



ISTITUTO ETTORE CONTI MILANO

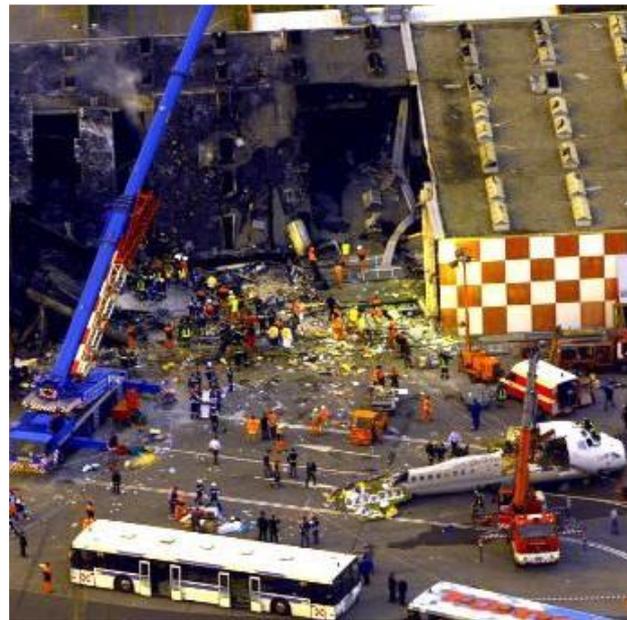
Indirizzo Trasporti e Logistica

**TENERIFE, LINATE E HUDSON:
GLI INCIDENTI AEREI SI POSSONO
EVITARE ?
IL RUOLO DELLA SICUREZZA**

Candidato: Banzatti Paolo Giuseppe

Classe: 5 LOA

Anno Scolastico: 2015/2016



INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	INCIDENTE DI TENERIFE : 27 Marzo 1977	5
3	INCIDENTE DI LINATE : 8 Ottobre 2001.....	9
3.1	COMITATO "8 OTTOBRE PER NON DIMENTICARE".....	14
4	HUDSON LANDING : January 15th, 2009	16
5	PROPULSIONE AERONAUTICA.....	17
5.1	PROPULSORI A ELICA	17
5.1.1	PROPULSORI A TURBOELICA	17
5.2	MOTORI A REAZIONE.....	18
5.3	UN'ESPERIENZA AL SIMULATORE DI VOLO	23
6	IL DIROTTAMENTO AEREO.....	24
6.1	NEW YORK: 11 settembre 2001	24
6.2	BREVE STORIA DEI DIROTTAMENTI AEREI.....	25
7	CONCLUSIONI.....	29
8	SITOGRAFIA e BIBLIOGRAFIA.....	30
	RINGRAZIAMENTI.....	31

1 INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha per oggetto gli incidenti aerei.

Attraverso il racconto e l'analisi di alcuni episodi, anche molto diversi tra loro, toccherò alcuni aspetti, inerenti ai miei studi, che sono stati determinanti per l'evolversi delle situazioni che si erano venute a creare:

- l'importanza dell'organizzazione e della logistica nella gestione di un aeroporto: gli incidenti di Tenerife e di Milano Linate furono da imputarsi anche a gravi carenze nelle infrastrutture aeroportuali e nelle procedure utilizzate;
- fattori di criticità per il funzionamento dei motori (*Hudson Landing*): un disastro evitato grazie alla sicurezza del mezzo e alla bravura dei piloti;
- un uso distorto del mezzo aereo che ha segnato la storia (dirottamenti e attentati dell'11 settembre 2001): negligenze nella prevenzione del terrorismo.



2 INCIDENTE DI TENERIFE : 27 Marzo 1977



27 marzo 1977: alle ore 12.30 il gruppo "*Movimento per l'Autodeterminazione e l'Indipendenza dell'Arcipelago Canario*" fa esplodere una bomba in un negozio nel terminal dell'aeroporto di Las Palmas nell'isola di Gran Canaria e con una telefonata denuncia la presenza di un secondo ordigno.

In attesa che gli investigatori scoprano dove possa essere stata piazzata la seconda bomba, tutto il traffico aereo in arrivo viene dirottato verso l'aeroporto di Los Rodeos (oggi ribattezzato Tenerife North Airport), nella vicina isola di Tenerife.

Los Rodeos è un aeroporto regionale, con strutture vecchie e superate, senza radar di terra, né luci di terra e, sebbene predisposto e legalmente in regola per accogliere anche aerei di grandi dimensioni, non è preparato per accogliere grandi volumi di traffico. L'aeroporto dispone di una sola pista di atterraggio e di un'unica pista di rullaggio principale, parallela a essa e connessa da piccole bretelle di collegamento.

Cronologia:

- 13.38: atterra un Boeing 747 della compagnia aerea KLM;
- 14.12: atterra un Boeing 747 della compagnia PAN AM;
- 14.30: la polizia dichiara cessato l'allarme bomba e viene riaperto l'aeroporto di Las Palmas;
- 16.56: il KLM chiede l'autorizzazione al decollo;
- 16.59: cala la nebbia e la visibilità scende a 300 metri;
- 17.02: KLM e PAN AM sono autorizzati al decollo; PAN AM deve svoltare al 3° raccordo, cosa che non fa perché è una manovra complicata e rischiosa, e decide di svoltare al 4° raccordo, senza chiedere l'autorizzazione;
- 17.05: KLM è in posizione per il decollo;
- 17.06: al KLM viene revocata l'autorizzazione al decollo, ma il pilota decolla ugualmente perché non sente la comunicazione radio a causa delle interferenze;
- 17.06.45: il pilota del PAN AM vede il KLM andare verso di lui;
- 17.06.50: il KLM travolge il PAN AM a 290 km/h;
- Il KLM trancia il PAN AM e scoppia un incendio;
- A causa della nebbia, i mezzi di soccorso, pochi, viste le dimensioni dell'aeroporto, hanno difficoltà a spegnere l'incendio, che viene domato solo il mattino seguente;
- In totale si contano 583 vittime.

Indagini

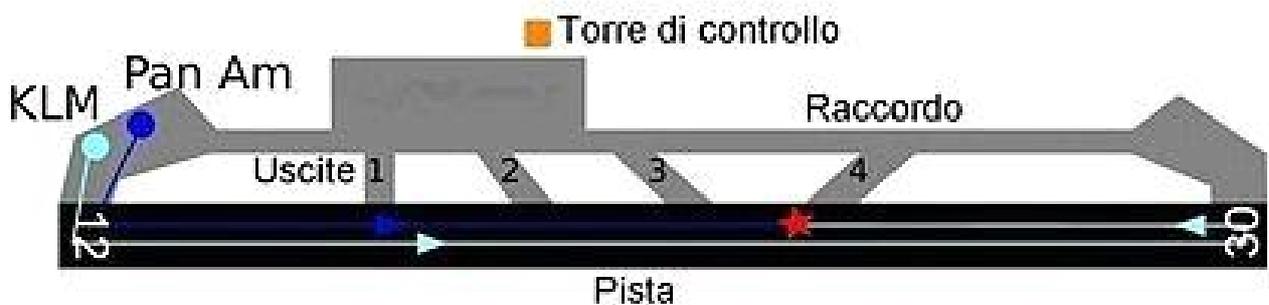
A causa delle fiamme le scatole nere sono danneggiate, ma dalle registrazioni della torre di controllo si sente la conversazione qui sotto riportata:

- Il copilota del KLM ripete le istruzioni appena ricevute dicendo: «*We are now taking off*» («*Adesso stiamo decollando*»);
- La torre di controllo gli rispose: «*Ok, stand by for take off. I will call you*» («*Ok, aspettate per il decollo. Vi chiamerò*»), però, a causa di una forte

interferenza alla radio, dovuta a una chiamata effettuata contemporaneamente dal Pan Am sulla stessa frequenza, che genera una sovrapposizione delle voci: al KLM questa frase della torre di controllo arriva solo come: «Ok [...] for take off [...]» («Ok [...] per il decollo [...]»).

- PAN AM non segue le istruzioni, perché il pilota è disturbato da una comunicazione: sente infatti il KLM dire che sta decollando e avvisa che è ancora in mezzo alla pista, ma i piloti olandesi non sentono.

Grazie alla scatola nera, gli investigatori capiscono che il KLM non riceve nessuna comunicazione, ne' dalla torre di controllo ne' dal PAN AM, a causa di un problema tecnico, dovuto al fatto che le comunicazioni avvengono su una **sola frequenza**, con modalità tipo walkie-talkie, e quindi le voci si sono sovrapposte.



Conclusioni

L'incidente è dovuto alla concomitanza di più eventi, in parte sicuramente non prevedibili, ma il fattore umano è determinante per la sciagura:

- Grandi volumi di traffico in un aeroporto non adeguato: 2 Boeing 747, aerei di grandi dimensioni si trovano su una stessa pista, di dimensioni ridotte;
- a causa della nebbia molto fitta, e della conseguente ridotta visibilità, la torre di controllo non può seguire le manovre dei due aerei: in aeroporto non è installato il radar di terra, cosa abbastanza normale per quell'epoca e per le dimensioni dell'aeroporto;
- i piloti del Boeing PAN AM disobbediscono agli ordini della torre: essi dovrebbero imboccare l'uscita 3, ma la considerano troppo scomoda per il

loro velivolo e imboccano la numero 4 perché prendendo l'uscita 3 dovrebbero fare due virate molto strette, entrambe di 135 gradi, in uno spazio limitato, rischiando di uscire con le ruote dei carrelli dalla pista asfaltata andando sull'erba, dove il terreno nudo non reggerebbe il peso del Jumbo Jet. In fase di inchiesta non viene mai chiarito a fondo se era davvero possibile per un Jumbo imboccare l'uscita numero 3 e neanche perché i controllori volo abbiano indicato proprio quel tragitto alla Pan Am;

- un'interferenza non permette al comandante del KLM di ricevere un messaggio di importanza vitale per evitare l'incidente e il KLM parte senza autorizzazione.

3 INCIDENTE DI LINATE : 8 Ottobre 2001



Il **disastro aereo di Linate** accade l'8 ottobre 2001 alle ore 08:10 locali, all'aeroporto di Milano-Linate, con un numero finale di 118 vittime. È la più grave catastrofe aerea mai verificatasi in Italia, mentre, limitatamente alle collisioni al suolo, è superata a livello mondiale solo dal disastro di Tenerife del 1977.

L'incidente coinvolge un Cessna Citation CJ2, piccolo jet privato entrato erroneamente nella pista di decollo principale dell'aeroporto milanese, ed un McDonnell Douglas MD-87, della compagnia aerea Scandinavian Airlines (volo SAS 686), in fase di decollo.

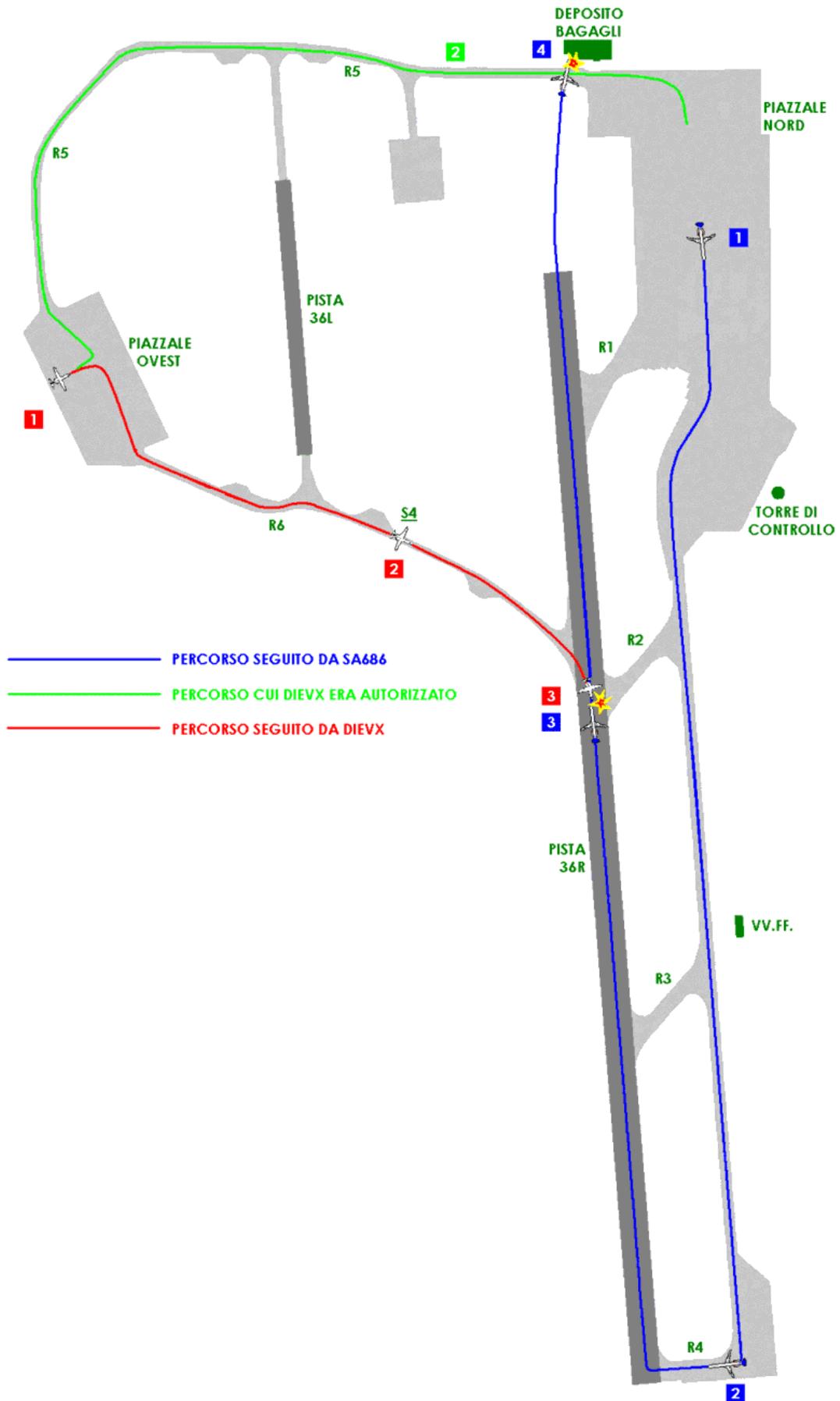
La mattina dell'8 ottobre 2001 le avverse condizioni meteorologiche stanno causando pesanti ritardi ai vari voli in arrivo e in partenza; l'area dell'aeroporto di Milano-Linate è avvolta da una fitta nebbia e la visibilità sulla pista principale di decollo è ridotta a meno di 100 metri.

Tutti gli aerei si affidano alle informazioni della torre di controllo.

Di solito la torre di controllo riesce ad avere la visuale di tutto l'aeroporto di Linate, ma non in questa giornata.

Cronologia:

- Slot agli aeromobili (cioè il breve spazio di tempo attribuito ad ogni volo per atterrare o decollare): il volo SK686 è previsto per le ore 07:35 ma, a causa di restrizioni imposte dall'Air Traffic Flow Management, riceve uno slot alle 08:16; il volo D-IEVX è previsto per le ore 07:45, cioè a 10 minuti di distanza, ma a causa delle restrizioni al traffico aereo gli viene assegnato uno slot alle 08:19, solo tre minuti dopo il decollo del SAS686;
- 07.54: il volo SAS 686 viene autorizzato al rullaggio dal piazzale Nord fino al punto di attesa CAT3, passando per raccordo R4;
- 08.05: il CESSNA viene anch'esso autorizzato al rullaggio, dal piazzale Ovest, e deve raggiungere il suo punto d'attesa passando dal raccordo R5;
- 08:10: il volo SAS 686, con il muso già alzato e in procinto di staccarsi dal suolo, si vede apparire davanti il Cessna, contro il quale si schianta a una velocità di 146 nodi (270,5 km/h), spezzandolo in tre tronconi. Terminata la pista, il SAS continua la sua corsa strisciando sulla via di fuga in erba, fino a schiantarsi contro il fabbricato del deposito bagagli;
- Nessuno dalla torre di controllo, a causa della nebbia, si accorge della catastrofe, fino a quando personale dell'aeroporto soccorre un ferito che viene dal deposito bagagli e da' l'avviso;
- Solo quando un altro aereo comunica che si è sviluppato un incendio alla fine della pista viene individuata la posizione del volo SAS 686;
- Il crollo dell'hangar rende difficoltoso l'aiuto dei soccorritori;
- 14 minuti dopo l'incidente si ha notizia di un CESSNA privato scomparso;
- Il CESNA viene trovato 26 minuti dopo l'incidente a metà della pista principale 36R, vicino al raccordo con la pista di rullaggio R6 ("romeo 6");
- In totale ci sono 118 vittime.



Indagini

La domanda che tutti si pongono è: "Come hanno fatto due velivoli a finire sulla stessa pista?"

- Viene avviata un'indagine, anche se non immediatamente, in quanto gli investigatori devono dare la precedenza sul campo alle forze dell'Ordine, perché in Italia gli incidenti aerei sono trattati come crimini.
- Dalle indagini emerge che il volo SAS 686 ha viaggiato per 40 secondi, percorrendo 1500 metri, prima di scontrarsi con il CESSNA sulla pista principale e ha continuato a procedere senza carrello fino all'hangar; la collisione è avvenuta all'incrocio tra la pista principale e una delle piste di rullaggio.
- Le indagini si concentrano sulle comunicazioni dell'addetto alla torre di controllo con il CESSNA che commette un errore fatale: invece di percorrere il raccordo di rullaggio R5 ("romeo 5"), fino a prendere la pista parallela al volo SAS 686, prende il raccordo R6 ("romeo 6"), andando ad incrociare la traiettoria del volo SAS 686.
- Nei messaggi alla torre di controllo i piloti del CESSNA dicono di trovarsi sul raccordo S4 ("sierra 4"), ma di questa pista gli investigatori non trovano traccia sulle mappe della torre di controllo.
- Dalle registrazioni scoprono che una situazione analoga si era verificata 24 ore prima, ma vi era una buona visibilità e i due apparecchi avevano evitato l'incidente.
- Gli investigatori decidono di percorrere il raccordo R6 e verificano che lo stato dei cartelli a bordo pista è disastroso, come del resto la segnaletica; chi non conosce bene questo aeroporto può quindi facilmente confondersi.
- Rilevano poi che nessun allarme acustico funziona: sono disattivati da anni per evitare falsi allarmi.

Intanto gli investigatori trovano le scatole nere del volo SAS 686.

I piloti, molto esperti, erano stati autorizzati al decollo e non hanno responsabilità.

Gli aerei hanno diverse collisioni in mezzo secondo:

- Il carrello anteriore del volo SAS 686 colpisce lo stabilizzatore del CESSNA
- Il carrello principale del volo SAS 686 colpisce l'ala del CESSNA
- Il carrello principale destro del volo SAS 686 colpisce la cabina del CESSNA; il motore destro si stacca.

Perdendo il motore destro il volo SAS 686 non riesce a volare, perché il motore sinistro è danneggiato dai detriti del CESSNA che sono stati risucchiati; dopo la collisione il volo SAS 686 vola per 9 secondi.

Il pilota del volo SAS 686 cerca di impedire l'impatto, riuscendo a fare delle manovre incredibili, ma viaggiava troppo veloce.

Conclusioni

Nel corso delle indagini emergono diversi fattori, determinanti per l'accaduto:

- fattore ambientale: al momento dell'incidente la visibilità generale è ridottissima, riportata pari a 50 metri;
- la segnaletica orizzontale e verticale sul piazzale "Ovest" e sulla via di rullaggio Romeo 6 risulta molto carente, così come l'illuminazione;
- vi sono discordanze tra la cartografia presente in torre di controllo e la realtà aeroportuale (raccordo Sierra 4);
- inosservanza delle procedure prescritte per il rullaggio dei velivoli dal piazzale "Ovest";
- la mancanza di un radar GMGCS e del sistema d'allarme associato alla Stop Bar presente sul raccordo R6, che non consentono al controllore GROUND di rilevare la presenza del Cessna sulla via di rullaggio R 6 che interseca la pista;
- l'errore più evidente e decisivo viene commesso da parte del pilota ai comandi del velivolo Cessna che, in fase di rullaggio, istruito a dirigersi a Nord e a percorrere il raccordo R5, imbocca invece il raccordo R6, che lo porta ad intersecare la pista di decollo nel momento in cui sopraggiunge il volo SAS 686. Non solo: l'atterraggio del Cessna a Linate, avvenuto due ore prima, è da ritenersi irregolare, in quanto sia l'equipaggio sia l'aeromobile non sono certificati per effettuare operazioni con una visibilità inferiore a 550

metri; stando alle procedure vigenti l'aereo avrebbe dovuto essere dirottato su un altro aeroporto, e non si sarebbe quindi dovuto trovare a Linate al momento della partenza del MD-87 SAS. Sempre per la mancanza di abilitazione, quell'aereo non avrebbe nemmeno potuto ripartire dallo scalo milanese: anche in questo caso i piloti hanno agito al di fuori delle regole. Tutto ciò perché non erano state eseguite le necessarie verifiche sulle abilitazioni del personale e dell'aereo;

- un errore da parte del controllore del Traffico Aereo che non rileva, a causa della discordanza con la segnaletica esistente di fatto sulle piste dell'aeroporto, la posizione errata del Cessna in un raccordo diverso da quello al quale è stato indirizzato, e lo autorizza a continuare il rullaggio.

Gli investigatori ritengono la cosa più grave il fatto che a Linate non fosse stato installato il radar di terra, nonostante fosse già stato acquistato. Se fosse stato attivo, la torre di controllo avrebbe capito la situazione e avrebbe dato il comando al CESSNA di fermarsi.

Inoltre, la mancanza di organizzazione fa sì che ci si renda conto di quanto è accaduto con molto ritardo e, infine, i soccorsi sono molto lenti.

L'intero sistema aeroportuale di Linate è sotto accusa: l'assenza di strumentazione idonea e il mancato rispetto delle procedure standard trasformano un incidente in una tragedia catastrofica.

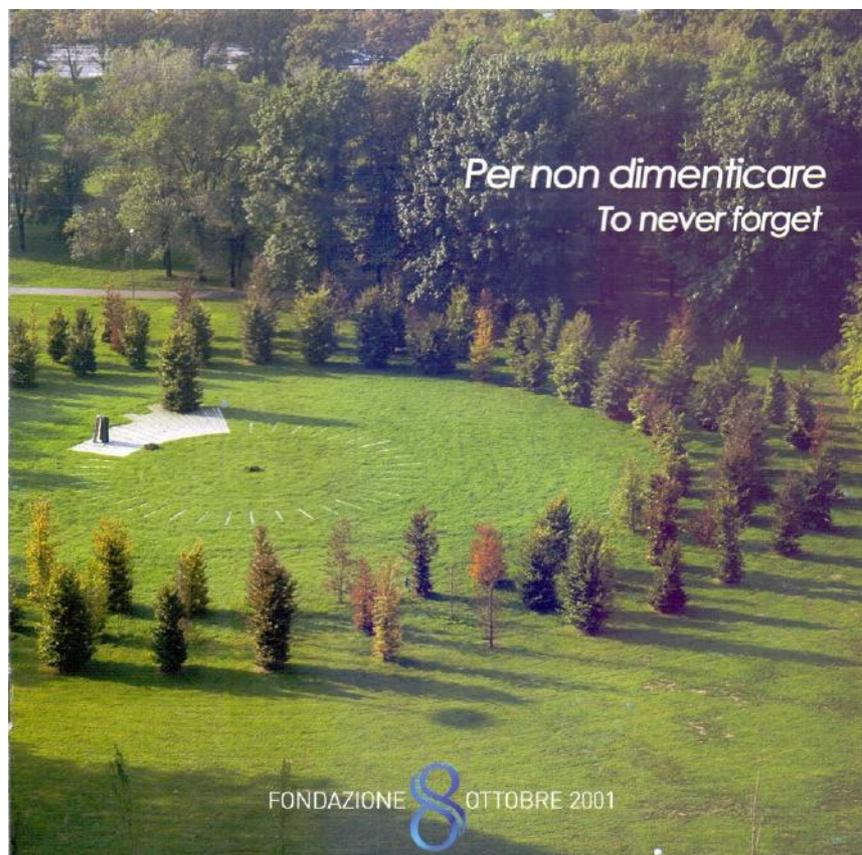
Negli anni successivi viene celebrato il processo; tra i condannati c'è anche il controllore di volo: gli investigatori dichiareranno che secondo loro è la 119^a vittima.

3.1 COMITATO "8 OTTOBRE PER NON DIMENTICARE"

Il 17 novembre 2001 viene costituito il "Comitato 8 ottobre per non dimenticare", che riunisce le famiglie delle vittime italiane e vuole, con diverse attività, promuovere la sicurezza dei voli e dei passeggeri e anche spingere le indagini per stabilire tutte le cause dell'incidente e punire i colpevoli. Qualche mese dopo anche in Svezia si costituisce un comitato che unisce le famiglie delle vittime scandinave. Il 24 marzo 2002 viene inaugurato, all'interno del

Parco Forlanini, vicino all'aeroporto, il *Bosco dei faggi*: 118 alberi piantati a ricordo delle vittime, uno per ogni vittima. I processi iniziati nel 2003 stabiliscono responsabilità gravi che portano nel 2008 alla condanna definitiva del controllore di volo e di altre 7 persone dell'aeroporto e degli enti dell'aviazione civile (ENAC) e di controllo del volo (ENAV).

Il 26 maggio 2004 viene costituita la FONDAZIONE 8 OTTOBRE 2001 PER NON DIMENTICARE, con una Task Force di persone esperte nella sicurezza aerea, per sviluppare, promuovere e diffondere azioni valide e concrete per la sicurezza del trasporto aereo. La Fondazione in questi anni ha organizzato e partecipato a diversi convegni internazionali sulla sicurezza: "psicologia aeronautica" (2008), "capacità aeroportuali e sicurezza del volo" (2009), "Airport Exchange" (2009), "Normative e obiettivi di sicurezza" (Istanbul, 2010), Convegno mondiale IASS (Milano, 2010). Tutte le informazioni sono disponibili sul sito della Fondazione (www.comitato8ottobre2001.com) o si possono avere andando alla sede, in via Rovello, come ho fatto io.



Milano: Parco Forlanini - Il bosco dei faggi

4 HUDSON LANDING : January 15th, 2009



On January 15th, 2009, an airbus A320 made an emergency water Landing in the Hudson River, because some birds caused both engines to fail. All passengers and crew evacuated from the jet and they were saved by a watercraft. Several people suffered injuries but only one passenger required hospitalization. The incident was called "Miracle on the Hudson" and the pilot Sullenberger and all the crew were considered heroes.

The Airbus operated from New York City to Charlotte (North Carolina). About three minutes after the takeoff, near New York the plane hit some birds (Canada geese). This caused jet engines to lose power.

The pilot decided that the plane could not reach the closest airfield, so he decided to fly over the Hudson, making an emergency water Landing in the river.

The entire crew was awarded the Gold Medal. This fact was described as a heroic and unique aviation achievement.

September 9, 2016 will be made a film called sully this successful story.

5 PROPULSIONE AERONAUTICA

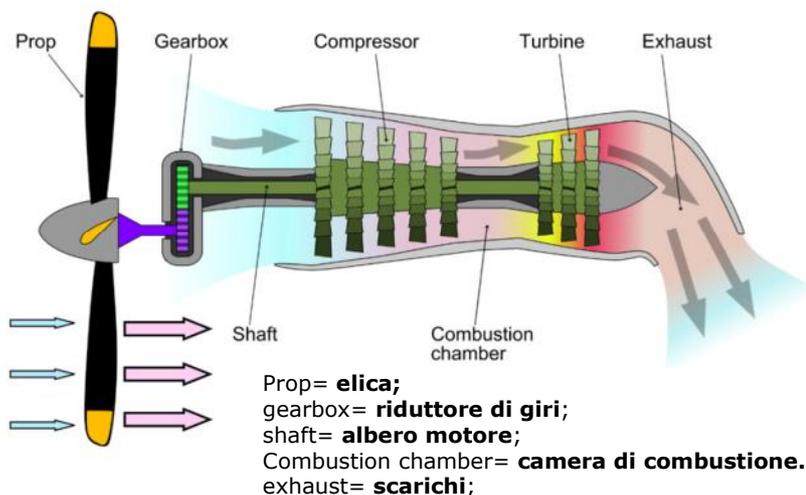
5.1 PROPULSORI A ELICA

I primi motori aeronautici sono motori a scoppio, costituiti da più cilindri che azionano direttamente l'albero motore dell'elica. I cilindri possono essere disposti in linea come nelle automobili, o a stella intorno all'albero motore. I motori stellari, rispetto a quelli in linea, sono più leggeri (il raffreddamento è dato direttamente dall'aria), più semplici da costruire e da riparare, più affidabili e anche più adattabili, perché si possono mettere più stelle su un unico albero motore, però i motori a stella presentano maggiore resistenza aerodinamica e grande difficoltà ad essere sovralimentati con l'aria compressa. Comunque tutti i motori a elica permettono velocità basse e sono stati sostituiti dai motori turboelica o a reazione.



5.1.1 PROPULSORI A TURBOELICA

Nel propulsore a turboelica l'elica aeronautica è mossa non da un motore a scoppio, ma da una turbina. E' costituito da un compressore, una camera di combustione, una turbina che muove l'elica attraverso un albero e un riduttore di giri.



I vantaggi del

motore a turboelica sono rumorosità e consumi bassi, decollo e atterraggio in spazi brevi, velocità maggiori del motore a elica, ma molto inferiori a quelle dei motori a reazione. Un altro svantaggio è che la loro efficienza diminuisce molto all'aumentare della velocità del velivolo.

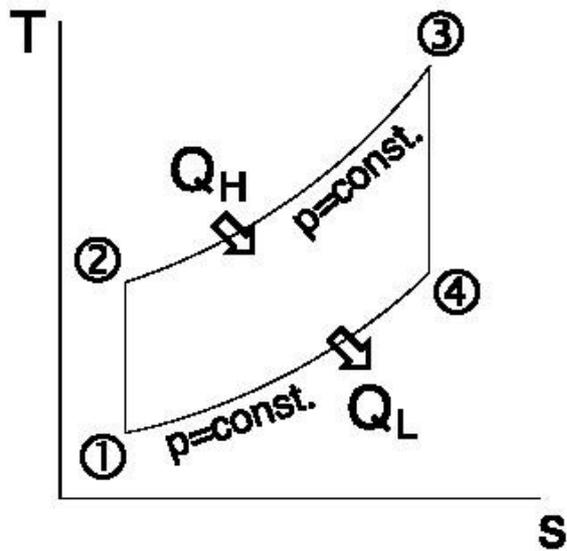
Questi propulsori sono ancora usati su molti aerei da trasporto e anche su aerei civili come l'ATR, per tratte brevi.

5.2 MOTORI A REAZIONE

I motori a reazione (o a getto) trasformano l'energia della combustione in energia cinetica dei gas combusti di scarico. Per il principio di azione e reazione della seconda legge di Newton ("ad ogni azione corrisponde sempre una reazione uguale ed opposta") il velivolo si muove in direzione opposta ai gas.

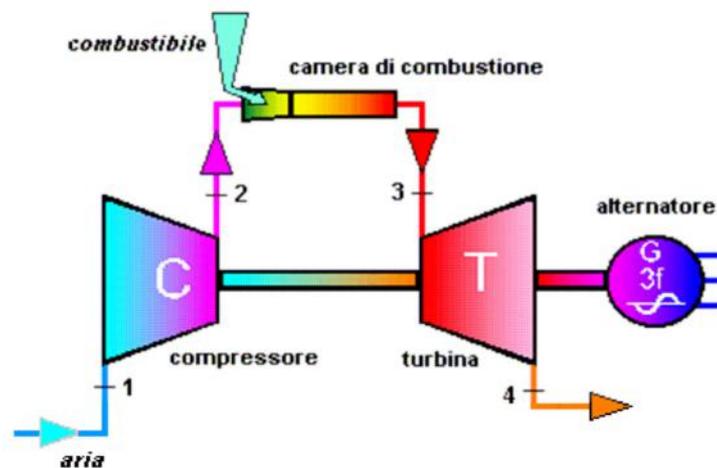
Il funzionamento ideale delle turbine a gas dei propulsori a getto è descritto dal **Ciclo di Brayton-Joule**, che è un ciclo termodinamico composto da quattro trasformazioni, due isobare (a pressione costante) e due adiabatiche (senza scambio di calore):

1. **compressione adiabatica** del gas (dal punto 1 al punto 2, nel grafico mostrato di seguito) in un compressore, con cessione di lavoro al fluido;
2. **riscaldamento a pressione costante** (dal punto 2 al punto 3), durante il quale avviene la cessione di calore al fluido;
3. **espansione adiabatica** del gas in una turbina (dal punto 3 al punto 4), viene scambiato lavoro positivo di ciclo, cioè si estrae lavoro dal fluido;
4. **raffreddamento** isobaro, cioè una cessione di calore a pressione costante (dal punto 4 al punto 1).



T = temperatura
S = entropia
Q_H = calore fornito tra i punti 2 e 3
Q_L = calore ceduto tra i punti 4 e 1
L_C = lavoro di compressione tra i punti 1 e 2
L_T = lavoro di espansione in turbina tra i punti 3 e 4
L_N = lavoro utile

Tutte le macchine reali a ciclo Brayton-Joule sono del tipo a combustione interna a ciclo aperto. Il compressore aspira aria dall'ambiente aumentandone la pressione senza significativi scambi di calore con l'esterno; si inietta il combustibile il quale brucia elevando la temperatura del fluido, ma non la pressione che invece resta pressoché costante, a meno di perdite di pressione nel combustore; il fluido ad elevato contenuto calorico espande in una turbina cedendo ad essa lavoro meccanico e diminuendo la propria pressione e temperatura; il fluido uscente dalla turbina a pressione ambiente si scarica nell'atmosfera raffreddandosi; il lavoro ceduto alla turbina viene sfruttato dal compressore, con il quale la turbina è unita attraverso un albero di trasmissione.



La formula del **rendimento** (η), valida per qualsiasi ciclo termodinamico che ha politropiche a due opposte (e uguali) di cui almeno due sono adiabatiche, è definito da:

$$\eta = \frac{L_N}{Q_H} = 1 - \frac{1}{\beta^{(\frac{\gamma}{\gamma-1})}}$$

Dove γ è il rapporto adiabatico e β è il rapporto di compressione:

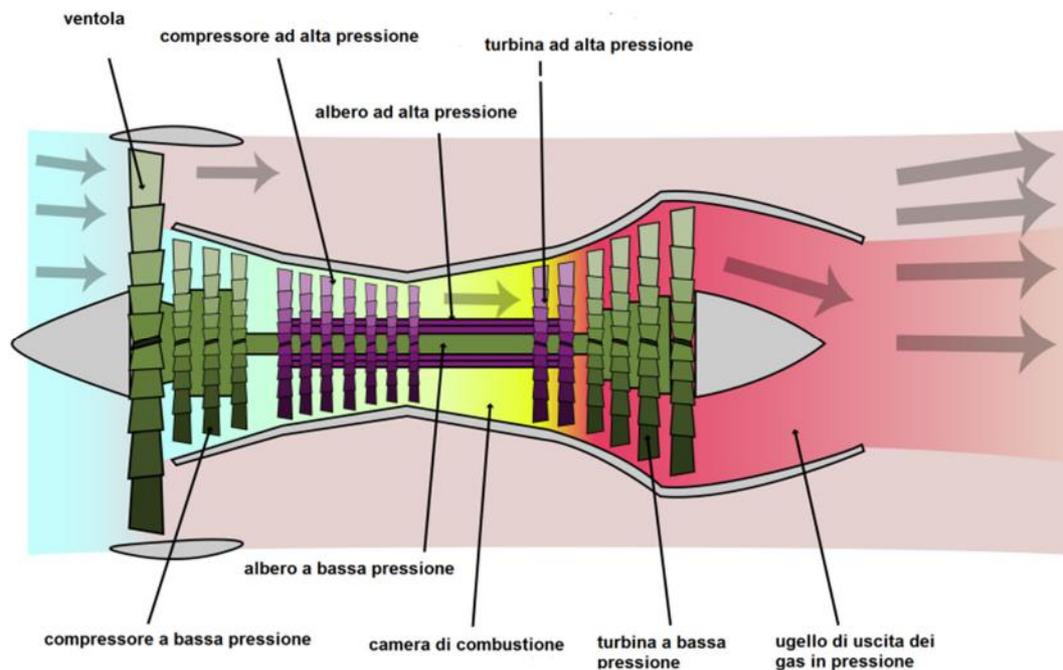
$$\beta = \frac{p_2}{p_1}$$

E p_1 e p_2 sono le pressioni del gas a monte e a valle del compressore.

Il ciclo di Brayton-Joule trova un'applicazione particolare nella propulsione aerea a turbogetto o a turbofan (turboventola), dove l'espansione in turbina produce quel tanto di lavoro che basta ad azionare il compressore e l'eventuale fan (ventola). Il rimanente dell'energia contenuta nel fluido viene spesa per far accelerare il fluido stesso dentro un ugello e produrre di conseguenza una spinta in avanti che fa muovere l'aereo, un po' come avviene quando si lascia andare un palloncino aperto. Tra le tante caratteristiche importanti delle turbine a gas a ciclo aperto c'è quella di poter sviluppare elevate potenze specifiche e un elevato rendimento di propulsione, il che le rende molto adatte alla propulsione aerea.

I motori a getto si dividono in due categorie:

- **Endoreattori** (usati su razzi, missile) che non hanno bisogno dell'aria, perché il mezzo oltre al combustibile fornisce anche un comburente che sostituisce l'aria nella combustione: questo permette lo stesso identico funzionamento a tutte le altezze di volo, anche nello spazio.
- **Esoreattori** (a turbogetto, turbo ventola, ecc.) che per funzionare hanno bisogno di aria, fornita appunto dall'esterno.



I moderni aerei a reazione o jet impiegano generalmente propulsori a turboventola, in cui l'aria viene aspirata dall'esterno tramite un compressore che la comprime nella camera di scoppio. Qui entra il combustibile (il cherosene), si miscela con l'aria, brucia producendo gas ad alta temperatura e pressione. Il gas fa girare una turbina (può arrivare ai 200.000 giri/min.!) che aziona il compressore durante il volo, ed esce poi dagli ugelli posteriori a velocità altissime (500-600 m/s). I propulsori a turboventola permettono velocità maggiori dei vecchi motori a turbogetto e sono anche più efficienti ed affidabili anche ad alte quote. Infatti oggi il livello di volo (in inglese: FL = Flight Level) dei jet civili è tra 8000 e 10500m. Possono essere costruiti di grande potenza e

dimensioni enormi.

Vedendo come è fatto un propulsore jet si può capire quello che è successo all'Airbus 320 ammarato nell'Hudson: l'aereo, appena decollato, ha incrociato uno stormo di uccelli che hanno colpito tutt'e due i motori provocando la loro rottura.

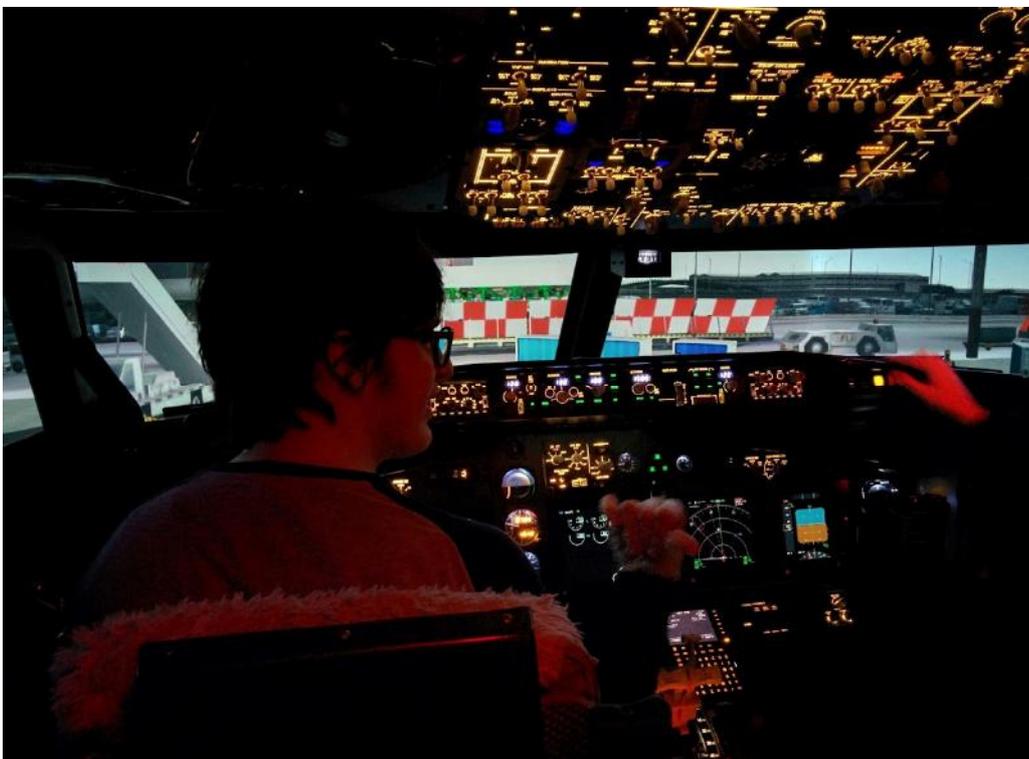
5.3 UN'ESPERIENZA AL SIMULATORE DI VOLO

Il 5 marzo 2016 con mio fratello Alessandro e la sua fidanzata Silvia siamo andati a Pedrengo (BG) vicino all'aeroporto di Orio al Serio per fare un'esperienza al simulatore di volo.

C'erano gli stessi strumenti di un vero Boeing 737. Il settaggio del viaggio è stato impostato tramite un tablet, connesso al computer del simulatore. Avevo davanti a me la cloche per condurre l'aereo e sulla mia destra c'era la manetta per controllare la potenza che veniva erogata ai motori. Nella simulazione siamo decollati da Orio al Serio e, dopo una sosta a Malpensa, abbiamo raggiunto la destinazione finale, Ginevra.

E' stata un'esperienza molto emozionante! Ho imparato che ottenere e mantenere il brevetto di pilota è difficile e costoso; tra l'altro, ogni anno è necessario pilotare per almeno 12 volte e pagare oltre €. 10 000.

Sono tornato a casa a Milano, divertito e contento, con un piccolo ricordo del pomeriggio: un modellino di un aereo della *Qantas-Spirit of Australia*.



6 IL DIROTTAMENTO AEREO

Il **dirottamento aereo** è un'azione illegale, spesso di matrice terroristica o dimostrativa, che consiste nell'assumere il controllo di un aeroplano, per opera di una persona o di un gruppo, generalmente con l'uso di armi. Nella maggioranza dei casi, il pilota è costretto a volare in conformità agli ordini dei dirottatori. In alternativa, uno dei dirottatori si mette personalmente ai comandi del velivolo. E' questo il caso degli attacchi al *World Trade Center*, in cui i dirottatori sono risultati essere in possesso di un brevetto di volo.

6.1 NEW YORK: 11 settembre 2001

L'11 settembre 2001 quattro aerei di linea statunitensi vengono dirottati da piccoli gruppi di terroristi islamici, aderenti ad al-Qaeda.

Due aerei vengono fatti schiantare contro le *'Twin Towers'*, meraviglie dell'architettura contemporanea, situate in un'area di New York dal nome simbolico di *'World Trade Center'*: entrambi i grattacieli, alti più di 410 metri, crollano a terra, dopo che ciascuno di essi è stato colpito da uno degli aerei dirottati. Un altro aereo viene indirizzato contro un altro luogo simbolico, il Pentagono, edificio nei pressi di Washington che ospita il Ministero della Difesa degli Stati Uniti. Un quarto aereo, forse indirizzato verso la Casa Bianca, precipita in Pennsylvania dopo uno scontro a bordo tra alcuni passeggeri e i dirottatori.

Nel complesso i morti sono circa 3000, in grandissima maggioranza erano civili che lavoravano negli uffici ospitati dagli edifici colpiti, o in viaggio sugli aerei dirottati. Le immagini dell'attentato, delle vittime, del video nel quale Osama bin Laden rivendica l'operazione fanno il giro delle televisioni di tutto il mondo. Negli Stati Uniti provocano uno shock collettivo di grande portata: per la prima volta un attacco contro gli Stati Uniti viene portato direttamente dentro i loro confini. Si tratta di un'azione terroristica di portata impensabile fino ad allora, sia per il numero di vittime, sia per il significato politico: un attacco criminale

al cuore dell'Occidente, nella sua massima potenza economica e politica. Ma anche, secondo alcuni, una dichiarazione di guerra al mondo arabo-islamico moderato per assumerne la guida e innescare un conflitto con l'Occidente di dimensioni planetarie.



6.2 BREVE STORIA DEI DIROTTAMENTI AEREI

Nella storia dell'aviazione i dirottamenti aerei sono un capitolo triste che negli ultimi anni viene associato spontaneamente allo spettro del terrorismo. Tuttavia vi sono stati dirottamenti aerei organizzati da piccole bande o da folli solitari, che sono rimasti nella memoria di tutti più per la loro stramberia che per il crimine commesso.

IL PRIMO DIROTTAMENTO AEREO DELLA STORIA

Quello del PBY Catalina del 1948, può essere considerato il primo dirottamento aereo della storia. Il volo della Cathay Pacific avrebbe dovuto compiere la tratta fra Macao e Hong Kong, ma conclude il suo tragitto in mare aperto.

L'aereo ha a bordo ricchi uomini d'affari, e questa ghiotta occasione spinge i criminali a cimentarsi in quella che per allora era un'impresa del tutto nuova: dirottare un aereo. Il piano è di dirottare l'aereo verso una remota isola cinese, la resistenza dell'equipaggio però complica però ogni cosa, facendo precipitare l'aereo in acqua. Tra passeggeri e membri dell'equipaggio un solo superstite: uno dei dirottatori.

UN DIROTTATORE GENTILE E MISTERIOSO

Nel 1971, un uomo di razza caucasica, in giacca e cravatta, identificato con il falso nome di Dan Cooper (personaggio dei fumetti) o DB Cooper, si imbarca su un aereo a Portland diretto a Seattle. Tempo totale del volo, circa mezz'ora.

A bordo, l'uomo prende posto accanto all'hostess Florence Shaffner, e dopo qualche minuto le passa un biglietto. Al momento di aprirlo, la donna è convinta di trovarsi un invito a cena galante, ma rimane di stucco nel leggerne il contenuto: *"ho una bomba nella mia valigia, che userò se lo riterrò necessario. Voglio che ti sieda vicino a me. State per essere dirottati."*

L'assistente di volo chiede di vedere l'ordigno e Cooper le mostra l'interno della sua valigetta. La sua pretesa corrisponde ad una somma di 200 mila dollari (circa 1,2 milioni di dollari) e quattro paracadute. L'aereo sorvola i cieli di Seattle per circa due ore, prima di poter atterrare, permettendo agli uomini dell'FBI di organizzarsi per raccogliere il riscatto. All'atterraggio Cooper fa scendere tutti i passeggeri e parte dell'equipaggio dal velivolo, mentre a bordo rimangono i due piloti di cui deve servirsi per la seconda parte del piano, la fuga.

L'aereo riparte e l'attentatore si lancia con il paracadute facendo perdere traccia di sé per sempre. Si tratta dell'unico attentato aereo rimasto insoluto nella storia dell'aviazione.

L'hostess fornisce un'immagine dell'attentatore ben diversa da quella che abbiamo oggi: è un uomo molto elegante, gentile e premuroso. Durante l'attentato non perde la calma, né mostra segni di intemperanza. Ordina da bere, pagando regolarmente, e offre il pranzo a tutti i membri dell'equipaggio, quasi a volersi scusare dell'inconveniente.

Il 13 luglio 2016, dopo quasi 45 anni di ricerche verrà chiuso il caso dall'fbi.

Il 16 settembre 2016 esce il primo sospettato: Robert Henry Rackstraw, un 72enne veterano del Vietnam che vive a San Diego.

Ne è convinto un regista(un membro della corte suprema u.s.a., ovvero un Chief Justice) Thomas Colbert e un team di 40 esperti che sarebbero pronti a citare in giudizio l'f.b.i. e se dovesse vincere, potrebbe avere accesso, insieme alla sua squadra di investigatori(ex agenti FBI, criminologi, giornalisti e avvocati) a tutto ciò di cui hanno bisogno per dimostrare che si tratta della stessa persona(Dc Cooper e Robert Henry Rackstraw). aveva anche un movente: l'esercito lo cacciò dopo aver scoperto che aveva mentito: non si era mai diplomato al liceo o tantomeno laureato. Questo, sostiene Colbert, fornì all'uomo le competenze necessarie e il movente ribelle per colpire ancora una volta un'autorità, stavolta in un modo esemplare.

Ma la sua storia non è finita qui: nel 1972, un anno dopo la spettacolare rapina di Cooper, la polizia emise un mandato di cattura nei suoi confronti a causa di 75.000 euro in assegni in bianco. Così fece la cosa più logica: andò in Iran, dove non c'erano trattati di estradizione con gli USA, e insegnò ai soldati dello Scià a pilotare gli elicotteri.

Nel mentre, a casa sua, la polizia aveva sequestrato 14 fucili e 150 kg di dinamite. La fortuna però non durò molto e una volta perso il lavoro in Iran fu costretto a tornare negli USA, dove l' FBI lo catturò.

Ma per mancanza di prove non si è mai potuto davvero stabilire se Rackstraw è davvero Cooper e l'FBI non se l'è sentita di andare avanti col processo. L'uomo si è fatto solo un anno di prigionia per altri reati minori e adesso vive tranquillamente sul suo yacht di San Diego chiamato "poverty Sucks", la povertà fa schifo.

Colbert afferma che i documenti dell'FBI potrebbero dimostrare che l'uomo è il

più grande criminale nella storia dell'aviazione americana, ma l'avvocato di Rackstraw afferma che "è la cosa più stupida che abbia mai sentito".

Aveva anche: "un'abilità per fare questa incredibile rapina": Secondo un documentario di History Channel, sul caso, Rackstraw ebbe un'eccellente carriera in Vietnam, dove imparò a lanciarsi col paracadute.

IL TERZO SEGRETO DI FATIMA

L'australiano Laurence James Downey nel 1981 dirotta un aereo di linea diretto da Dublino a Londra. Il motivo dell'azione criminale non riguarda il terrorismo e/o il denaro. Downey, infatti, pretende che Papa Giovanni Paolo II gli sveli il terzo segreto di Fatima. L'uomo dirotta l'aereo fino in Francia, minacciando di incendiare tutto, se la sua richiesta non verrà esaudita. L'intervento della polizia evita conseguenze estreme.

IL DIROTTATORE CHE AMAVA LA BIRRA

Nel 1985, fra i cieli della Norvegia un aereo Braathens Safe, diretto a Oslo, viene dirottato da un uomo armato di pistola. Il dirottatore, completamente ubriaco, consente ai 116 passeggeri presenti a bordo di scendere a terra, ma tiene sotto sequestro i membri dell'equipaggio. Alla fine il dirottatore consegnerà la sua arma, arrendendosi, in cambio di una birra.

7 CONCLUSIONI

Ho parlato di tre disastri aerei avvenuti e di uno evitato.

Le indagini seguite a questi avvenimenti e a tanti altri simili hanno portato ad adottare misure nuove, sempre più precise ed efficaci per aumentare la sicurezza, sia in termine di "safety" che di "security", dove per "safety" si intende la sicurezza dal punto di vista della progettazione, costruzione, manutenzione ed esercizio degli aeromobili, nonché la valutazione dell'idoneità degli operatori aerei e del personale di volo. Con il termine "security", invece, ci si riferisce alla sicurezza a terra, all'interno e all'esterno degli aeroporti e recentemente anche a bordo, per la prevenzione degli atti illeciti.

Le misure man mano adottate sono state varie, come:

- dotazione di strumentazione sempre più avanzata e precisa (l'assenza del radar di terra fu determinante negli incidenti di Tenerife e Linate);
- mezzi aerei più affidabili, con tecnologia sempre più sviluppata: in condizioni di emergenza un moderno aereo può volare anche con un solo motore funzionante;
- procedure il più possibile standardizzate nel comportamento e nelle comunicazioni, con controlli periodici di organismi internazionali per verificare che vengano adottate ed utilizzate in tutti gli aeroporti;
- formazione continua per gli operatori del volo, sia dal punto di vista tecnico, con prove al simulatore dove affrontano simulazioni di avarie e di criticità, sia psicologico: il buon esito dell'episodio di ammaraggio sull'Hudson, ossia la totale assenza di vittime, lo si deve ad un altissimo addestramento dei piloti e dell'ottima organizzazione di tutto il sistema (collaborazione tra pilota e copilota, equipaggio di cabina e controllori di volo);
- controlli sempre più stringenti sui passeggeri in transito negli aeroporti e sui bagagli per ridurre il rischio di attentati e dirottamenti

In tutti i casi, indagando sui fatti avvenuti, sono state individuate le cause e si è imparato che è possibile migliorare la sicurezza per evitare nuovi disastri.

8 SITOGRAFIA e BIBLIOGRAFIA

Bibliografia:

ALBERTO MARIO BANTI, *"Il Senso Del tempo (vol. 3)"*, EDITORI LA TERZA Roma-Bari, prima edizione 2012.

Fabio N. Spadaro, *"Navigare tra le normative-manuale semi serio, rigorosamente per non addetti ai lavori"*, ITIS G. Feltrinelli, Milano, 2015

Sitografia:

http://www.dailymotion.com/video/xu6oad_natgeohd-linate-una-tragedia-italiana_tech

<https://www.youtube.com/watch?v=dkiPLWw0Gu4>

https://en.wikipedia.org/wiki/US_Airways_Flight_1549 --> summary

https://it.wikipedia.org/wiki/Disastro_aereo_di_Linate

<HTTP://WWW.GRAFFITIBLOG.IT/I-DIROTTAMENTI-AEREI-PIU-INCREIBILI-DELLA-STORIA/>

www.focus.it → motori a propulsione per l'aeronautica

<https://id.answers.yahoo.com> → motori a propulsione per l'aereonautica

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio tutte le persone che mi hanno consigliato e aiutato nel fare questa tesina: anzitutto i miei professori e in particolare la professoressa Castello.

Grazie anche a mio fratello ingegnere, ai miei genitori e a Paola.

Un ringraziamento particolare a Lorenzo Mantegazza, segretario della Fondazione 8 ottobre, per i consigli e il materiale che mi ha fornito.