraggio di emergenza pesante è:
- Che la parte inferiore della fusoliera entrata in contatto col terreno non si deformi in alcun modo
  - Che la parte superiore della fusoliera inizi a deformarsi in modo controllato
  - Che la parte inferiore della fusoliera entrata in contatto col terreno inizi a deformarsi in modo controllato
- 23) In genere, per assicurare la sicurezza del velivolo, si progettano con filosofia:
- Fail-safe le zone del velivolo più soggette alle minacce balistiche
  - Safe-life le zone del velivolo più soggette alle minacce balistiche
  - Damage-tolerance le zone del velivolo più soggette alle minacce balistiche
- 24) Una ben nota minaccia alla sicurezza strutturale è l'applicazione di carichi che eccedono i limiti di progetto, un esempio sono:
- Le sollecitazioni a fatica
  - Gli eccessivi carichi da raffiche
  - Le sollecitazioni concentrate dovuti a difetti iniziali
- 25) Gli accertamenti dei danni dovuti al bird strike si basano su prove sperimentali che prevedono:
- Lo sparo con un apposito cannone, a velocità costante, di carcasse di uccelli (generalmente polli) contro le strutture interessate dei velivoli
  - Lo sparo con un apposito cannone, a velocità costante, di sacchi di sabbia contro le strutture interessate dei velivoli
  - Lo sparo con un apposito cannone, a velocità costante, di sfere di piombo contro le strutture interessate dei velivoli
- 26) Del fenomeno del bird strike e delle azioni da intraprendere per una sua attenuazione si parla:
- Nell'Annesso 14 ICAO
  - Nell'Annesso 5 ICAO
  - Nell'Annesso 17 ICAO



Appunti e dispense 2015 – *Appendice* – QUINSLAB

La TWR e il GND hanno colpe dovute anche a comunicazioni radio approssimative e non rigorose

37) Prima del disastro di Linate dell'8 ottobre 2001:

- Lo scalo milanese era stato protagonista di una sola altra *runway incursion*
- Lo scalo milanese era stato protagonista di altre *runway incursion*
- Lo scalo milanese non era mai stato protagonista di altre *runway incursion*

38) Nel disastro di Linate del 2001, l'aeromobile Cessna 525-A:

- Era equipaggiato e certificato per operare voli commerciali e privati anche in condizioni di bassa visibilità fino ai minimi ILS in CAT II
- Era equipaggiato e certificato per operare voli commerciali e privati anche in condizioni di bassa visibilità fino ai minimi ILS in CAT I
- Era equipaggiato e certificato per operare voli commerciali e privati anche in condizioni di bassa visibilità fino ai minimi ILS in CAT IIIA

39) Nell'incidente di Courmayeur del 2009:

- Il controllo della documentazione tecnica del motore ha evidenziato anomalie di registrazioni
- Il controllo della documentazione tecnica del motore ha evidenziato manchevolezze di manutenzione
- Il controllo della documentazione tecnica del motore non ha evidenziato anomalie di registrazioni o manchevolezze di manutenzione

40) Una delle cause dell'incidente di Courmayeur del 2009 fu l'inadeguatezza dell'elicottero SA 315 B che non aveva caratteristiche idonee al lavoro aereo in alta montagna:

- Falso, era il pilota a non avere esperienza per il lavoro aereo in alta montagna
- Vero
- Falso

Le soluzioni della simulazione d'esame sono:  
1B 2B 3C 4B 5A 6C 7A 8C 9A 10A 11A 12C 13A 14A 15B 16A 17A 18C 19A 20A 21A 22C 23A 24B 25A 26 27B 28B 29C 30B 31A 32A 33A 34B 35C 36C 37B 38B 39C 40C

**ACRONIMI AERONAUTICI FONDAMENTALI**

Ecco una tabella riassuntiva di alcuni acronimi:

Sigla	Acronimo
ICAO	International Civil Aviation Organization
ENAC	Ente Nazionale Aviazione Civile
ONU	Organizzazione delle Nazioni Unite
CISA	Comitato Interministeriale per la Sicurezza degli Aeromobili
PNS	Piano Nazionale della Sicurezza
FACTOR	Follow-up ACTION on Occurrence Report
CRM	Crew Resource Management
FIR	Flight Information Region
AAAVTAG	Agenzia Autonome di Assistenza al Volo e al Traffico Aereo Generale
IATA	International Air Traffic Association
ECAC	European Civil Aviation Conference
JAA	Joint Aviation Authorities