

COLLISIONE IN VOLO

Christian Visani, è laureato in ingegneria aerospaziale, con orientamento alle Operazioni di Volo, presso l'Università di Bologna; significativa e attuale la sua tesi, specialmente dopo la scadenza prevista il 1 gennaio 2005 per l'attuazione del Flight Data Monitoring da parte degli esercenti di compagnie di trasporto aereo. Questo il titolo della tesi: «Definizione di un sistema di supervisione per la sicurezza delle operazioni di volo in un'impresa di trasporto aereo commerciale: Accident Prevention and Flight Safety Programme.»

Christian Visani ha conseguito anche il Master in Scienze dell'Aviazione, Sicurezza del Volo, presso la stessa Università nel 2004 e ci presenta una efficace traduzione di un articolo di **Rob Lee**, australiano, esperto di fattore umano, che fu consulente del team multinazionale che investigò sulla collisione avvenuta nei cieli tedeschi nel 2002. In questo articolo vengono descritti i risultati dell'inchiesta e viene indicato come sia necessario agire su problemi inerenti la sicurezza (safety) imparando da eventi di pericolo prima che la lezione arrivi da eventi catastrofici.

Rob Lee è coautore, insieme a James Reason, Daniel Maurino e Neil Johnston, del libro "Beyond Aviation Human Factors" un testo di riferimento per la comprensione delle dinamiche che conducono all'incidente nei sistemi complessi ed intrinsecamente ben difesi.

La notte del 1 luglio 2002, poco prima delle 23:30 (ora locale), un velivolo adibito al trasporto passeggeri Tupolev TU154M e un Boeing B757-200 cargo collisero ad alta quota mentre sorvolavano il sud della Germania. L'incidente, avvenuto nelle vicinanze della cittadina di Ueberlingen presso il lago di Costanza, causò la morte di 71 persone, molte delle quali bambini.

A seguito dell'evento, il sistema aviatorio mondiale rimase scioccato. Come poteva essere avvenuto un incidente di questo tipo? Gli aeromobili, volando per rotte fra loro perpendicolari, **si scontrarono con un angolo di impatto di circa 90°**. Nello spazio aereo, al momento dell'impatto, era presente pochissimo traffico aereo. Entrambi gli aeromobili erano sotto controllo radar ed equipaggiati con l'ultima versione, la settima, del sistema TCAS II, un dispositivo progettato allo scopo di prevenire le collisioni in volo ed omologato per le operazioni di volo delle compagnie aeree civili.

Le possibilità che due aeromobili potessero scontrarsi erano estremamente basse: fu un errore a generare questo terribile disastro.

Il BFU, l'agenzia tedesca responsabile dell'investigazione, escluse come causa probabile dell'incidente un problema tecnico e indicò nel fattore umano l'elemento fondamentale per lo sviluppo dell'evento.

L'investigazione nel rapporto del maggio 2004 sottolinea che la collisione, al pari di tutti gli incidenti aerei, fu il risultato di molte pesanti carenze presenti all'interno del sistema aviatorio. Fu la manifestazione e la combinazione di un insieme di fattori sistemici negativi, che sarebbero potuti emergere anche all'interno di scenari diversi. In netto contrasto con quanto sostenevano i media, che già indicavano in un'unica sola causa e in un'unica sola persona il motivo dell'incidente.

Se la condizione risultante dalla combinazione dei fattori organizzativi fosse stata compresa tempestivamente, sarebbe stata risparmiata la vita

del controllore del traffico aereo in servizio quella notte, ucciso per ritorsione in quanto ritenuto dagli assassini l'unico responsabile dell'accaduto.

Molti dei fattori sistemici emersi durante l'inchiesta erano già stati precedentemente identificati e quindi potevano e dovevano già essere stati corretti. Il disastro di Ueberlingen era una sorta di eco di una mancata collisione avvenuta nei cieli giapponesi un anno e mezzo prima. Come spesso avviene sono necessarie vittime per fare in modo che i governi e l'industria aviatoria prendano le opportune azioni tese alla prevenzione degli incidenti.

I DUE VOLI

Il B757-200 cargo era in volo da *Bahrain* a *Bruxelles* con uno scalo intermedio previsto sull'aeroporto di Bergamo in Italia; i due piloti dell'equipaggio erano le uniche persone a bordo.

Il Tupolev TU154M stava volando verso Barcellona e proveniva da Mosca. A bordo vi erano 5 membri di equipaggio di condotta, 4 assistenti di volo e 60 passeggeri di cui 52 bambini, studenti della cittadina di *Bashkortostan*, in viaggio verso la Spagna per una vacanza.

I due voli procedettero regolarmente fino alle 21:34:42 quando i sistemi TCAS dei due aeromobili avvisarono gli equipaggi di un possibile conflitto mediante una indicazione **TA (Traffic Advisory)**.

Nello stesso istante il controllore del traffico aereo dell'ACC di Zurigo (Area Control Center, controllo d'area) osservò che i due aeromobili avevano rotte conflittuali. La Germania aveva delegato la gestione dello spazio aereo in cui avvenne la collisione all'ente di controllo del traffico aereo Svizzero, *Skyguide*.

Al momento della collisione entrambi gli aeromobili erano sotto il controllo dell'ACC di Zurigo.

Alle ore 21:34:49, il controllore istruì il TU154M a scendere velocemente. Pochi istanti dopo, alle 21:34:56, lo stesso equipaggio ricevette dal TCAS una **RA (Resolution Advisory)** a salire: "*climb, climb*".

Il PIC (pilota in comando) del TU154M invece di seguire le indicazioni del TCAS obbedì al controllore.

Nel frattempo anche il B757-200 ricevette la **RA** da parte del TCAS, nel suo caso a scendere. L'equipaggio rispose prontamente a tale indicazione.

Entrambi gli aeromobili si trovavano al livello di volo 360 e siccome il B757-200 si trovava precisamente 50ft al di sotto del TU154M, per la logica di funzionamento del TCAS al fine di evitare l'intersezione delle rotte, ricevette la **RA** a scendere e, in modo complementare, al TU154M fu fornita una **RA** a salire.

Alle 21:35:07, inconsapevole della discesa del B757-200, il controllore riconfermò la richiesta a scendere rapidamente al TU154M.

Gli aeromobili entrarono in collisione ad un altitudine di 34.890ft alle 21:35:32 mentre stavano entrambi scendendo.

ANALISI DELL'INCIDENTE

L'investigazione che seguì all'incidente portò alla luce rilevanti problemi insiti all'interno al sistema aviatorio internazionale.

I dati di volo, registrati dagli impianti di bordo, mostrarono come i sistemi TCAS di entrambi gli aeroplani **funzionarono esattamente secondo la logica con cui erano stati progettati.**

Siccome l'equipaggio del TU154M diede precedenza all'istruzione fornita dal controllore del traffico aereo, anziché alla RA fornita dal TCAS, entrambi gli aeroplani scesero contemporaneamente entrando in collisione ad una altitudine più bassa di oltre 1000ft rispetto alla loro quota di crociera di 36000ft.

La collisione avvenne nonostante che, in seguito alla iniziali **RA**s, le unità TCAS continuarono a rielaborare i dati di volo dei due aeromobili, rilevando nel tempo che la situazione stava diventando sempre più pericolosa, fornendo ad entrambi gli equipaggi del B757-200 e del TU154M le ulteriori urgenti istruzioni rispettivamente di "increasing descent" e "increasing climb" (incrementare il rateo di discesa e di salita) appena prima dell'impatto.

Dalla sua introduzione, avvenuta durante i primi anni '90, il TCAS fu inteso esclusivamente come un'ultima barriera difensiva per evitare le collisioni in volo. Il sistema del controllo del traffico aereo, elemento integrante per il mantenimento della conformità alle procedure in volo e della "situational awareness" degli equipaggi, è invece la prima linea di difesa. Esso comprende quelle procedure designate per prevenire che aeromobili possano trovarsi in condizioni che potrebbero portare ad una collisione. Inoltre provvede al ristabilimento delle corrette separazioni in caso di imminente collisione. Solo quando il controllo del traffico e le difese del sistema di recupero falliscono o sono violate il TCAS svolge la sua funzione.

Dal punto di vista del comportamento dei piloti, essendo l'avviso TCAS l'ultima difesa utile ad evitare la collisione, l'azione da attuare in sua risposta assume priorità su qualsiasi altra istruzione ricevuta.

Il Team investigativo si trovò a determinare come e perché la collisione avvenne, cercando di identificare le implicazioni che tale incidente avrebbe portato all'interno dell'ampio panorama aviatorio internazionale. Inoltre l'obiettivo era anche quello di produrre le opportune raccomandazioni di sicurezza al fine di evitare che le barriere difensive poste a protezione del sistema stesso potessero nuovamente crollare.

Agli investigatori fu possibile disporre di numerose fonti per la raccolta delle informazioni: dai CVR e FDR di entrambi gli aeroplani, alle registrazioni dei tracciati radar e delle comunicazioni intercorse fra il controllore del traffico aereo e gli aeromobili. Anche dalle analisi della traiettoria di caduta dei rottami dei velivoli essi trassero molti elementi in merito alla collisione.

Il controllo del traffico aereo – ATC

Il B757-200 entrò all'interno dello spazio aereo svizzero da Sud alle 21:20 circa, otto minuti prima del TU154M che proveniva da EST. Entrambi i velivoli furono sotto controllo radar dell'ACC di Zurigo sin da 5 minuti prima della collisione.

Le condizioni dell'ACC di Zurigo, gestito dalla compagnia svizzera Skyguide, erano insolite. Durante il turno notturno, relativamente calmo, i tecnici lavoravano per modificare la settorializzazione dello spazio aereo superiore con lo scopo di metterlo in condizioni tali da poter operare con le nuove minime di separazione verticale fra gli aeromobili (RVSM – Reduce Vertical Separation Minima).

Il sistema STCA (Short-Term Conflict Alert) era parzialmente inoperativo.

L'STCA fornisce ai controllori un avviso visuale sullo schermo radar abbinato ad un allarme sonoro che segnala una potenziale collisione fra due aeromobili. Nel modo di funzionamento fallback, in cui il sistema si trovava per permettere l'aggiornamento dell'impianto, l'avviso visuale dell'STCA era disabilitato lasciando operativo solo il sistema acustico senza alcuna correlazione fra i dati del piano di volo e il target symbol (traccia radar presente sullo schermo del controllore).

In accordo con il manuale operativo di Skyguide, per incrementare il margine di sicurezza contro i possibili errori, mentre il sistema rimaneva in modo fallback, la minima di separazione orizzontale era incrementata a 7NM rispetto alle usuali 5NM. *Questa risultò essere l'unica misura prevista per compensare il degrado delle performance del sistema.*

I tecnici, dopo le 21:23 circa, sempre per poter espletare i loro compiti, dovettero anche trasferire al sistema di bypass le linee che permettevano i collegamenti diretti fra le unità ATC circostanti. Tale sistema risultò poi essere in avaria senza che nessuno ne fosse a conoscenza, impedendo o disturbando sia le comunicazioni in ingresso sia quelle in uscita.

I controllori presenti durante il turno notturno erano due. Secondo un accordo vigente (di carattere informale) da lungo tempo, conosciuto e tollerato all'interno dell'azienda, uno dei due controllori normalmente rimaneva durante la notte in una stanza destinata al riposo dei controllori, rimanendovi fino a quando il traffico non iniziava ad essere sostenuto – solitamente fino al mattino seguente. Il controllore che andava a riposare doveva essere richiamato al lavoro telefonicamente in quanto la stanza si trovava ad una certa distanza della sala operativa di controllo del traffico.

I due controllori iniziarono il loro turno di lavoro alle 17:50 in presenza di un controllore capo che sarebbe rimasto fino alle ore 21:00. Alle 21:15 circa, il secondo controllore, dopo essersi consultato con il collega, si ritirò per riposare.

Ciò significa che già da venti minuti prima della collisione vi era solo un controllore al lavoro.

A causa della scarsa comunicazione presente all'interno dell'azienda fornitrice del servizio ATC, il controllore non era a conoscenza che il sistema STCA era parzialmente disabilitato e in modalità fallback.

Il controllore aveva relativamente pochi aeromobili in frequenza quando un'inaspettata situazione si sviluppò durante la notte della collisione.

Quando il secondo controllore si ritirò, né lui né il collega erano a conoscenza del ritardo di un Airbus A320 in volo verso l'aeroporto di Friedrichshafen e che vi sarebbe presto atterrato. Le "Strip Progresso Volo" che integrano il sistema radar ATC e che forniscono ai controllori le informazioni essenziali per la gestione del traffico furono disponibili, per tutti i voli, alle 21:11 e quindi solo circa 20 minuti prima che gli aeromobili entrassero nello spazio aereo di responsabilità dell'ACC di Zurigo. L'investigazione non poté confermare quando il controllore iniziò a prenderle in considerazione. Inoltre nelle strip non vi era indicata nessuna informazione riguardo all'intersezione fra le rotte del B757-200 e del TU154M, che si incrociavano a FL360.

Quando l'A320 entrò nello spazio aereo gestito dal centro di controllo di Zurigo, il controllore dovette risolvere il problema di condurre l'aeromobile fino al "final approach controller" di Friedrichshafen ma con il sistema di bypass delle telefonate inoperativo egli non poteva mettersi in contatto con la torre di Friedrichshafen.

Per gestire l'A320, il controllore doveva dividere la sua attenzione fra i monitor di due consolle spostandosi mediante una sedia con le rotelle. Il monitor di sinistra (WS-RP) mostrava l'intero spazio aereo gestito dall'ACC di Zurigo, mentre in quello di destra (WS-RE) il controllore selezionò solo il settore di avvicinamento dell'aeroporto di Friedrichshafen settando la frequenza per le comunicazioni radio a 119.920 MHz. In questa seconda consolle tutti i movimenti aerei presenti nell'area selezionata venivano visualizzati.

Con questa configurazione sia il B757-200 sia il TU154M erano visualizzati su entrambi gli schermi, sebbene con scale diverse.

Le tracce radar degli aeromobili diventarono visibili sullo schermo che rappresentava il settore di avvicinamento (WS-RE) probabilmente ai seguenti orari:

A320: 21:30:52

TU154M: 21:29:52

B757-200: 21:32:38

Il controllore, che comunicava con l'A320 sulla frequenza di 128.050 MHz, doveva cambiare consolle per parlare con il B757-200 e il TU154M sulla frequenza di 119.20 MHz.

Il report del BFU riporta che le procedure operative da applicare nel settore regionale di Friedrichshafen e St. Gallen-Alternrhein (ARFA) erano descritte nel ATM Manual, Vol.2 ATC Manual.

Il primo paragrafo del manuale – "General Procedures" – definisce che:

"il controllo radar per l'avvicinamento finale richiede un'oculata attenzione del controllore del traffico aereo. Anche un piccolo ritardo nell'assegnazione delle prue potrebbe portare l'aeromobile in una posizione ove l'avvicinamento potrebbe non essere più possibile".

Questa esigenza, sommata ai problemi di comunicazione esistenti, incrementò notevolmente il carico di lavoro del controllore, facendogli focalizzare l'attenzione sull'A320 fino a pochi istanti prima della collisione.

In assenza del sistema di avviso visuale dell'STCA il controllore non si rese subito conto della perdita di separazione minima fra il TU154M e il B757-200.

Quando il sistema audio dell'STCA emise l'avviso sonoro **probabilmente egli non lo sentì** per il carico di lavoro a cui era in quel momento sottoposto.

Appena la minima di separazione venne infranta, il controllore del centro di controllo di Karlsruhe ebbe, alle 21:33:56 (cioè due minuti ed 8 secondi prima la collisione) l'allarme visivo dal suo sistema STCA della potenziale collisione e cercò di contattare l'ACC di Zurigo mediante la linea di comunicazione diretta per avvertire dell'avviso ricevuto. Undici i tentativi eseguiti dalle 21:33:36 fino alle 21:34.56 invano.

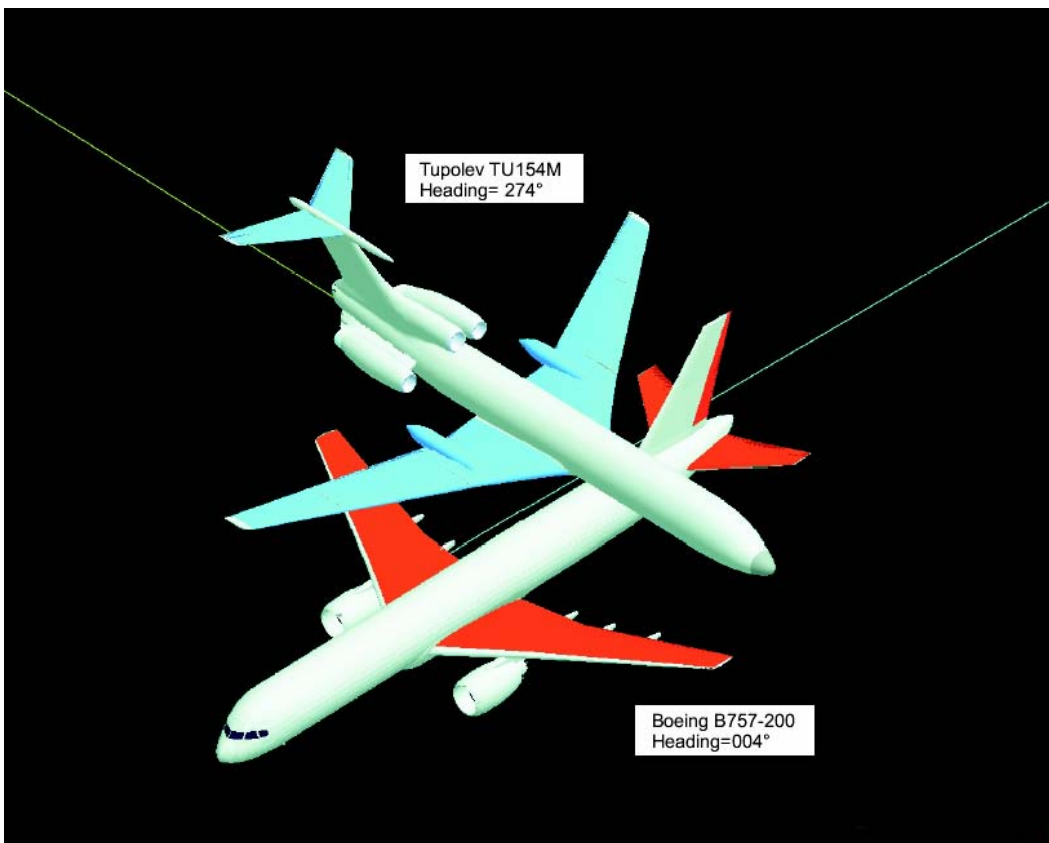
Il controllore dell'ACC di Zurigo, ad un certo punto, si accorse dell'imminente conflitto e, realizzando che i due aeromobili stavano per infrangere la separazione minima orizzontale temporanea di 7NM, fornì l'istruzione al TU154M a scendere. L'autorizzazione avvenne troppo tardi per fare in modo che gli aeromobili potessero raggiungere i richiesti 1000ft di separazione verticale minima. Ad ogni modo, secondo il controllore lo scontro si sarebbe evitato in quanto il B757 avrebbe mantenuto la sua quota di crociera di 36000ft e il TU154M sarebbe passato sotto.

Il report del BFU sostenne che: *"The instruction would still have averted the collision if TCAS had not reacted"*, l'istruzione avrebbe evitato la collisione se il TCAS non fosse entrato in funzione.

Il sistema ATC possiede al suo interno molte barriere difensive per prevenire le collisioni in volo. In questo caso alcune erano assenti ed altre vennero infrante portando i due aeromobili alla collisione. È anche vero che la potenziale collisione, pur se all'ultimo momento, fu individuata e una misura di prevenzione (recovery) fu fornita quando il controllore istruì il TU154M a scendere.

Il sistema ATC avrebbe quindi evitato la collisione.

Allora perché la collisione avvenne? Perché l'allarme del TCAS non fece prevenire la collisione dato che era progettato per quello scopo?



Il sistema TCAS

L'evento critico, conosciuto come "top event" nel linguaggio del risk management, avviene, nell'eventualità di impatto in volo fra aeromobili, quando le difese poste a prevenzione falliscono ed i due velivoli vengono a trovarsi in una condizione di potenziale collisione. Se questo accade allora devono essere attuate le misure di recupero per evitare lo scontro.

La prima misura di intervento deriva dalle procedure ATC, la seconda ed ultima barriera difensiva, è fornita dal sistema anticollisione TCAS.

Ma il sistema TCAS è al di fuori dell'information loop del sistema ATC.

Tale dispositivo opera in maniera autonoma dal sistema ATC. Risulta quindi che, l'unico modo con cui un controllore del traffico viene messo a conoscenza che un aeromobile ha eseguito una **RA** del TCAS è quando il pilota glielo comunica, in accordo con le SOPs sull'utilizzo del TCAS.

Nel caso di Ueberlingen, il ritardo con cui il controllore fornì l'istruzione per evitare la collisione causò la **simultanea e parallela operatività** delle due barriere difensive, ATC e TCAS, che produssero, però, misure di recovery **contrastanti e quindi in diretto conflitto fra loro**.

Se anche solo una di loro non avesse operato l'incidente non sarebbe avvenuto.

Il controllore non diede nessuna istruzione al B757-200. Questo, infatti, non fu necessario siccome aveva già indicato al TU154M di scendere per separare verticalmente gli aeromobili.

L'equipaggio del B757-200, alle 21:34:42, ricevette, nello stesso istante del TU154M, una **TA** (traffic alert) dal TCAS. Quattordici secondi dopo, alle 21:34:56, entrambi gli equipaggi ricevettero la TCAS **RA**.

Nel B757-200, poco prima della **TA**, il primo ufficiale si recò alla toilette. Il Comandante, quindi, rimase l'unico nel Cockpit, dovette inizialmente rispondere alla **RA** da solo per evitare l'altro aeromobile mentre il co-pilota stava rientrando per riprendere la sua posizione. I dati forniti dal registratore di bordo mostrano come l'equipaggio del B757-200 agì in accordo con le loro SOPs relative al TCAS e che portarono l'aeromobile a raggiungere prontamente ed in tempo i parametri di velocità verticale richiesti.

Il carico di lavoro subito dal comandante per eseguire la **RA**, il tempo necessario al primo ufficiale per riprendere la sua postazione e il tempo di utilizzo della frequenza per le comunicazioni fra l'ACC di Zurigo ed il Tu154M fecero in modo che trascorsero **23 secondi** prima che i piloti del B757-200 potessero comunicare al controllore di aver ricevuto ed eseguito una **RA a scendere**, comunicazione che avvenne alle 21:35:19.

Finché il controllore non fu avvisato di questo rimase inconsapevole della avvenuta TCAS/**RA** e della manovra eseguita dal B757-200 e che quindi il B757-200 stava scendendo. Anche il tempo di refresh del sistema radar (frequenza – tempo di aggiornamento) **impedì che il monitor del controllore indicasse che il B757-200 stava scendendo** fino alle 21:35:24.

L'equipaggio del B757-200 operò ogni cosa in maniera corretta.

Come il B757-200, il Tu154M era pilotato da personale esperto e professionale.

Nonostante questo, le dinamiche presenti all'interno del Cockpit del velivolo russo furono inusuali.

Erano presenti in cabina 5 membri di equipaggio anziché i 4 richiesti per questo tipo di velivolo. Nel sedile di sinistra vi era il Comandante, che operava come PF (Pilot Flying), il quale era sotto supervisione per un check di routine. Un istruttore Comandante occupava il seggiolino di destra, e al momento dell'impatto stava operando come PNF (Pilot not Flying) e conducendo un check al PF. In accordo con la documentazione del Ministero dell'Aviazione russo in merito alle procedure per l'istruzione alla condotta dei velivoli il PNF era anche, in questo caso, il PIC (Pilot in Command) dell'aeromobile. Un navigatore era seduto fra i due piloti e spostato leggermente più indietro. Il quarto membro dell'equipaggio era il flight engineer e posizionato a lato dell'istruttore. Un altro pilota, un primo ufficiale, era seduto dietro al PF e non aveva nessun compito durante questo volo.

Prima di ricevere la **TA**, l'equipaggio del TU154M osservò l'avvicinarsi del B757-200 sul suo display del TCAS e fra le 21:33:00 e le 21:34:41 essi ne discussero. Alle 21:34:36 il CVR registrò il PF che diceva: "Here it is in sight" (eccolo in vista) e due secondi dopo, riferendosi al display del TCAS, affermò: "Look here, it indicates zero", che mostrava come l'altro aeromobile si trovasse alla stessa quota.

L'equipaggio del TU154M aveva ragione di credere che, come loro, il controllore era ben consapevole dell'avvicinarsi del B757-200.

Quando essi ricevettero l'istruzione, da parte del controllore, ad incrementare il rateo di discesa per raggiungere il livello 350 (FL350) per "crossing traffic", apparve loro logico che l'istruzione fosse fornita per raggiungere la separazione verticale minima dal B757-200. Questa era infatti l'intenzione del controllore.

Il loro piano di volo richiedeva inoltre di scendere a FL350 avvicinandosi al VOR (radiofaro) di Trasadingen. Avrebbero quindi anticipato la discesa, cosa che appariva confermata anche dall'istruzione del controllore (**expectation**).

In definitiva, anche se l'istruzione fornita dal controllore era in contrasto con la RA, per loro aveva un senso.

L'istruzione a scendere fu trasmessa oltre otto secondi dopo le 21:34:49. Durante questo tempo, il PIC richiese al PF di scendere e, alle 21:34:56, il volantino del Tupolev fu spinto in avanti, la parte di autopilota che regola il beccheggio dell'aeromobile (pitch channel) fu spenta e la potenza dei motori ridotta.

Nello stesso istante, alle 21:34:56, il TCAS generò la **RA** indicando di salire: "climb, climb".

Alle 21:34:59 il primo ufficiale, il quinto membro senza funzioni disse: "It (riferendo al TCAS) *says climb*". Il PIC gli rispose che l'ATC aveva comunicato loro di scendere: "He (riferendosi all'controllore) *is guiding us down*". Il primo ufficiale domandò: "Descent?".

Il primo ufficiale in soprannumero fu l'unico membro dell'equipaggio che fece un'osservazione alla decisione del PIC a scendere.

Il comportamento dell'equipaggio di condotta del TU154M certamente porta ad importanti interrogativi in merito alla capacità di gestione delle risorse umane all'interno del cockpit – il CRM (crew resource management) – ed in particolare alla natura ed al contenuto dei programmi addestrativi in merito a tale argomento.

Ad ogni modo, anche se il rapporto fra i membri che compongono un equipaggio di condotta è un elemento critico per le operazioni di volo, il CRM da solo non si può sostituire a chiare e dettagliate SOPs. Sono proprio le procedure operative standard la base su cui sviluppare un efficace CRM.

Molta importanza ebbe l'analisi del comportamento dell'equipaggio del TU154M che fece porre alcune fondamentali domande in seno alle compagnie aeree in merito alle politiche di utilizzo del TCAS, all'addestramento fornito per abilitare i piloti all'utilizzo operativo e all'applicazione di determinate SOPs.

Fattori organizzativi all'interno del sistema ATC

Al tempo dell'incidente l'ente privatizzato che forniva il servizio ATC non possedeva un efficace ed integrato **SMS (Safety Management System)**. Se fosse stato presente ci sarebbe stata la formale richiesta di ottemperare ad una completa attività di valutazione dei rischi (risk assessment) ogni qualvolta il sistema fosse stato soggetto a lavori per modifiche o aggiornamenti.

Un **SMS** integrato avrebbe assicurato l'individuazione, prima dell'inizio dei lavori, dei problemi relativi alle telecomunicazioni fra le varie unità di controllo ed al sistema STCA. Ad esempio, l'azienda avrebbe potuto insistere che entrambi i controllori rimanessero ai rispettivi monitor ogni qualvolta il sistema fosse operativo in modo fallback, ed indipendentemente dal carico di lavoro previsto. L'azienda avrebbe anche potuto valutare se la presenza del solo avvisatore acustico del

sistema STCA fosse sufficientemente adeguato agli obiettivi di sicurezza previsti, tenendo in considerazione il rumore presente nella sala operativa dell'ACC di Zurigo ed il carico di lavoro cui i controllori sono soggetti.

L'Annesso 11 ICAO definisce le SARPs (Standard And Recommended Practices) per i servizi ATS a livello internazionale. Nella sezione 2.26, riferita all'ATS Safety Management, si afferma che:

"States shall implement systematic and appropriate ATS safety management program to ensure that safety is maintained in the provision of ATS within airspace and aerodromes."

Ogni significativa modifica al sistema ATC, compresa l'introduzione della RVSM (Reduce Vertical Separation Minima) o di una nuova procedura, deve essere resa operativa solo dopo aver dimostrato, mediante una attività di **safety assessment**, che un accettabile livello di sicurezza sia costantemente verificato e che anche gli utenti vengano consultati. Quando necessario, l'autorità responsabile deve assicurare che venga anche prevista un'attività di monitoraggio post-introduzione al fine di verificare che gli obiettivi di sicurezza vengano sempre rispettati.

L'investigazione del BFU non trovò nessuna evidenza che una formale e strutturata valutazione dei rischi fosse stata eseguita per le operazioni radar condotte con il sistema in modo fallback.

Airservices Australia, ad esempio, possiede un **Safety Management System** che comprende l'identificazione dei pericoli (hazard) con l'opportuna valutazione dei rischi che questi comportano prima che possa essere effettuata qualsiasi temporanea o permanente variazione all'interno del sistema ATS. Così facendo, gli eventuali rischi vengono minimizzati.

In seguito alla relazione prodotta dal BFU, Skyguide ammise, in conferenza stampa, che il Report aveva rilevato lacune presenti all'interno del servizio del traffico aereo svizzero e che queste erano parzialmente responsabili dell'incidente. Non nascose il rammarico che il suo sistema di gestione della sicurezza, che controlla l'alto flusso di traffico che ogni giorno utilizza costantemente il suo spazio aereo nel cuore dell'Europa, la notte del tragico evento fallì.

Skyguide affermò anche che si era già attivata al fine di compiere tutti i possibili sforzi per eliminare questi errori e per riacquisire ben presto la reputazione di "prima della classe", in merito alla sicurezza nei servizi forniti, in seno all'opinione pubblica:

"Skyguide ha immediatamente definito una task force ed intrapreso particolari attività al fine di assicurare una gestione sicura del traffico aereo all'interno del suo spazio aereo.

Queste attività includono verifiche, audits, in seno all'ACC di Zurigo, eseguite da un team di specialisti provenienti dalla Germania e dall'Austria tese ad una ragguardevole espansione interna all'azienda dell'organizzazione delle attività di gestione del rischio della sicurezza.

L'azienda inoltre ha condotto una dettagliata analisi del suo sistema STCA ed ha rimediato ad ogni debolezza individuata".

La compagnia esercente del TU154M

Anche se l'utilizzo del sistema TCAS, all'interno della Federazione Russa, non è richiesto, le compagnie sovietiche operano regolarmente negli spazi aerei in cui tale equipaggiamento è obbligatorio. L'operatore aereo, inoltre, ha la responsabilità di

assicurare che i suoi equipaggi abbiano la totale familiarità con le procedure operative di questo sistema e che le politiche aziendali in merito alle SOPs del TCAS siano chiare, non ambigue ed in linea con gli Standard And Recommended Practices.

L'investigazione del BFU ha trovato che l'utilizzo del TCAS era previsto sia all'interno delle procedure operative sia nei programmi addestrativi dell'operatore aereo e che le azioni da intraprendere in caso di **TA** o **RA** erano indicate nel manuale operativo di compagnia. C'era, quindi, una generale convinzione che questo materiale fornisse una corretta e chiara guida agli equipaggi su cosa fare in caso prevedessero un'attivazione del TCAS.

Il Report del BFU, ed una dettagliata analisi investigativa, sostennero, al contrario, che le risposte dell'equipaggio del TU154M dimostravano che vi fu spazio per interpretazioni sbagliate e per incertezze sul da farsi. L'investigazione, infatti, trovò molte difformità all'interno dei documenti operativi della compagnia aerea in merito all'utilizzo del TCAS rispetto a quanto stabilito a livello internazionale.

Il Report, citando tale documentazione, riporta che: *"il servizio ATC deve essere la base per evitare le collisioni. In caso che non ci sia possibilità di collegamento con l'ATC, il TCAS aiuterà l'equipaggio ad evitare le collisioni"*.

Il BFU sostenne che tale frase non valorizzava la priorità del sistema TCAS, *"... il documento indica il TCAS come una riserva quando l'ATC non è disponibile e non come l'ultima risorsa difensiva, come stabilito dell'ICAO, per aiutare il PIC ad evitare le collisioni anche in presenza di un completo servizio di controllo del traffico."*

Se i piloti del TU154M avessero ricevuto un valido addestramento, e una buona abilità nell'utilizzare il TCAS, avrebbero sicuramente, immediatamente ed istintivamente realizzato che alla loro RA di salire era stata fornita simultaneamente all'altro aeromobile una **RA** a scendere.

I programmi addestrativi per il TCAS erano basati sui documenti di guida all'introduzione dell'ACAS (Airborne Collision Avoidance System) pubblicati nel 1997 da Eurocontrol.

Tutti i membri dell'equipaggio di condotta del TU154M, eccetto il flight engineer, avevano completato con successo il programma addestrativo fornito dalla compagnia per l'abilitazione all'utilizzo del TCAS, programma che includeva anche un test.

Siccome però il simulatore di volo del TU154M non era fornito del TCAS, l'addestramento pratico a terra venne svolto su un cockpit reale di un TU154M.

L'addestramento su un simulatore di volo con una strumentazione completa avrebbe permesso ai piloti di **poter far pratica nella risposta** alle **TA** e alle **RA**.

L'equipaggio non ricevette un addestramento interattivo per quel che riguarda le risposte agli avvisi del TCAS.

RACCOMANDAZIONI E CONCLUSIONI

Il BFU emise molte raccomandazioni di sicurezza, alcune di queste anche durante lo svolgimento dell'investigazione. Esse si riferirono a tematiche come il Safety Management System, la filosofia che sta base del sistema TCAS, gli addestramenti ai simulatori, il CRM e il controllo del traffico aereo a diversi livelli.

Le raccomandazioni più significative furono quelle tese a sottolineare i fattori sistemici riguardanti il sistema TCAS.

Probabilmente la più importante fu la No. 18/2002, indirizzata all'ICAO il primo ottobre 2002.

Essa illustrava l'opportunità per l'ICAO di modificare (ICAO should change...) i requirements internazionali relativi all'**Annesso 2**, all'**Annesso 6** e le **PAN-OPS (DOC 8168)** in modo tale da specificare più chiaramente ed in maniera non ambigua che ai piloti in volo è richiesto di obbedire alle **RA** del sistema TCAS anche se in contrasto con le istruzioni del controllo del traffico aereo che possono essere state fornite sia prima o durante la **RA**. Il pilota deve, pertanto, uniformarsi alle indicazioni del TCAS fino a quando il TCAS stesso non indichi che l'aeromobile è libero da potenziali conflitti.

C'era già una buona ragione per reagire a questo problema molto prima.

Nel gennaio del 2004, un DC-10 e un B747 per poco non collisero nei cieli del Giappone. Il pilota di uno dei due aeroplani rispose in accordo con quanto richiesto dal controllore e contrariamente alla **RA** del TCAS. Il controllore, confuso dai call signs degli aeromobili, fornì un'istruzione ad un aeromobile quando questa era destinata ad un altro velivolo. Il risultato fu che il DC-10 e il B747 scesero entrambi e una stima stabilì che si sfiorarono di una decina di metri. Solo una brusca e violenta manovra per evitare la collisione di uno dei due aeromobili evitò il disastro. La manovra produsse il ferimento di 42 persone fra passeggeri ed equipaggio, alcuni dei quali furono ricoverati per gravi lesioni. Gli aeromobili trasportavano complessivamente circa 700 persone, tutte sarebbero rimaste uccise e molto probabilmente ci sarebbero state anche vittime al suolo. Sarebbe stato il disastro più grave nella storia dell'aviazione.

L'investigazione di Ueberlingen, identificò come cause del disastro le stesse dell'incidente giapponese, **falle latenti relative all'utilizzo del TCAS** che, anche se già manifestatesi, non furono opportunamente corrette e rimasero presenti all'interno del sistema aviatorio internazionale.

L'integrazione del sistema ACAS/TCAS II all'interno delle operazioni di volo venne accettata anche se la sua politica di utilizzo non era uniforme alla filosofia di progetto del sistema stesso. I regolamenti riguardanti i sistemi ACAS/TCAS pubblicati sia dall'ICAO che dalle National Authorities, e così anche le istruzioni operative e procedurali, fornite dal costruttore del TCAS e dagli operatori aerei, non risultarono infatti standardizzate ed in taluni casi si rivelarono incomplete e parzialmente contraddittorie.

Il 30 agosto 2002, poco dopo la collisione, l'ICAO emise una lettera riguardo ai provvedimenti e alle procedure operative in merito al sistema ACAS. Le azioni richieste agli Stati furono quelle di assicurarsi che la regolamentazione, sia nazionale sia degli operatori aerei, sottolineasse l'importanza di eseguire le indicazioni fornite dai sistemi ACAS in caso di una loro attivazione e di non operare in maniera contraria alle **RA** anche in caso in cui l'ATC emetta un'istruzione tesa ad evitare una possibile collisione.

Se gli aeromobili che volavano nei cieli giapponesi fossero entrati in collisione nel 2001, molto probabilmente il disastro di Ueberlingen non sarebbe avvenuto. Guidati dalle inevitabili pressioni internazionali dopo la catastrofe, l'ICAO, le autorità delle aviazioni civili nazionali, i costruttori e gli operatori aerei avrebbero certamente e velocemente assicurato che i loro regolamenti e le relative SOPs sarebbero stati uniformati rispetto ad un unico standard internazionale.

Ciò che è successo, infatti, dopo la collisione di Ueberlingen.

Se il caso di Ueberlingen si fosse risolto diversamente, come una mancata collisione, amare esperienze dimostrano che saremmo ancora in presenza di una alta probabilità di innesco di una collisione in volo.

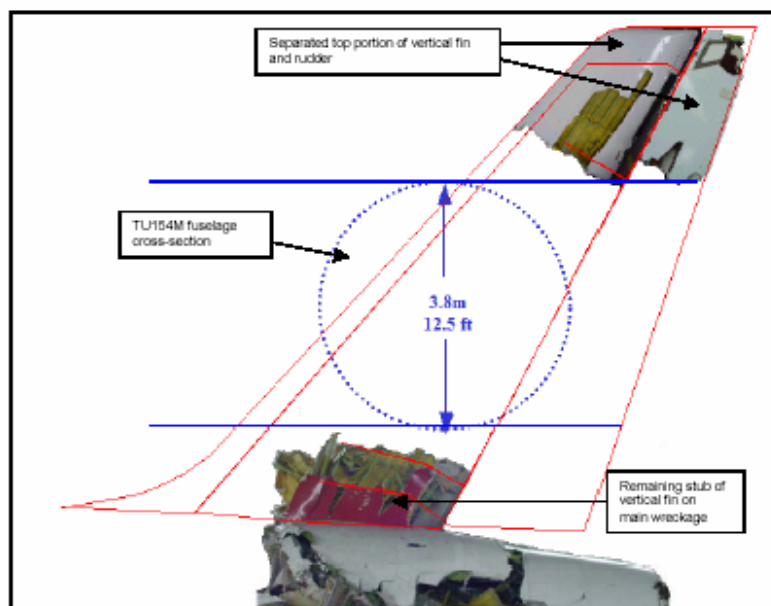
Molto tempo dopo la collisione, quando le vittime di Ueberlingen furono restituite e compiante dai loro familiari, il disastro produsse un'altra vittima all'inizio del 2004.

Il controllore del traffico aereo in carica quella notte fu accoltellato a morte.

I sospetti andarono su un russo che aveva perso i famigliari nel disastro aereo.



Reconstruction of the collision according to FDR data and collision evidence



B757-200 damage on vertical tail in relation to cross-section of TU154M