

QANTAS NEVER CRASHED!

Raymond Babbit, il personaggio autistico impersonato da Dustin Hoffman in Rain Man contribuì in modo rilevante ad una certa immagine della Qantas con la scena in cui contestava al fratello Charlie (Tom Cruise) la possibilità di volare da Cincinnati a Los Angeles con la prima compagnia disponibile. Da una ricerca su Internet sappiamo che un pezzo della scena in cui Ray snocciolava i dati relativi a incidenti di varie compagnie fu tagliato, anche in ragione del fatto che il film veniva proiettato sugli aerei.

Il dialogo residuo nella colonna sonora originale risultava il seguente:

Charlie: Ray, all airlines have crashed at one time or another, that doesn't mean that they are not safe.

Raymond: Qantas. Qantas never crashed.

Charlie: Qantas?

Raymond: Never crashed.

Charlie: Oh, that's gonna do me a lot of good because Qantas doesn't fly to Los Angeles out of Cincinnati, you have to get to Melbourne, Melbourne Australia, in order to get the plane that flies to Los Angeles!

Raymond: Yeah, Melbourne is the capital.

La citazione di Ray era esatta nel senso che quando il film fu girato la Qantas non aveva avuto in realtà nessun grave incidente ma la citazione era comunque fuorviante per valutare la *qualità della sicurezza* delle operazioni volo della Qantas. Ed è fuorviante valutare una compagnia solamente in base al fatto che abbia subito o meno un incidente rilevante che abbia avuto risonanza sui media.

Le capacità mnemoniche di Ray non potevano penetrare negli archivi dell'ICAO e nei *data-base* che rappresentavano (e rappresentano) la parte sommersa di un iceberg. Tanto meno, potevano assumere informazione da metodi di verifica di qualità non sempre attivati dalle autorità nazionali dell'aviazione civile in modo uniforme ed efficace sugli Air Operators, verifiche che avrebbero portato alla luce fattori latenti di tipo organizzativo.

Generalmente tali fattori non emergono nemmeno dopo l'evento, a meno che non vengano svolte investigazioni con metodi che si riscontrano raramente come nel caso dell'incidente Qantas di Bangkok.

Quando fu pubblicato il Final Report dell'incidente al B747 Qantas in atterraggio a Bangkok commentammo alcuni aspetti che l'Australian Transport Safety Bureau aveva rilevato applicando un'analisi obiettiva e senza veli dei fattori organizzativi disseminati nell'intero sistema aviazione australiano.

Overrun Accident at Bangkok, Thailand, 23 September 1999, Boeing 747-438, Callsign: Qantas One (airmanshiponline.com edizione 25 maggio 2001)

L'analisi fu effettuata coerentemente con le modalità indicate dal Prof. **James Reason** e assunte come riferimento dall'**ICAO**, nei documenti e nei manuali di attuazione dei criteri contenuti nell'**Annesso 13**.

Lo studio che proponiamo è una efficace e istruttiva rivisitazione del Final Report dell'ATSB realizzata dall'Ing. Paolo Mariggì in occasione di una delle prove sostenute per il conseguimento del Master in Scienze dell'Aviazione che si è tenuto nel 2004 presso l'Università di Bologna, sede di Forlì.

(acp)

"OVERRUN ACCIDENT" A BANGKOK, THAILAND, 23 SETTEMBRE 1999 BOEING 747-438, VH-OJH, Qantas One

Uno studio di Paolo Mariggìò
Ingegnere Aerospaziale

Introduzione

Il 23 settembre 1999, il volo "Qantas One", un Boeing 747-438 della compagnia aerea Qantas, in atterraggio all'aeroporto internazionale di Bangkok, Thailandia, uscì di pista mentre sull'aeroporto stava imperversando una tempesta accompagnata da intensa pioggia.

L'incidente di *overrun* si verificò a causa dell'effetto di *aquaplaning* dell'aeromobile sulla pista ricoperta da un consistente strato d'acqua, formatosi nel corso di un forte temporale.

L'aeromobile subì danni sostanziali durante l'*overrun*.

Nessuno dei tre membri dell'equipaggio di volo, dei 16 membri dell'equipaggio di cabina e dei 391 passeggeri riportò ferite gravi.

Ripercorrendo i risultati dell'indagine condotta dall'*Australian Transport Safety Bureau*, su delega del *Aircraft Accident Investigation Committee of Thailand*, questo lavoro analizza le varie componenti del sistema aeronautico interessato dall'incidente e le loro interazioni, utilizzando il modello SHELL di Hawkins, per poi classificare i molteplici fallimenti di tale sistema secondo la tassonomia prevista dal modello *Organizational Accident di Reason*.

IL COMPLESSO SISTEMA AVIATORIO

Nell'analisi di un incidente aereo i fattori umani dovrebbero essere parte fondamentale dell'intera indagine, poiché gli uomini sono un elemento del complesso sistema aeronautico. Spesso l'uomo è l'ultima barriera difensiva che può fermare la sequenza di eventi che, combinandosi ed interagendo insieme, causano l'incidente. Chi compie lo studio di un incidente aereo, deve scomporre il sistema aeronautico nei suoi singoli elementi, esaminarli e definirli, allo scopo di comprendere perché quell'incidente è accaduto. La ricerca sistematica del "perché" non va confusa con l'intenzione di indicare con estrema esattezza una singola causa, o con lo scopo di assegnare colpe e responsabilità e nemmeno di discolpare errori umani.

Lo scopo di tale ricerca è di identificare le deficienze nascoste del sistema aeronautico che potrebbero causare altri incidenti in differenti scenari.

Prima di approfondire gli elementi del complesso sistema del trasporto aereo è bene ricordare la definizione generale di sistema, poiché ci aiuta a comprendere meglio i fenomeni d'interazione e d'integrazione che ricorrono tra le sue parti.

Con la parola sistema s'intende un insieme isolato costituito da più elementi tra loro interagenti, sia che si faccia riferimento ad un sistema fisico (artificiale o naturale), sia ad un sistema concettuale (ad esempio un sistema gestionale).

Il sistema aeronautico è contemporaneamente un sistema fisico ed un sistema gestionale.

In realtà però non vi è nulla che possa realmente ritenersi isolato, vale a dire non interagente con ciò che lo circonda, infatti, prendendo alla lettera la definizione data, si giunge rapidamente alla conclusione che esiste un solo sistema: l'universo.

Ne segue che la delimitazione di un sistema è un fatto convenzionale e può essere sempre messa in discussione. L'opportunità di allargare, di estendere i confini di un sistema è legata alla necessità dell'analista di comprendere l'origine e lo sviluppo di determinati fenomeni, onde riuscire a prevedere la loro genesi.

L'obiettivo è quello di fornire uno schema il più possibile utile nella comprensione della realtà dei fatti. A tal fine occorre ampliare la scena di un incidente, ricercando tutte le possibili connessioni, legami, interferenze, tra l'ultimo evento drammatico e fattori, azioni od omissioni, anche molto distanti nel tempo e nello spazio, che possono aver contribuito alla sua creazione.

L'INCIDENTE

Il 23 settembre 1999, alle ore 22:47 ora locale, un Boeing 747-438 della Qantas, nominativo radiotelefonico Qantas One, fece un atterraggio lungo sulla pista 21 Left dell'aeroporto internazionale di Bangkok, Thailandia. L'incidente d'*overrun* fu favorito dall'effetto *aquaplaning* sulla pista bagnata dalla pioggia, caduta durante un forte temporale. Nessuno dei tre membri dell'equipaggio di volo, dei 16 membri dell'equipaggio di cabina e dei 391 passeggeri riportarono ferite gravi.

Il primo ufficiale era il *Pilot Flying*. L'equipaggio decise di configurare i *flaps* a 25 per la fase di avvicinamento e di impiegare la spinta minima inversa ai motori per fermare l'aereo dopo l'atterraggio. Tali decisioni erano in accordo con la normale procedura stabilita dalla compagnia fin dal 1996.

In diversi istanti della fase di avvicinamento alla pista 21L, l'equipaggio fu informato dall'ATC che sull'aeroporto imperversava un temporale accompagnato da forti precipitazioni e che la visibilità era di circa 4 km. Alle 22:40 un'osservazione meteo sull'aeroporto di Bangkok rilevava la visibilità a 1500 m ed un *Runway Visual Range*, sulla pista 21R, di 750 metri.

Al Qantas One non fu riportata quest'ultima informazione e nemmeno il fatto che un altro aeromobile (*callsign* Qantas 15), alle 22:43 circa, aveva riattaccato durante la fase finale di avvicinamento a causa del maltempo.

Alle 22:45 circa, il controllore di torre avvisò l'equipaggio che la pista era bagnata e che il pilota di un altro aereo, atterrato alle 22:40 circa, aveva riferito che l'azione frenante era stata buona.

L'equipaggio del Qantas One si rese conto della bassa visibilità dovuta alla pioggia quando, scendendo a 200 piedi, nella fase finale dell'avvicinamento, entrò nell'intenso piovasco. L'aeromobile iniziò allora a deviare la sua traiettoria sopra a quella del *glideslope*, sorvolando la soglia pista a 169 nodi e ad un'altezza di 76 piedi. Tali parametri risultavano essere entro i limiti previsti dal manuale d'impiego dell'aeromobile. In ogni modo la velocità di riferimento per la fase finale era di 154 nodi, e l'altezza ideale sulla soglia pista era di 44 piedi.

Quando l'aereo fu a circa 10 piedi dalla pista, il comandante disse al primo ufficiale di riattaccare; come mosse le manette per aumentare la potenza dei motori, il carrello principale toccò terra (636 metri oltre il punto ideale di *touchdown*). Il comandante allora cancellò immediatamente l'ordine di *go-around*, riducendo l'azione di potenza senza annunciare la sua nuova decisione; questo creò confusione tra i membri dell'equipaggio, che dimenticarono di selezionare il *reverse* dei motori durante la corsa di atterraggio e che non si accorsero di questa omissione.

A causa di diversi fattori, associati alla cancellazione del *go-around*, la velocità dell'aeromobile non scese sotto il valore di *touchdown* (154 nodi) fino a quando non superò i 1625 metri della pista, ovvero solo dopo aver superato metà pista.

L'indagine stabilì che, durante la corsa d'atterraggio, i pneumatici slittarono sulla pista bagnata a causa della portanza idrodinamica generata dallo strato d'acqua ivi presente (almeno 3 mm), caduta nel corso del forte temporale.

Tale fenomeno va sotto il nome di *aquaplaning*. Questo limitò l'efficacia dei freni a circa un terzo del loro effetto su una pista asciutta. Sotto tali condizioni e senza l'inversione di spinta, non c'era possibilità per l'equipaggio di fermare l'aeromobile nel tratto di pista disponibile dopo il *touchdown*. L'aereo superò i 100 metri della zona di arresto (*stopway*), posta al termine della pista, alla velocità di 88 nodi e si fermò 220 metri dopo, poggiando il muso su una strada perimetrale dell'aeroporto.

Durante le indagini, furono compiuti dei test sulle performance dell'aeromobile i quali dimostrarono che la procedura di atterraggio utilizzata dall'equipaggio (*flaps* 25 e spinta inversa al minimo), preferita dalla compagnia, non era appropriata per le operazioni su piste ricoperte d'acqua. La procedura idonea sarebbe stata *flaps* a 30 e spinta inversa massima; questa avrebbe ridotto la velocità dell'aereo in fase di avvicinamento e consentito un miglior controllo per il raggiungimento del punto ideale di contatto con la pista. Avrebbe inoltre fornito la massima resistenza aerodinamica dopo il *touchdown* proprio quando l'efficacia del sistema frenante è ridotta a causa dell'*aquaplaning*; se fosse stata impiegata questa configurazione, molto probabilmente l'*overrun* sarebbe stato evitato.

L'equipaggio, così come altri piloti B747-400 della compagnia, non fu sufficientemente addestrato a compiere appropriate valutazioni sulle procedure da utilizzare in condizioni climatiche avverse, come quelle presenti a Bangkok quel giorno. In particolare non erano sufficientemente consapevoli del potenziale effetto dell'*aquaplaning* e dell'importanza dell'inversione di spinta come forza frenante su piste ricoperte d'acqua.

L'aeromobile subì i maggiori danni sulla parte inferiore della fusoliera, sul muso, al carrello di atterraggio dell'ala destra e ai vani carrelli, ai motori. A causa della rottura del carrello anteriore, che sfondò la parte inferiore della fusoliera, il sistema per le comunicazioni tra la cabina di pilotaggio e la cabina passeggeri, come anche il sistema per la comunicazione di messaggi ai passeggeri, divennero inutilizzabili.

Non vi furono incendi a bordo; quando l'aeromobile si fermò, l'equipaggio di condotta cominciò a raccogliere informazioni dalla cabina passeggeri riguardo all'entità dei danni. La rottura del sistema di comunicazione interno ostacolò l'equipaggio nel compiere una corretta valutazione della situazione nella cabina passeggeri. Alcune informazioni importanti, riguardanti le condizioni interne ed esterne dell'aereo, non giunsero al comandante. Vi furono lacune nelle informazioni disponibili che portarono l'equipaggio a non riflettere sull'opportunità di trattenere a bordo i passeggeri. Il comandante valutò più appropriato aspettare i mezzi di soccorso esterni, per gestire uno sbarco precauzionale, piuttosto che iniziare una evacuazione immediata.

Le comunicazioni radio tra la torre e l'aereo s'interruppero per alcuni minuti successivi all'incidente; inoltre l'aeromobile non era visibile dalla torre di controllo a causa della ridotta visibilità. L'intervento dei mezzi di soccorso fu rallentato dal terreno acquitrinoso al punto che raggiunsero l'aereo circa 10 minuti dopo l'*overrun*.

Approssimativamente 20 minuti dopo l'incidente, l'equipaggio iniziò uno sbarco precauzionale dal lato destro dell'aereo utilizzando gli scivoli delle uscite d'emergenza; sebbene l'operazione si svolse senza alcun problema, si tenne in una

deprecabile inconsapevolezza delle reali condizioni dell'aeromobile e quindi in una situazione di potenziale rischio.



I FATTORI UMANI

Nella maggioranza degli incidenti aerei, l'errore umano è indicato come fattore causale. Il termine errore umano però non contribuisce ad una corretta prevenzione degli incidenti perché, sebbene possa indicare "dove" vi è stato un forte indebolimento del sistema, non fornisce risposte al "perché" è successo.

Un errore attribuito all'uomo potrebbe essere stato indotto o stimolato da un addestramento inadeguato, da procedure scritte male (vale a dire che non tengono conto delle capacità e dei limiti di chi le deve applicare), da carenti *checklist* e/o manuali (nei contenuti e nella forma di presentazione).

Il termine errore umano quindi spesso nasconde le falle latenti, sfuggenti del sistema, ereditate dall'uomo che opera in **front-line** e che devono essere scoperte, rivelate, se si vogliono prevenire gli incidenti. L'errore umano deve essere il punto di partenza di un'indagine di incidente aereo e non il suo punto d'arrivo.

L'uomo è l'elemento del sistema aeronautico più flessibile ed adattabile, ma anche il più vulnerabile, dato che le sue performance sono facilmente influenzabili da elementi sfavorevoli.

Le condizioni che definiscono la situazione, lo scenario in cui l'uomo opera, il suo rapporto con altre persone, con le macchine, con le procedure, con l'ambiente che lo circonda, sono i cosiddetti fattori umani. Questi comprendono anche le comunicazioni tra individui ed il loro comportamento nei gruppi di lavoro, l'interazione tra le persone, i gruppi e le organizzazioni alle quali essi appartengono, e le interazioni tra le organizzazioni che costituiscono il sistema aeronautico. Tale sistema è quindi caratterizzato dall'interazione tra elementi di natura umana, tecnologica ed organizzativa.

Riconoscere e prevedere i limiti di tali interazioni aumenta la sicurezza e l'efficienza del sistema, che non dipende tanto dall'affidabilità di un singolo suo elemento, quanto dall'affidabilità delle interazioni che vi sono tra tutte le sue parti nel realizzare un determinato compito.

Quando si analizza un incidente occorre identificare i fattori umani che hanno condotto gli eventi nella direzione sbagliata.

In generale si traggono due tipi d'informazioni dalle evidenze di un incidente:

- il primo prevede le informazioni che consentono di ricostruire la dettagliata cronologia di ogni rilevante azione (od omissione) conosciuta, compiuta prima e dopo l'incidente, in particolare gli episodi comportamentali e gli effetti che questi possono aver avuto sulla sequenza degli eventi che hanno condotto all'incidente.
- Le informazioni del secondo tipo sono quelle che consentono di giungere ad una ragionevole conclusione sui fattori che possono aver influenzato o motivato un particolare comportamento che ha prodotto l'incidente (secondo il modello di Reason, queste ultime informazioni definiscono le **preconditions** ereditate dall'operatore in *front-line*, e nelle quali deve lavorare).



IL MODELLO SHELL

Il modello SHELL fu ideato dal Prof Elwin Edwards dell'Università di Birmingham nel 1972 e poi ampliato dal comandante Frank Hawkins nel 1975, quando fu incaricato dalla sua compagnia aerea, KLM, di indagare sulle cause dell'incidente di Tenerife.

Il comandante Hawkins aggiunse al modello SHELL un'altra lettera che comprese, nel sistema aeronautico, gli uomini che interagiscono con l'operatore in front-line: L (*liveware*). Per chi conosce la dinamica dell'incidente di Tenerife, vi furono infatti molti problemi nell'interfeccia L-L (*liveware-liveware*), all'interno della cabina di pilotaggio, tra l'equipaggio KLM e la torre, tra l'equipaggio PAN-AM e la torre, e tra i due equipaggi.

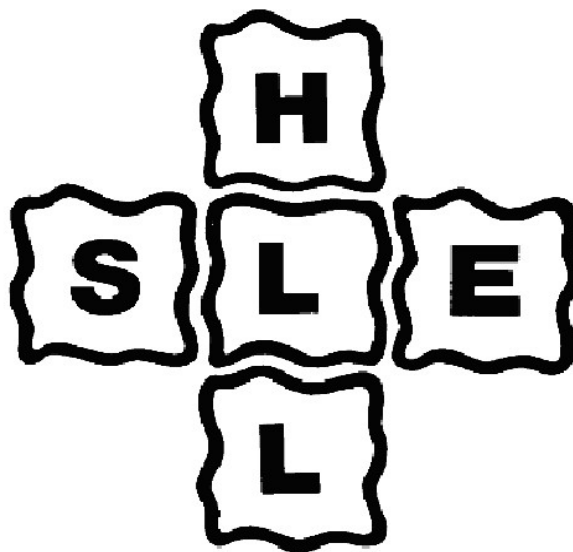


Figura 1. Il modello SHEL modificato da Hawkins.

Il modello SHELL è una rappresentazione grafica che aiuta ad identificare e comprendere i fattori umani. Utilizza dei blocchi, ciascuno dei quali rappresenta un elemento del sistema aeronautico: *Software*, *Hardware*, *Environment* e *Liveware*.

Il modello, oltre ad aiutare l'individuazione delle caratteristiche dei blocchi stessi, facilita l'identificazione e la diagnosi delle caratteristiche delle loro interazioni. Al centro del disegno è posto l'uomo, l'operatore in *front-line*, l'elemento più flessibile ed adattabile, che spesso sopperisce a mancanze di uno o più blocchi con i quali interagisce, facendosi carico di ulteriore stress; se si vuole evitare tensione nel sistema, o peggio il suo collasso, i blocchi esterni devono essere ben accoppiati con il blocco centrale.

Il *Software* comprende le regole, le procedure di lavoro, formali ed informali, i materiali e gli strumenti informativi posti ad ausilio dell'operatore.

L'*Hardware* comprende tutte le parti non umane del sistema, come le macchine, gli strumenti, le attrezzature, gli impianti.

Il *Liveware*, al contrario del blocco precedente, comprende tutti gli aspetti umani di un processo, ovvero le emozioni, le comunicazioni, i processi cognitivi e le relazioni tra individui.

L'*Environment* rappresenta lo scenario in cui le precedenti parti del sistema e l'operatore in prima linea devono lavorare. È quindi la situazione ambientale in cui si svolge il processo produttivo ed è costituito da elementi fisici, ambientali, normativi ed economici. Costituisce la componente del sistema meno manipolabile dall'uomo.

Osservando la figura 1 si nota che i contorni di ciascun blocco sono frastagliati, non semplici e diritti, a significare che la sfera d'azione di ciascun elemento s'interseca con quella dell'uomo posto al centro del diagramma; inoltre indica che occorre prestare molta attenzione al loro accoppiamento.

In figura 2, sono evidenziati i collegamenti tra le varie risorse, attraverso i quali vi è lo scambio di informazioni, di risorse e di energia, per mezzo di comunicazioni che avvengono nelle due direzioni, e che consentono al sistema di compiere un determinato compito, in sicurezza ed efficacemente. Un calo d'energia da parte di un elemento, la perdita di informazioni, l'assenza di comunicazioni o la loro inefficacia, costringe l'uomo a compensare l'assenza o la debolezza di una

dimensione, rendendo così il sistema meno stabile, più vulnerabile, perché l'uomo comincia a lavorare in condizioni di sovraccarico e di forte stress.

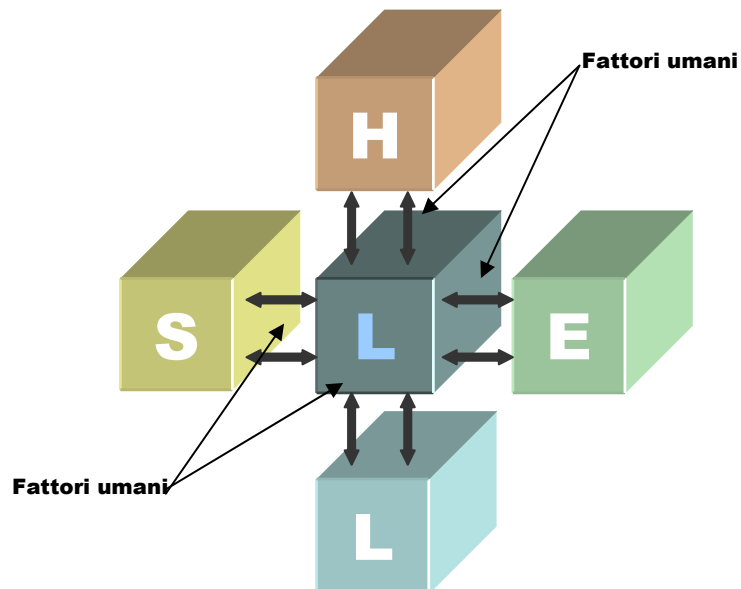


Figura 2. Lo SHELL Model di Hawkins e gli Human Factors.

Le interfacce rappresentano i fattori umani. Il modello SHELL consente di individuare le potenziali interazioni critiche che possono tradursi in errori di funzionamento del sistema.

Interfaccia Uomo-Ambiente (*Liveware-Environment*)

L'interfaccia Uomo-Ambiente comprende le relazioni tra l'operatore e le condizioni ambientali del luogo in cui egli lavora. Esse si dividono in interne ed esterne, rispetto alla sua postazione di lavoro: con le prime s'intendono le caratteristiche fisiche, quali la temperatura, la luce, il rumore e la qualità dell'aria.

Le condizioni esterne comprendono sia l'ambiente fisico che circonda l'area di lavoro, sia le limitazioni economiche e politiche nelle quali opera il sistema aeronautico, ovvero l'insieme d'elementi che costituiscono dei vincoli per il sistema.

In questa interfaccia confluiscono le informazioni che riguardano problemi generati dal clima, dal tipo di terreno, dalle attrezzature ed infrastrutture.

Le condizioni climatiche critiche (come *windshear*, forti temporali, piste contaminate, da pioggia, neve o ghiaccio, la formazione di ghiaccio sulle ali e l'ingestione di ghiaccio dai motori) che provocano l'incidente, devono essere incluse in questa interfaccia, poiché, in caso di incidente, l'operatore in *front-line* non ha saputo interagire correttamente con loro, ovvero non ha adeguatamente sfruttato la loro conoscenza (oppure non ne possedeva adeguate informazioni) nell'eseguire il compito assegnatogli mantenendo idonei margini di sicurezza.

Molti incidenti sono provocati da illusioni, disorientamenti, errori nella percezione dell'operatore indotti dalle condizioni ambientali, in particolare nelle fasi di avvicinamento ed atterraggio e per questo motivo anch'essi rientrano in questo ambito; vanno collocati inoltre quei fattori ambientali che possono aver condotto l'operatore a prendere scorciatoie, rispetto alle procedure prestabilite, o che abbiano influenzato le sue decisioni (ad esempio le situazioni legate al clima e/o alle infrastrutture aeroportuali che, causando ritardi nelle operazioni volo, inducono gli

equipaggi a semplificare i loro compiti scegliendo percorsi più semplici, rispetto alle norme previste, con conseguente riduzione dei margini di sicurezza). Con condizioni ambientali infine, s'intendono anche pressioni economiche e/o normative che possono influenzare le scelte e le decisioni dell'operatore.

- *Sull'aeroporto di Bangkok infuriava un temporale accompagnato da forti precipitazioni che, sette minuti prima dell'overrun del Qantas One, riducevano la visibilità a 1500 metri ed il RVR, sulla pista 21R, a 750 metri. Nella fase finale dell'avvicinamento alla pista 21L, sotto la quota dei 200 piedi, il maltempo provocò un'errata percezione nell'equipaggio di volo, che deviò la traiettoria di discesa dell'aereo, sopra a quella del glideslope. A causa di ciò l'aeromobile sorvolò la soglia pista alla velocità di 169 nodi ad un'altezza di 76 piedi (i valori ideali erano 154 nodi e 44 piedi). Il risultato fu l'atterraggio sulla pista 636 metri oltre il punto ideale di touchdown, con conseguente riduzione del tratto di pista disponibile per l'arresto dell'aereo;*
- *L'abbondante pioggia formò un consistente strato d'acqua sulla pista (almeno 3 mm) che, durante la corsa di atterraggio, fece slittare i pneumatici (effetto aquaplaning), con conseguente riduzione dell'efficacia dei freni;*
- *A causa della ridotta visibilità, conseguente alle condizioni meteorologiche, l'aereo uscito di pista non era visibile dalla torre di controllo. Inoltre il terreno adiacente alla stopway, e sul quale terminò la corsa dell'aeromobile, era inzuppato dall'abbondante pioggia. Tali fattori contribuirono al ritardo dei soccorsi.*

Interfaccia Uomo-Procedure (Liveware-Software)

L'interfaccia Uomo-Procedure comprende le relazioni tra l'operatore e gli aspetti non fisici del sistema aeronautico, ovvero con le informazioni di supporto allo svolgimento di un dato compito, come le norme, le procedure (SOPs), i manuali, le *checklist* e i programmi dei computer.

Molto spesso i manuali, le *checklist*, le mappe o altri documenti scritti e utili all'operatore, non sono prontamente disponibili o adeguati. A volte il loro formato, il contenuto e la fraseologia utilizzata non sono coerenti con altri documenti in possesso al medesimo operatore, oppure ad altri individui con i quali egli interagisce (ad esempio procedure utilizzate dai piloti che differiscono da quelle impiegate dall'ATC); a volte le procedure sono difficili da capire e da usare (ovvero sono in contrasto con le caratteristiche dell'uomo), sono illogiche ed inappropriate.

Per realizzare un compito l'operatore deve essere dotato di informazioni e di conoscenze non fallaci e lacunose, che devono essere contenute nei regolamenti, negli ordini di servizio o in istruzioni della sua organizzazione. In quest'interfaccia sono inclusi anche i problemi indotti dalle informazioni fornite dai computer che, ad esempio, possono creare confusione o errata rappresentazione del compito da eseguire, con conseguenti ritardi nelle azioni dell'operatore, o anche problemi legati alla rappresentazione di informazioni sui display e all'immissione di dati nei programmi di calcolo e gestione, tramite tastiere.

- *L'equipaggio decise di utilizzare la procedura prevista dalla compagnia fin dal 1996 per l'avvicinamento ed atterraggio, che prevedeva flaps 25 e spinta inversa dei motori al minimo. L'analisi delle performance dell'aeromobile, compiuta durante l'investigazione, evidenziò che la procedura seguita era inappropriata per le condizioni ambientali presenti quel giorno sull'aeroporto di Bangkok. Quella configurazione dei flaps, in particolare, non consentì il miglior*

controllo possibile dell'aereo poiché forniva un'elevata velocità. La procedura idonea per quelle condizioni meteorologiche sarebbe stata flaps 30, e spinta inversa massima: la maggior estensione delle superfici mobili avrebbe ridotto la velocità di avvicinamento, mentre il reverse massimo, avrebbe fornito la maggior resistenza aerodinamica possibile, indispensabile, quando l'efficacia dei freni è ridotta dall'effetto aquaplaning;

- L'equipaggio non fu sufficientemente addestrato a compiere appropriate valutazioni sulle procedure da utilizzare, in condizioni climatiche avverse, come quelle presenti a Bangkok quel giorno. In particolare essi non furono sufficientemente consapevoli (a causa della mancanza di adeguate conoscenze) del potenziale effetto aquaplaning sulla pista bagnata e dell'importanza, in tali condizioni, del reverse dei motori, quale forza frenante;*
- Al termine dell'overrun, l'equipaggio non seguì una chiara procedura per l'emergenza; il comandante decise di non eseguire un precauzionale sbarco fino a quando non giunsero i soccorsi.*

Interfaccia Uomo-Uomo (Liveware-Liveware)

Questa interfaccia rappresenta il ponte di collegamento tra le persone che, a diverso titolo ed in differenti fasi, agiscono nel sistema aeronautico.

L'addestramento ed il conseguente raggiungimento della necessaria abilità è solitamente realizzato, dalle varie organizzazioni aeronautiche, sul singolo individuo; se ciascuno dei membri di un gruppo di lavoro possiede gli *skills* indispensabili si è sempre ritenuto che il team fosse competente (*skilled*) ed efficace, nello svolgere il proprio compito.

Purtroppo questo non è sempre vero; spesso alla base di molti incidenti vi è un malfunzionamento dei *teamworks*.

Controllori di volo, piloti, tecnici della manutenzione, assistenti aeroportuali ed altre figure professionali del trasporto aereo, lavorano in gruppo ed il gruppo ha un ruolo importante nel comportamento e nelle prestazioni degli individui.

In quest'interfaccia rientrano i problemi che riguardano la leadership di un gruppo, la cooperazione degli equipaggi e le interazioni influenzate dalle personalità delle persone, i segnali visivi quando sostituiscono, supportano o contraddicono l'informazione fornita a voce, il rapporto con il *management*, la filosofia dell'azienda e le eventuali pressioni esercitate sul personale operativo.

Tutte queste interazioni possono essere ricondotte alle comunicazioni, verbali e non verbali, che avvengono in tempi diversi ed a vari livelli, tra l'operatore in *front-line* ed un gruppo di lavoro (al quale può o non appartenere), tra un team ed un'organizzazione (alla quale, anche in questo caso, può o non appartenere).

Il modo in cui le informazioni e le conoscenze sono scambiate tra gli individui, nel portare a termine una funzione, le comunicazioni, le decisioni, la suddivisione delle responsabilità e la distribuzione dei compiti, realizzano l'accoppiamento uomo-uomo, nel quale spesso si riscontrano, in situazioni di sovraccarico, delle criticità.

- Durante l'avvicinamento all'aeroporto di Bangkok, l'equipaggio fu informato dall'ATC del temporale in corso; tuttavia non fu riportata l'osservazione meteo compiuta alle 22:40 sull'aeroporto, che rilevava la visibilità di 1500m ed un RVR di 750 metri sulla pista 21R;*
- All'equipaggio del Qantas One non fu riferito che, a causa del maltempo, l'aeromobile con callsign Qantas 15, aveva riattaccato durante la fase di avvicinamento all'aeroporto di Bangkok;*

- *Alle 22:45 il controllore comunicò all'equipaggio del Qantas One, che il pilota di un aereo, atterrato alle 22:40, aveva riferito di una buona azione frenante. Questa comunicazione della torre influenzò certamente la conoscenza della situazione (situational awareness) da parte dell'equipaggio, che si convinse della riuscita dell'atterraggio;*
- *Quando l'aereo fu a circa 10 metri dalla pista, il comandante disse al primo ufficiale di riattaccare, ma mentre questo ultimo mosse le manette, il carrello principale toccò la pista. Il comandante allora, senza comunicarlo oralmente al resto dell'equipaggio, cancellò l'ordine di go-around, riducendo le manette;*
- *A causa della confusione, creatasi a seguito dell'annullamento della riattaccata, tra i membri dell'equipaggio non vi furono comunicazioni che riguardarono la nuova sequenza di azioni da compiere e, infatti, nessuno si accorse che non era stato selezionato il reverse dei motori, durante la corsa di atterraggio;*
- *Al termine dell'overrun, alcune importanti informazioni, riguardanti le condizioni interne ed esterne dell'aeromobile, non giunsero all'equipaggio di condotta: alla base del fatto che non rifletterono sull'opportunità di sbarcare i passeggeri, ci furono lacune nelle informazioni ricevute.*

Interfaccia Uomo-Macchina (Liveware-Hardware)

In quest'interfaccia rientrano le problematiche attinenti l'ergonomia della postazione di lavoro, l'incomprensione tra l'uomo e la macchina, e la sua inefficacia nell'aiutare l'operatore ad eseguire un compito.

La posizione e la postura dell'operatore devono rispettare le caratteristiche del corpo umano, i dispositivi di controllo da attivare devono prevedere appropriati movimenti, i monitor devono essere progettati pensando alle caratteristiche sensoriali ed ai processi dell'elaborazione mentale dell'uomo.

Un'errata progettazione dell'ambiente di lavoro e delle tecnologie può influenzare l'interazione tra l'operatore e gli equipaggiamenti, con possibile riduzione di capacità di elaborazione di informazioni, incremento dei tempi di risposta a determinati stimoli esterni, turbamento della giusta sequenza delle azioni da compiere, modifica di metodi e prassi abituali ed orientamento.

A volte l'operatore è consapevole della criticità dell'interfaccia uomo-macchina e, a causa della sua caratteristica di adattabilità, cela la deficienza della componente fisica del sistema, incrementando il suo carico di lavoro e di responsabilità, senza tuttavia eliminarla.

- *Tra i danni riportati dall'aeromobile, vi fu la rottura del carrello anteriore che sfondò la parte inferiore della fusoliera, provocando l'avaria dell'interfono, tra l'equipaggio di volo e la cabina passeggeri, ed il sistema per la comunicazione di messaggi ai passeggeri. La rottura di tale sistema sottrasse all'equipaggio un ausilio importante per compiere una corretta valutazione della situazione, e compromise l'efficacia e la validità della decisione assunta dal comandante.*

Il modello SHELL consente l'analisi del comportamento dell'operatore nelle relazioni e dipendenze tra l'uomo e l'ambiente socio-tecnico di lavoro.

Tale modello permette di suddividere i legami che esistono tra errore umano e ambito in cui si sono verificati, anche quando esso è la conseguenza di errori compiuti ad altri livelli nell'organizzazione; tuttavia la struttura che si ricava è

statica, vale a dire non vede la sequenza temporale degli eventi e delle interazioni avvenute all'origine dell'incidente.

LA ORGANIZATIONAL ACCIDENT THEORY

Un incidente non è solamente il risultato di un'azione compiuta da un individuo, ma è il risultato dell'interazione delle azioni umane con le falle latenti (*latent failures*), nascoste all'interno dell'organizzazione o all'interno del sistema del trasporto aereo; quando quest'interazione oltrepassa tutte le difese, avviene l'incidente.

La prevenzione degli incidenti si realizza capendo il perché alcune azioni hanno superato le barriere difensive e generato l'incidente; questo richiede l'individuazione di tutte le deficienze dormienti, ereditate dall'operatore, presenti in tutti i livelli dell'organizzazione (compresi i più alti livelli del *management*) e del sistema aeronautico di cui è parte integrante.

Negli anni '90 il professor James Reason (Dipartimento di Psicologia, Università di Manchester) dopo aver analizzato i più grandi disastri industriali e dei trasporti, realizzò un modello che fornì i principi essenziali, utili per comprendere le cause degli incidenti organizzativi e per trovare i metodi per ridurre la loro frequenza.

Questo modello fu definito in origine Swiss Cheese Model data la similitudine che veniva richiamata dalle barriere difensive rappresentate con diversi fori.

In ogni caso è una rappresentazione grafica degli elementi che concorrono ad un incidente organizzativo.

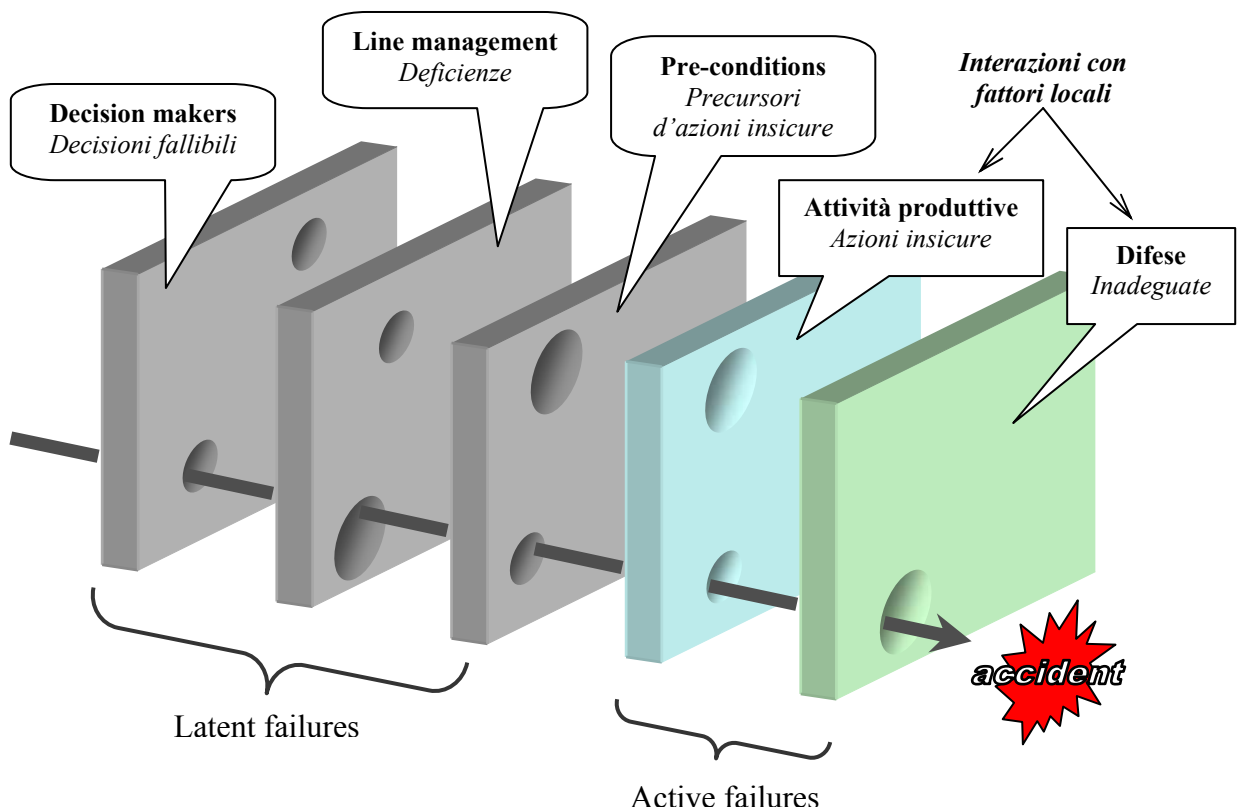


Figura 3. Il modello di James Reason e le difese del sistema aeronautico.

Reason, in *Human Error* (1990), definisce come uno degli elementi base del sistema aeronautico, i **decision-makers**, ovvero l'amministrazione superiore dell'azienda, il corpo collegiale o regolatore della compagnia, vale a dire chi ha la responsabilità di raggiungere l'obiettivo di un trasporto, passeggeri e merci, sicuro, regolare ed efficace, amministrando le risorse disponibili.

Si può affermare che i *decision-makers* definiscono la strategia aziendale da perseguire, per centrare il target.

Un altro elemento importante è il **line management**, ovvero chi attiva, nel sistema produttivo, le decisioni assunte dai *decision makers*. Questi ultimi stabiliscono le tattiche. Affinché le decisioni e le azioni si traducano in attività produttive ed efficaci, devono sussistere alcune **preconditions**; ad esempio gli equipaggiamenti devono essere disponibili ed affidabili, le condizioni ambientali devono essere sicure, il personale deve essere specializzato, ben informato e motivato.

L'ultimo elemento comprende le **defences**, poste a prevenzione di prevedibili danni, incidenti o costose interruzioni del servizio.

Il modello di figura 3 mostra come tutti gli individui che lavorano nel complesso sistema aeronautico, contribuiscono al superamento delle barriere difensive, generando l'incidente.

Grazie ai progressi tecnologici, a regole e standard rigorosi, a sistemi raffinati di monitoraggio, raramente gli incidenti aerei sono causati esclusivamente da errori compiuti dalle persone che operano in *front-line*. Essi sono piuttosto il risultato di una serie di interazioni di errori, o deficienze, già presenti nel sistema aeronautico.

La maggior parte di queste **failures** non è immediatamente visibile ed ha conseguenze disastrose nel tempo, quando interagiscono con le azioni degli uomini, in modo da sfondare tutte le barriere difensive poste a prevenire gli incidenti.

Le *failures* sono, in funzione del tempo, di due tipi secondo l'immediatezza delle loro conseguenze:

- **Active failures:** sono azioni contrarie alla sicurezza (*safety*), guasti tecnici o altri eventi e condizioni operative che hanno un effetto immediato sullo sviluppo della situazione. La maggior parte degli eventi più gravi racchiude diversi errori o violazioni tipicamente commessi dagli operatori in *front-line*: essi devono esser visti come comportamenti che potrebbero non ripetersi in scenari simili, piuttosto che considerarli errori degli individui direttamente coinvolti nel fatto.
- **Latent failures o Fattori organizzativi:** sono decisioni o processi compiuti molto prima dell'incidente e che hanno creato deficienze nelle difese delle organizzazioni operative; le loro conseguenze possono rimanere dormienti per molto tempo. Le *latent failures* non necessariamente devono esser state generate dai *decision-makers* e dal *line management* dell'organizzazione direttamente coinvolta nell'evento dannoso, ma possono essere anche in seno ad altre strutture del sistema aeronautico, come gli organi regolatori e le aziende costruttrici; sebbene non siano dannose quando rimangano isolate, esse possono interagire e creare l'opportunità per piloti, controllori del traffico o meccanici, per commettere una *active failure*, che viola le difese del sistema e crea l'incidente.

Gli operatori *front-line* sono gli eredi dei difetti del sistema: hanno a che fare con problemi tecnici, condizioni avverse, e le loro stesse azioni, che rivelano le falle

latenti presenti nel sistema. Le *latent* e *active failures* possono interagire ma, se il sistema è dotato d'efficaci difese, non riescono a produrre l'incidente.

Nel modello *Organizational Accident* di Reason, vi sono altri due importanti elementi:

- **Fattori locali:** eventi e condizioni che hanno un'influenza relativamente diretta o immediata sull'origine dell'*active failure* (per esempio, la fatica, l'insufficiente conoscenza o capacità, un eccessivo carico di lavoro, sono spesso associati a errori o violazioni). In altre parole racchiudono i fattori umani originati dalle interazioni dell'operatore con l'ambiente, le macchine e le procedure.
- **Difese inadeguate:** sono gli errori od omissioni nei processi e metodi di lavoro, realizzati dall'organizzazione, per garantire operazioni sicure, affidabili ed efficaci. Difese appropriate possono ridurre la probabilità dei fattori locali e delle azioni che violano la sicurezza, ed anche la severità delle loro conseguenze. Le difese sono realizzate dalle procedure, dall'addestramento, dalle strategie e tattiche per il raggiungimento dell'obiettivo, dai programmi di lavoro, dalla disponibilità degli equipaggiamenti e dal loro progetto, ed infine, come ultima barriera, dai sistemi di allarme, dagli equipaggiamenti e dalle procedure di emergenza.

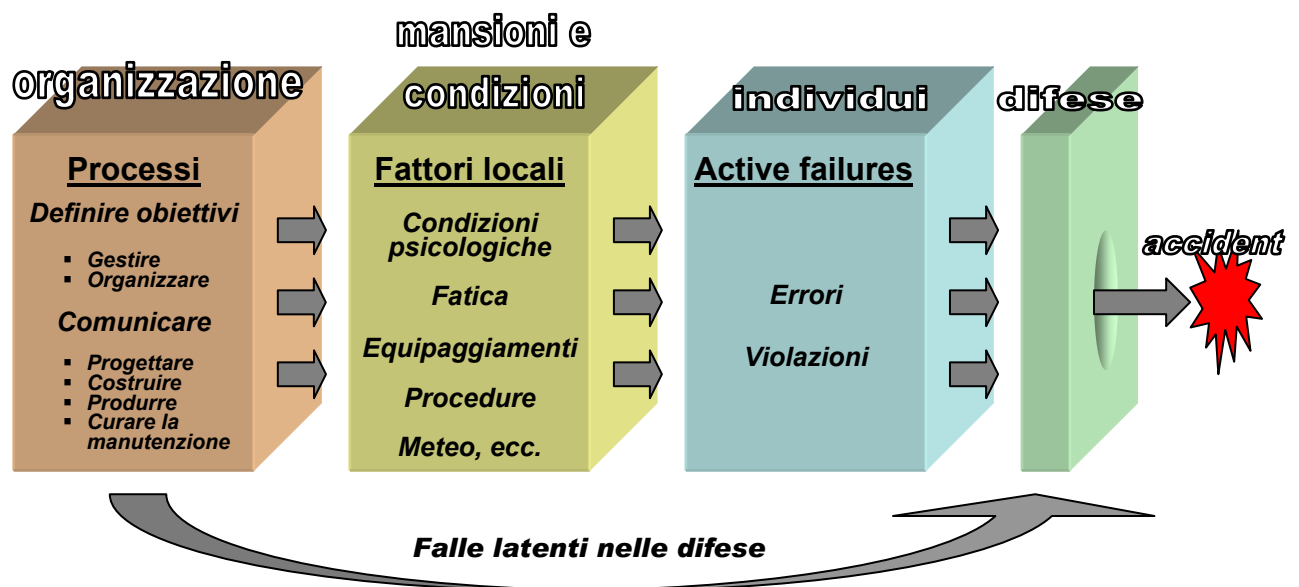


Figura 4. Il diagramma del modello base di Reason che mostra tutti gli elementi di un "organizational accident".

Durante l'analisi di un incidente è necessario identificare le *active failures* ed i fattori locali ma, dal punto di vista della sicurezza "pro-attiva", avente lo scopo di prevenire la sicurezza, è più importante svelare le difese inadeguate dei processi produttivi e i fattori latenti delle organizzazioni.

Le *active failures* sono spesso la conseguenza dei fattori locali (*human factors*), ovvero l'operatore in prima linea agisce con gli strumenti, con le informazioni, con la conoscenza e le condizioni, con le quali si trova a decidere ed agire; pertanto le sue scelte sono condizionate dallo scenario in cui lavora. Ecco perché le *active*

failures identificate in una successione di incidente, possono modificarsi o addirittura scomparire se qualche fattore locale, presente in quello scenario in cui sono state provocate, sarà cambiato.

Per questo motivo nel prossimo paragrafo, verranno elencate le *active failures* ricorse nell'incidente di Bangkok, insieme ai fattori locali, dai quali le prime derivano; inoltre verrà scomposta la successione dei fatti in due parti: il volo e la fase dell'emergenza.

IL VOLO: ACTIVE FAILURES E FATTORI LOCALI

- ***L'equipaggio non utilizzò un adeguato piano per la gestione del rischio, durante l'avvicinamento e l'atterraggio.***

I livelli di procedure ed addestramento forniti all'equipaggio, riguardo all'atterraggio su piste bagnate, erano scarsi; pertanto essi non furono in grado di gestire appropriatamente la situazione, perché non in grado di sviluppare un adeguato piano di gestione del rischio.

Idealmente avrebbero dovuto raccogliere informazioni riguardanti le condizioni del tempo e il tipo di pista (sprovvista di scanalature per il drenaggio dell'acqua, e scivolosa), prevedere che l'azione frenante sarebbe stata non eccellente, considerare diverse possibilità, come quella di attendere in volo un miglioramento delle condizioni meteo o impiegare l'altra pista dell'aeroporto di Bangkok (la 21R) perché più lunga, o scegliere una procedura d'atterraggio che garantisse minor velocità d'avvicinamento alla pista e minor distanza di frenata (queste caratteristiche si sarebbero ottenute utilizzando i flaps 30 e massima spinta inversa dei motori).

- ***Il primo ufficiale non pilotò l'aeromobile con cura, durante la fase finale dell'avvicinamento.***

L'alta velocità di avvicinamento, il basso rateo di discesa nella fase finale dell'avvicinamento e la flare (manovra di richiamata durante l'atterraggio con cui si alza il muso del velivolo e si riduce ulteriormente il rateo di discesa) prematura, portarono ad un atterraggio lungo e morbido; sebbene il valore di velocità fu entro i limiti previsti dal manuale dell'aeromobile, certamente non fu appropriato per le condizioni della pista.

La riduzione del rateo di discesa, quando l'aereo incontrò le forti precipitazioni, fu causata dalla riduzione di visibilità e dalla distrazione del primo ufficiale, causata dalla pioggia sui vetri e dai tergicristalli. I successivi problemi di controllo, nel raggiungere il punto ideale di touchdown (flare errata), furono probabilmente causati dalla combinazione della ridotta visibilità, a causa della presenza di acqua sui vetri, e dall'assenza d'illuminazione della zona di touchdown.

In caso di piste ricoperte di acqua è preferibile compiere una flare senza l'attenuazione del rateo di discesa che si attua in normali condizioni, perché consente di rompere, di penetrare lo strato di acqua che, per effetto aquaplaning, riduce l'aderenza dei pneumatici alla pista.

- ***Il comandante cancellò la decisione di riattaccare (go-around), riducendo l'azione delle manette dei motori.***

È largamente risaputo che una decisione di riattaccata non dovrebbe essere revocata, perché il suo annullamento ha diversi effetti collaterali: spinta eccessiva dopo il touchdown, leggero ritardo nel dispiegamento dei spoilers, disattivazione del sistema auto-frenante (se la manetta numero 1 è stata avanzata per più di 3 secondi) ed aumento di stress e disorientamento tra l'equipaggio di volo.

La confusione creatasi nel cockpit fu evidenziata dalla dimenticanza di azionamento del reverse dei motori.

Quella confusione sarebbe stata attenuata se il comandante avesse avuto il controllo dell'aeromobile durante l'avvicinamento o se avesse fornito chiare istruzioni riguardanti le sue intenzioni.

Il fatto che il carrello principale toccò la pista e che la visibilità migliorò improvvisamente, suggerì al comandante di rimuovere gli iniziali motivi che lo avevano indotto a decidere per la riattaccata.

- ***L'equipaggio di volo non selezionò (e nemmeno ne notò l'assenza) la spinta inversa dei motori.***

L'equipaggio intendeva usare la procedura d'atterraggio prevista dalla compagnia, inclusa la selezione della minima spinta inversa; l'attivazione del reverse dei motori avrebbe ridotto la corsa di atterraggio e l'entità dell'incidente, ma non avrebbe evitato l'overrun.

Tale omissione fu la diretta conseguenza della confusione creatasi a seguito delle nuove decisioni del comandante: la normale sequenza di azioni del primo ufficiale fu cancellata, ed egli potrebbe aver scambiato inconsciamente l'azione compiuta dal comandante di ritardo della manetta numero 1 con l'azionamento del reverse dei motori.

L'equipaggio non si avvide di tale omissione poiché distratto dal rumore della pioggia e dei tergicristalli, e poiché la loro attenzione era focalizzata sull'arresto dell'aereo mediante i freni.

Come già evidenziato, l'utilizzo della massima spinta inversa dei motori avrebbe ridotto sostanzialmente la distanza necessaria per l'arresto, su una pista che offriva una scarsa azione frenante.

La quantità di acqua depositata dal temporale sulla pista, ridusse fortemente l'azione frenante dell'aereo.

La pista non era dotata di scanalature per il drenaggio della pioggia, che avrebbero migliorato le condizioni della superficie; tuttavia, date le forti precipitazioni presenti al momento dell'incidente sull'aeroporto di Bangkok, non è automatico che le scanalature avrebbero evitato l'accumulo di acqua.

Vi furono poi altri inconvenienti che in ogni modo, come evidenziato dall'inchiesta dell'ATSB, ebbero effetti minori sullo sviluppo dell'incidente, come la mancata comunicazione delle condizioni meteorologiche rilevate sull'aeroporto di Bangkok alle 22:40 e che il Qantas 15 aveva riattaccato.

IL VOLO: DIFESE INADEGUATE

L'analisi dell'incidente evidenziò due gravi deficienze all'interno di due barriere difensive di primaria importanza, che influenzarono, in modo decisivo, lo sviluppo dell'evento:

- ***Le informazioni e le procedure pubblicate dalla compagnia, e l'addestramento dell'equipaggio di volo per l'atterraggio su piste bagnate, furono deficitarie.***

Nel "Qantas B747-438 Performance Limitations Manual", così come in qualunque altra pubblicazione che faceva parte del Manuale Operativo della compagnia, non vi erano commenti riguardo alle caratteristiche di piste bagnate (wet), ghiacciate (icy), scivolose (slippery), inondate (flooded) o contaminate (contaminated).

Nelle stesse pubblicazioni non erano fornite istruzioni per calcolare le distanze di atterraggio su piste con quelle caratteristiche. Le informazioni fornite dalla Boeing al riguardo non erano state inserite nelle pubblicazioni della Qantas.

Durante l'indagine, il personale addetto all'addestramento ed al controllo degli equipaggi affermò che i problemi, riguardanti le piste contaminate, non furono trattati durante l'addestramento, il controllo e la qualificazione degli equipaggi, negli anni precedenti l'incidente; tali argomenti erano stati ampiamente analizzati negli anni '60 e '70. L'assenza di un addestramento specifico al simulatore fu confermata dall'equipaggio del Qantas One.

- ***L'addestramento dell'equipaggio di volo a compiere scelte di configurazione e procedure per l'avvicinamento e l'atterraggio su piste contaminate, fu deficitario.***

La procedura della compagnia (flaps 25/idle reverse), evidenziava che vi erano configurazioni alternative che potevano essere impiegate per atterraggi su piste contaminate o per condizioni anomale, ma queste condizioni speciali non erano adeguatamente definite; inoltre l'addestramento fornito non garantiva la consapevolezza, nei piloti, di quando utilizzare altre configurazioni (ad esempio flaps 30 e/o reverse motori al massimo).

L'addestramento degli ultimi anni aveva enfatizzato la capacità del sistema frenante dell'aeromobile, ma non aveva sufficientemente evidenziato le situazioni in cui la sua efficacia si sarebbe potuta ridurre, e nemmeno l'importanza di impiegare la massima potenza inversa dei motori su piste bagnate. Le procedure e l'addestramento della compagnia comprendevano molti aspetti delle operazioni in condizioni meteorologiche avverse, ma non racchiudevano informazioni documentate appropriate e procedure, per gli equipaggi dei Boeing 747-400, riguardanti le operazioni su piste contaminate dall'acqua.

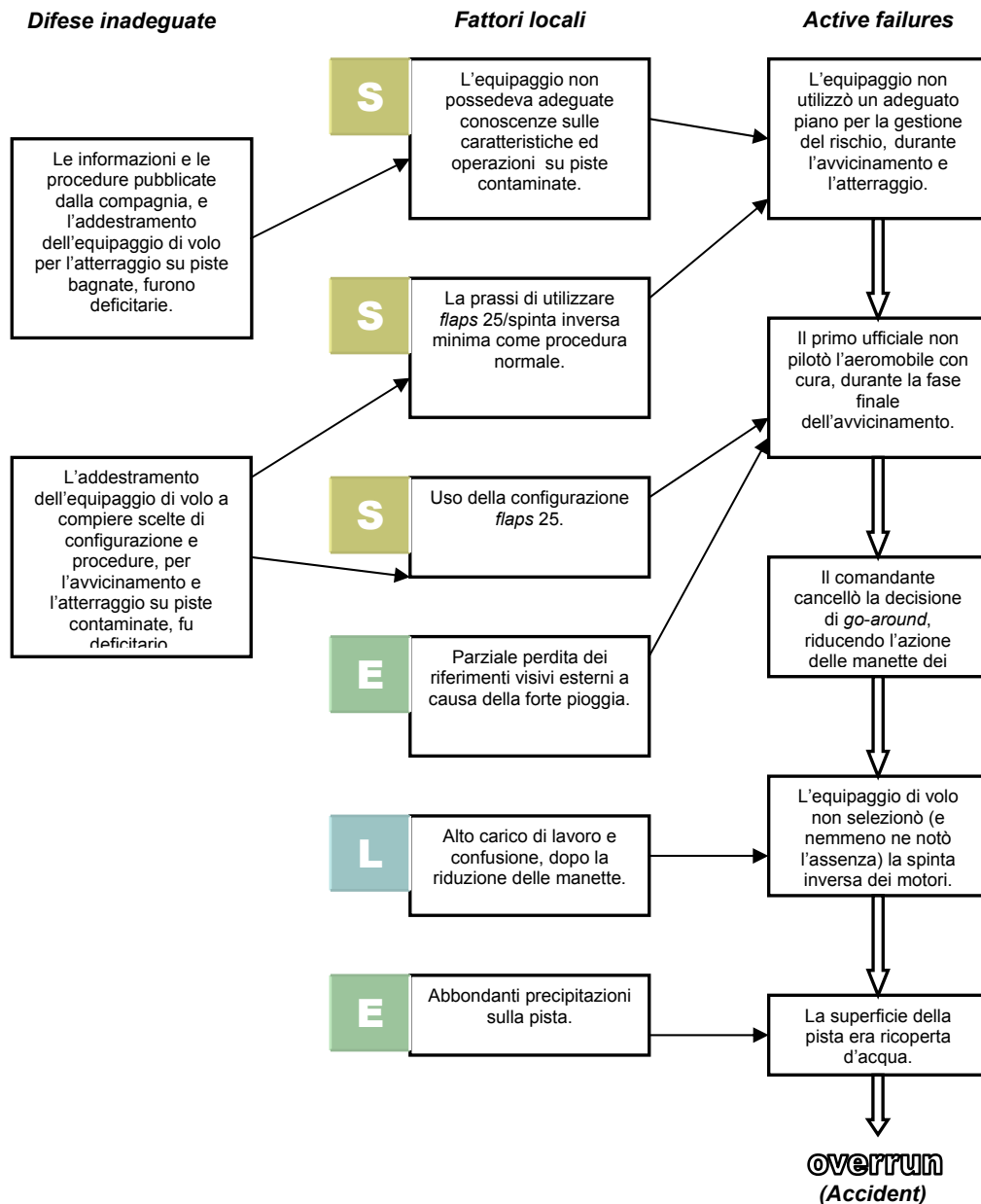


Figura 5. Raccolta delle *active failures*, fattori locali e difese inadeguate, associate con l'incidente del volo (a fianco dei fattori locali sono stati riportate le lettere che identificano i differenti fattori umani analizzati con il modello SHELL).

L'EMERGENZA: ACTIVE FAILURES E FATTORI LOCALI

La conoscenza della situazione (*situational awareness*) e la sua gestione, dopo che l'aereo si fermò sul terreno adiacente alla pista, o in cabina passeggeri durante l'atterraggio, non ebbe effetti diretti sullo sviluppo del reale incidente; tuttavia vi furono alcune *active failures* che avrebbero potuto aumentare la gravità delle conseguenze associate all'incidente:

- ***L'interfono di cabina ed il sistema di comunicazione messaggi ai passeggeri andarono fuori uso.***

La perdita del sistema di comunicazione con i passeggeri e dell'interfono furono due potenziali pericoli. Mancò il normale mezzo di comunicazione tra il cockpit e la cabina passeggeri; inoltre ciò costrinse l'equipaggio di cabina ad abbandonare le proprie postazioni (di rilevante importanza durante le fasi di emergenza) per riferire informazioni per tutta la cabina passeggeri, con conseguenti difficoltà e confusione.

- ***L'equipaggio di volo non considerò tutti i problemi quando decise di non compiere un'immediata evacuazione.***

La prima considerazione che fece l'equipaggio di volo fu di garantire la sicurezza dei passeggeri: quando cominciò lo sbarco precauzionale, l'equipaggio fu in grado di assicurare l'ordine nello svolgimento di tale operazione e l'assenza di feriti indica che le loro intenzioni furono pienamente soddisfatte.

Pur avendo considerato alcuni aspetti importanti, ad altri fattori non diedero la giusta importanza, in particolare, l'equipaggio di volo non considerò le lacune presenti nelle informazioni disponibili riguardo alle condizioni dell'aeromobile ed ai possibili rischi: ad esempio non poteva ottenere informazioni dall'esterno dell'aereo (i soccorsi ritardarono) e conseguentemente non conosceva l'entità dei danni esterni, in particolare sotto la fusoliera. L'unica cosa certa era che il sistema delle comunicazioni di cabina era danneggiato (è molto probabile, in ogni caso, che qualunque aereo che esca di pista alla velocità di 80 nodi, subisca danni sostanziali). L'equipaggio sapeva che non vi erano incendi a bordo, ma non conosceva esattamente i potenziali rischi di incendi esterni, in particolare durante il lasso di tempo in cui i soccorsi non erano giunti sul posto.

- ***Alcuni membri dell'equipaggio di cabina non comunicarono alcune informazioni importanti durante il periodo dell'emergenza.***

Le decisioni dell'equipaggio di volo si basarono sulle informazioni che ricevette, riguardo alle condizioni della cabina. Alcune informazioni importanti e disponibili non giunsero ai piloti come, ad esempio, l'avvistamento d'alcuni flash in un motore durante la corsa di arresto, il danno alla gondola del motore 3, la deformazione del pavimento della cabina e il fumo che si sprigionava nella zona A (zona anteriore).

L'assenza di comunicazione di questi problemi non permise all'equipaggio di volo di fare la scelta giusta, tra un'immediata evacuazione e uno sbarco precauzionale.

L'EMERGENZA: DIFESE INADEGUATE

Seguendo l'ordine cronologico con cui si sono manifestate le tre *active failures* dettagliate sopra, vediamo ora le tre barriere difensive che fallirono nei loro scopi e che indussero l'equipaggio a commettere azioni erranee:

- **La disposizione di entrambi i sistemi d'interfono e di comunicazione ai passeggeri, normale e di emergenza (ridondante al primo), posti nella parte inferiore della fusoliera e dietro al vano del carrello anteriore, rappresenta un difetto del progetto.**

Quando un aeromobile compie un overrun, a causa della sua corsa su terreni irregolari e accidentati, provoca la rottura del carrello anteriore. Negli aeromobili B747-400 la perdita degli impianti di interfono e di comunicazione ai passeggeri è la conseguenza di tale collasso.

- **Le procedure e l'addestramento dell'equipaggio di volo, per la valutazione sull'opportunità di compiere una evacuazione di emergenza, furono deficitarii.**

Le azioni dell'equipaggio furono una comprensibile reazione alla situazione giacché le procedure e l'addestramento forniti dalla compagnia per assumere decisioni riguardo al tipo di azione di emergenza da compiere, erano inadeguate.

La scelta più appropriata in quelle circostanze, sarebbe stata di eseguire una evacuazione immediata, poiché il rischio associato a tale operazione (vale a dire il ferimento dei passeggeri) era inferiore al rischio potenziale associato all'attesa dei soccorsi, senza avere una precisa conoscenza della natura e dell'entità dei danni riportati dall'aeromobile.

- **Le procedure e l'addestramento dell'equipaggio di cabina, per identificare e comunicare informazioni durante un'emergenza, furono deficitarii.**

La perdita dei sistemi d'interfono e di comunicazione ai passeggeri fu un fatto nuovo per l'equipaggio e creò una situazione di elevato stress. Essi non avevano ricevuto uno specifico addestramento per tale tipo d'evenienza e non vi erano procedure al riguardo della compagnia.

L'efficacia delle comunicazioni è un elemento fondamentale per la gestione delle emergenze. Gli equipaggi devono essere dotati di strumenti adeguati ed addestramento, in modo da sapersi adattare a tali situazioni ed assicurare efficaci comunicazioni e coordinamento delle attività.



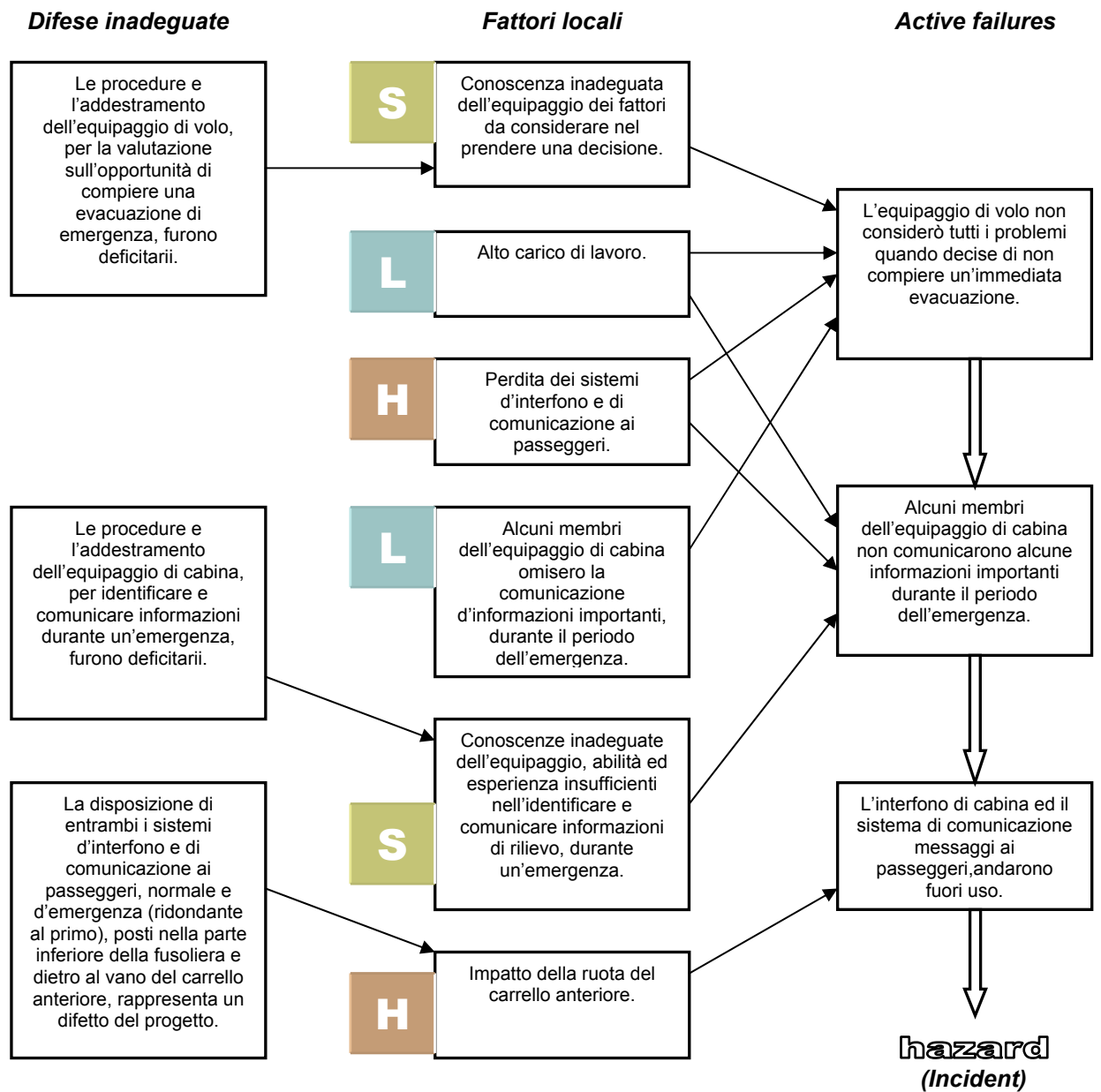


Figura 6. Raccolta delle *active failures*, fattori locali e difese inadeguate, associate con la fase dell'emergenza, successiva all'*overrun* (a fianco dei fattori locali sono stati riportate le lettere che identificano i differenti fattori umani analizzati con il modello SHELL).

FATTORI ORGANIZZATIVI: QANTAS

L'Australian Transport Safety Bureau esaminò i metodi ed i sistemi con i quali, il settore Operazioni Volo della Qantas, affrontava ogni problema organizzativo sistemico e che possono aver consentito le deficienze sopra menzionate; riesaminò dettagliatamente la procedura, introdotta dalla compagnia, che prevedeva la configurazione *flaps 25* e *reverse* motori al minimo, così come le procedure e l'addestramento relativo a piste contaminate dall'acqua. Lo scopo della nuova procedura (*flaps 25/idle reverse*) era di ridurre i costi (spese per l'imposta sul rumore all'aeroporto di Sydney e manutenzione dell'invertitore di spinta motori) senza intaccare i livelli di sicurezza. L'esame rivelò che il procedimento di sviluppo della nuova procedura non fece uso di una pertinente valutazione del rischio e che altre importanti considerazioni furono sottovalutate. Ci furono anche altre significanti deficienze nel modo in cui la compagnia attivò e valutò le nuove procedure.

In totale l'indagine identificò cinque deficienze inerenti ai processi organizzativi (si parla in questo caso di errori "nell'organizzare") del settore Operazioni Volo della Qantas.

- ***I metodi per identificare i pericoli furono essenzialmente reattivi ed informali, piuttosto che pro-attivi e sistematici.***

Istituire dei sistemi di riporto di incidents e di hazards che hanno ridotto la sicurezza e che coinvolgano tutto il personale impiegato a vario titolo, all'interno di una compagnia, è un compito difficile (molte persone sono sempre riluttanti a trasmettere dei reports).

Durante l'indagine dell'ATSB, emerse che non tutti gli inconvenienti operativi avevano ricevuto l'attenzione dell'ASIR (Air Safety Incident Report), dal quale sarebbero potute scaturire azioni di correzione delle difese.

La Qantas non utilizzava le informazioni del QAR (Quick Access Recorder) per monitorare pro-attivamente gli effetti della procedura "flaps 25", e prima dell'incidente, non valutava sistematicamente i dati QAR impiegando metodi formali statistici; se tali attività di verifica fossero state compiute, molto probabilmente avrebbero rilevato l'aumento della frequenza di avvicinamenti ad alta velocità.

Il settore Operazioni Volo possedeva diversi metodi appropriati per identificare deficienze o rischi operativi. Questi criteri avevano garantito, con successo, il mantenimento di alti livelli di sicurezza in molte aree; tuttavia erano prevalentemente reattivi e/o informali. In pratica non vi era un programma sistemico per valutare le operazioni e ricercare attivamente le deficienze ed i rischi. In definitiva, l'organizzazione non era in grado di individuare le difese inadeguate presenti all'interno del proprio sistema, identificate invece durante l'indagine.

- ***I metodi per valutare i rischi associati ai pericoli identificati furono deficitari.***

Il settore Operazioni Volo non aveva un metodo sistematico per valutare l'entità dei rischi nelle sue operazioni. Il criterio di seguire il parere dell'esperto, presente ai vari livelli indipendenti dell'organizzazione, probabilmente aveva consentito di identificare, analizzare e valutare la maggior parte dei problemi associati alle nuove procedure. Le debolezze del metodo di sviluppo della procedura "flaps 25/idle reverse", indicarono chiaramente i limiti dell'affidabilità di un processo informale.

- ***I metodi per gestire lo sviluppo, l'introduzione e la valutazione di modifiche alle operazioni, furono deficitarii.***

Il settore Operazioni Volo non possedeva un sistema appropriato per gestire i cambiamenti organizzativi; tale lacuna generò deficienze nello sviluppo e nell'attuazione della procedura "flaps 25/idle reverse". Queste deficienze organizzative contribuirono alla creazione di difese inadeguate, associate alla nuova procedura.

- ***Il traguardo delle procedure operative e dell'addestramento era oltre modo dipendente dall'abilità di decision-making dell'equipaggio di volo e dell'equipaggio di cabina, e non poneva adeguata enfasi su procedimenti strutturati.***

Lo sviluppo di procedure operative e di programmi addestrativi difettarono di procedimenti strutturati. La mancanza di linee guida per gli equipaggi di volo, di addestramento e verifica dei piloti ed equipaggi di cabina su problemi riguardanti le procedure di emergenza ed operazioni importanti, deriva, almeno in parte, dalla filosofia della compagnia di affidarsi all'esperienza ed all'abilità di decision-making del personale operativo.

- ***La cultura del management era oltre modo dipendente dalle esperienze personali e non poneva adeguata enfasi su procedimenti strutturati, competenze ed esperienze disponibili, addestramento del management, ricerca e sviluppo di metodi per prendere decisioni strategiche.***

La gestione del processo di decision-making, all'interno del settore Operazioni Volo, contava primariamente sull'esperienza ed il giudizio del proprio personale direttivo; non si seguivano metodiche strutturate basate sull'esperienza disponibile all'interno del proprio settore Operazioni Volo, sull'addestramento dei dirigenti ed anche, sull'apprendimento da episodi accaduti in precedenza, anche in organizzazioni diverse, che operano sia all'interno, sia all'esterno dell'industria aeronautica.



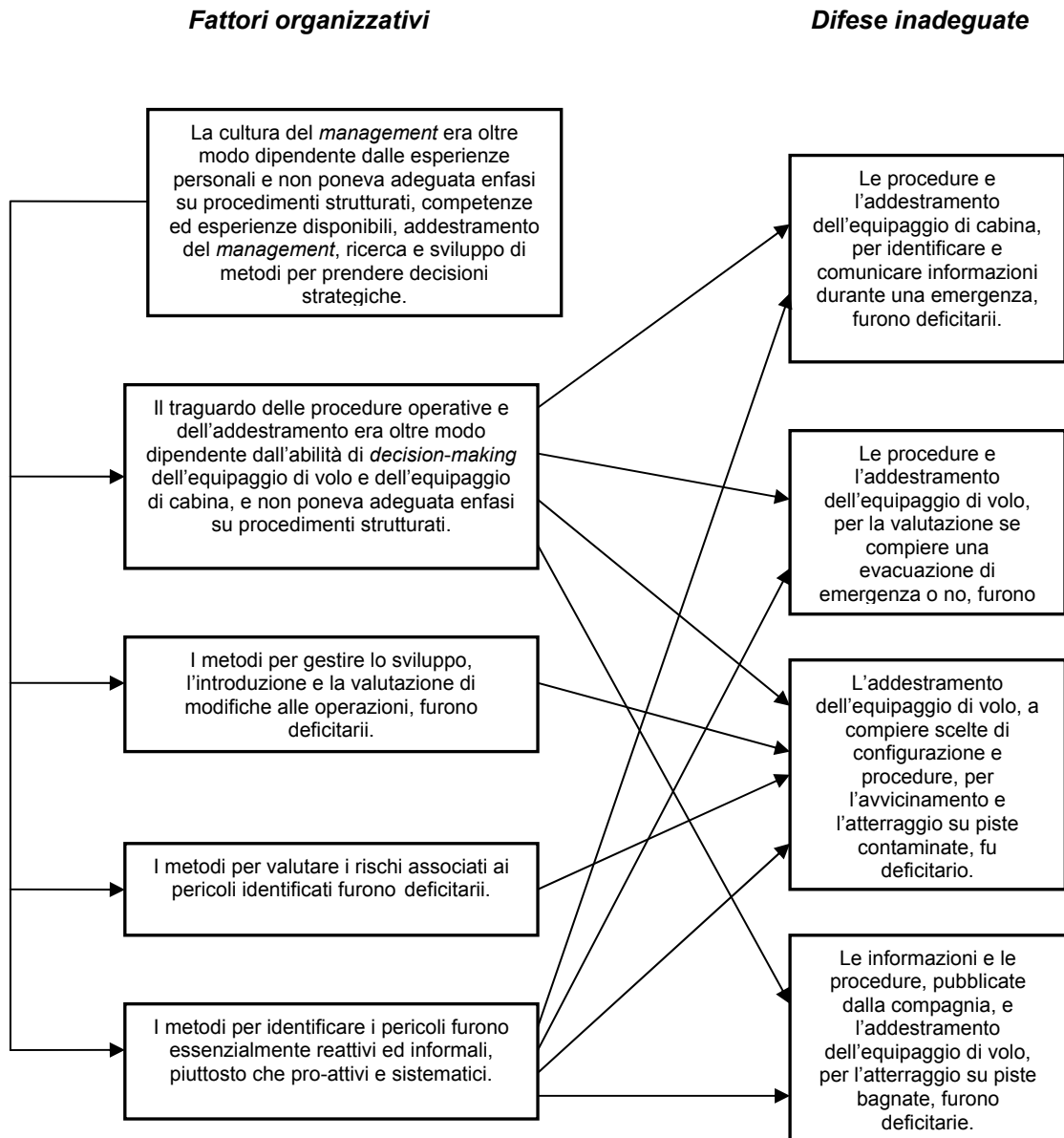


Figura 7. Difese inadeguate e fattori organizzativi (*latent failures*), nelle operazioni volo della Qantas.

FATTORI ORGANIZZATIVI: CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY

In Australia, la *Civil Aviation Safety Authority* (CASA) ha la responsabilità per l'ordinamento ed il controllo della sicurezza dell'aviazione civile. Durante l'indagine dell'ATSB, furono individuate alcune falle latenti rilevanti associate alle operazioni della CASA.

- ***I regolamenti che trattavano le operazioni su piste contaminate erano carenti.***

L'obbligo regolamentare per gli operatori, di fornire le distanze di atterraggio su piste contaminate esisteva, ma non era chiaramente specificato e non era nemmeno capito, sia dagli ispettori della CASA, sia dalle compagnie. La stessa autorità non aveva istruito al riguardo, gli operatori aerei; se queste responsabilità fossero state ben esercitate, è probabile che la Qantas avrebbe fatto uso di procedure più dettagliate, riguardo alle operazioni su piste contaminate.

- ***I regolamenti che trattavano le procedure e l'addestramento alle procedure di emergenza, erano insufficienti.***

I regolamenti per le procedure di emergenza e l'addestramento alle stesse, erano minimali e difettavano di dettagli; requisiti più ampi avrebbero probabilmente ridotto le deficienze nelle procedure ed addestramento della Qantas in questo settore.

- ***La sorveglianza delle operazioni volo della compagnia era scarsa.***

L'ATSB identificò limitazioni importanti sulla validità del programma di auditing per verificare l'adeguatezza delle operazioni della compagnia e per rilevare le sue deficienze organizzative. Nei due anni precedenti l'incidente, la CASA condusse una sorveglianza minima alle operazioni volo della Qantas; è inverosimile che, con i pochi controlli, potessero essere rilevate le lacune identificate durante l'analisi dell'ATSB e che, probabilmente, esistevano da molti anni.

CONCLUSIONI

Con l'evoluzione della tecnologia, il complesso sistema aeronautico è diventato sempre più opaco nel suo funzionamento e quindi maggiormente esposto ad errori ed incidenti.

Questo studio ha evidenziato i fattori e gli eventi cronologicamente vicini all'incidente, favoriti da fattori e comportamenti lontani, nel tempo e nello spazio.

Come nella maggioranza dei casi, l'incidente fu il risultato di una complessa miscela di **active failures**, **inadequate defences** e **organizational factors**, rivelati dall'indagine.

L'analisi di un incidente ha come obiettivo l'individuazione delle cause e delle criticità latenti, definite da James Reason, errori "patogeni residenti"; la loro rimozione consente di aumentare la resilienza del sistema ed evita il ripetersi dell'evento.

È necessaria la crescita di un'efficace cultura della sicurezza, che favorisca l'analisi di incidenti, reali e potenziali, e li consideri come delle importanti opportunità per l'apprendimento. Tale cultura, indispensabile per aumentare la resilienza del sistema aeronautico, prevede come principio culturale, che l'errore è spesso indotto dal sistema, ovvero è favorito da alcune **pre-conditions** dell'ambito di lavoro.

Un'affidabile cultura della sicurezza richiede un forte impegno del *management*, una preoccupazione e un'attenzione costante ai pericoli, procedure flessibili e una loro continua riflessione, attraverso monitoraggio e analisi.

La preoccupazione per gli errori in particolare, accresce le opportunità di apprendimento; quando le organizzazioni hanno successo, i *manager* spesso lo attribuiscono a sé stessi o all'organizzazione e non alla possibile contingenza fortunata di una serie di situazioni. Senza dubbio è questo l'errore in cui è incorso il *management* della Qantas, la compagnia considerata la più sicura al mondo perché non se ne conoscevano errori di alcun tipo.

L'errore a cui ci si riferisce può essere considerato come un fallimento della previsione, caratterizzato dall'incapacità di un'organizzazione di individuare e riconoscere i segnali di pericolo che si manifestano prima dell'incidente: i dati registrati dai QAR dei B747-400, a disposizione del settore Operazioni Volo della compagnia, indicavano un incremento della frequenza di avvicinamenti ad alta velocità.

Per quanto riguarda la condotta dell'equipaggio, occorre evidenziare la necessità dello sviluppo di una maggior sensibilità alle operazioni, ovvero la capacità di costruire una mappa cognitiva degli eventi e di tutti i fattori (*hardware*, *software*, *environment* e *liveware*) presenti nello scenario; ciò è possibile solo attraverso un elevato livello di cultura. Occorre poi mantenere viva la conoscenza della situazione, cercando di immaginare, e quindi prevedere, ipotetiche variazioni dei suddetti elementi, che possono condurre a situazioni pericolose. Occorre, in altre parole, possedere sempre **situational awareness** per poter agire con attenzione e saggezza, riducendo l'incidenza delle sorprese ed i tempi d'inazione.

L'analisi ha evidenziato le ragioni che hanno favorito la condotta dei piloti durante le fasi precedenti l'incidente e durante il periodo d'emergenza, ma esse non possono limitare la responsabilità professionale, in particolare, del comandante; una compagnia non potrà mai produrre un decalogo di comportamenti privo di errore o che comprenda tutte le possibili situazioni. È compito fondamentale del professionista arricchire le sue conoscenze, anche attraverso lo studio di precedenti incidenti.

Ing. Paolo Mariggì

Un ulteriore commento di Aldo C. Pezzopane

Fin dalla lettura del Final Report dell'ATSB su questo incidente [quando ne proponemmo alcuni stralci su questo sito], rilevammo con un certo stupore le sostanziali differenze tra le *Company Procedures* (Standard Operating Procedures, SOPs) di Qantas e quelle che erano in vigore in ALITALIA per le medesime condizioni operative che vennero riscontrate sull'aeroporto di Bangkok durante l'avvicinamento del B747-400 australiano.

Per anni abbiamo operato con il B747-200 (che disponeva di performance leggermente inferiori a quelle della serie 400) sull'aeroporto di Bangkok, spesso interessato da intensi piovoschi nel periodo monsonico e ne conosciamo a fondo l'*environment*.

In ALITALIA le procedure erano molto più conservative, non comportavano penalizzazioni per la regolarità né per l'economia del volo, la conoscenza dei problemi associati a certi fenomeni ambientali era ben diffusa.

Per questo consideriamo piuttosto strano che presso la Qantas non venissero prese in considerazione le massime cautele operative in termini di configurazione d'atterraggio ed uso del reverse, per non parlare della crew coordination e di altre lacune nell'addestramento quali la non conoscenza dei problemi associati all'atterraggio su piste contaminate (flooded, standing water) per i quali esistevano vaghi riferimenti sul Manuale di Impiego dell'Aeromobile (Airplane Operation Manual).

Inquietante il riferimento del Final Report al fatto che certi argomenti erano trattati in modo esauriente nei corsi di addestramento negli anni 1960 e 1970. E nell'ultimo quarto di secolo?

Ed è interessante considerare i risultati di quanto riferirono all'ATSB i piloti della Qantas aventi varie funzioni all'interno della compagnia; ogni pilota in attività può porre a se stesso le questioni che hanno fatto dare quelle risposte, domande applicabili anche se si opera su macchine diverse.

Riportiamo di seguito ulteriori stralci del Final Report a conferma di quanto detto e a beneficio dei piloti che attualmente sono in servizio con quanto resta della Compagnia di Bandiera, per permettere loro di valutare quanto sia rimasto di alcuni concetti fondamentali nel patrimonio di conoscenza della categoria e per capire se ancora potrebbero dire «**Always Late In Takeoff Always Late In Arrival, but flying safely anyway**».

1.6 Company B747-400 operations: landing on contaminated runways

An overview of Qantas Flight Operations Branch is provided in attachment G.

This attachment also provides information on the company's procedures and training.

1.6.1 Procedures

No definitions for 'wet', 'icy', 'slippery', 'water patches', 'flooded' or 'contaminated' runways were provided in the *Qantas B747-438 Performance Limitations Manual*, or any other Qantas publication which formed part of the company operations manual.

No information was provided in the *Performance Limitations Manual* or other parts of the company operations manual to calculate landing distances for conditions worse than 'wet'.

The Boeing Slippery Runway Landing Distance information (see table 3) was not included in Qantas publications.

The *Qantas B747-438 Operations Manual* included a Supplementary Procedures section titled 'Adverse Weather' that contained subsections titled 'Hot Weather Operations' and 'Cold Weather Operations'.

The 'Hot Weather Operations' subsection contained no information regarding runway surface conditions and relevant approach and landing procedures. However, the 'Cold Weather Operations' subsection contained a unit titled 'Landing on Wet, Icy or Slippery Runways'.

This section provided detailed guidance for landing on water-affected runways, including the following (page 02.05.11):

- Do not float or allow drift to build up during the flare.
- Get the wheels on the runway at approximately 1,000 feet from the approach end of the runway. The airplane should be flown firmly onto the runway at aiming point even if the speed is excessive.
- If a touchdown far down the runway is likely, consider a go-around.
- Immediately lower the nose gear onto the runway and hold light forward control column pressure.
- When reverse interlocks release, apply maximum symmetrical reversing.

Boeing originally provided these procedures to operators in 1975 in response to a FAA Bulletin. Boeing placed these procedures separately from the sections on Cold Weather Operations and Hot Weather Operations.

Boeing later limited the amount of general airmanship information provided in their aircraft operations manuals and Flight Crew Training Manual for two-crew aircraft. As a result, these procedures were never issued as part of the *Boeing 747-400 Operations Manual*.

However, Qantas had included the information in the 'Cold Weather Operations' section of the *Qantas B747-438 Operations Manual* when Qantas first introduced the aircraft into its fleet in 1989.

It became evident during the investigation that many Qantas pilots (including the crew of Qantas One) viewed this section of the *Qantas B747-438 Operations Manual* as relevant only to cold weather operations, such as those encountered in winter in Europe or Japan, or when strong crosswind conditions existed.

They did not associate the information with water-affected runways at locations in warmer climatic areas.

1.6.2 Training

Qantas advised that all company pilots received comprehensive training regarding the effects of thunderstorms. This included such issues as windshear and emphasised the avoidance of conditions conducive to windshear and microburst activity, and the precautions and recovery techniques relevant in such conditions.

The hazards associated with landing and taking off in thunderstorms were discussed in promotional and command training. However, check-and-training personnel reported that contaminated runway issues had not been covered during crew endorsement, promotional or recurrent training in recent years.

Some Qantas personnel reported that these issues had been covered extensively in ground training in the 1960s and 1970s.

A review of the recurrent and endorsement simulator session outlines from the end of 1996 until the date of the accident revealed that none of the formal handling exercises or discussion items involved landing on 'contaminated' (or 'icy', 'flooded' or 'slippery') runways.

Check-and-training personnel reported that they could not recall such training being provided in the simulator in recent years. They noted that the simulator did not simulate heavy rain and slippery runway conditions with a high level of fidelity. However, they indicated that training in contaminated runway operations could be effectively covered as discussion items.

A Boeing educational document for flight crew titled *Landing on Slippery Runways* (see sections 1.4.4. and 1.4.5) was distributed to all Qantas pilots in May 1977. However, this document had not been reissued, and company pilots interviewed during the investigation were unaware of its existence. General information on aquaplaning and contaminated runway operations was provided to pilots from time to time in newsletters, industry journals and other forums.

Some company management pilots believed that line pilots should have possessed adequate knowledge and understanding of water-affected runway operations, simply on the grounds that they were professional pilots and, as such, should take some personal responsibility for maintaining their knowledge and expertise.

The following information and comments were obtained from interviews with a sample of

Qantas management, check-and-training, and line pilots:

- Many pilots believed the term 'contaminated' was associated with snow, ice or water to a depth of 13 mm, and generally associated this with cold weather operations in locations such as Europe and Japan. They expressed surprise that the figure was only 3 mm.

- Most pilots were not aware of the Boeing Slippery Runway Landing Distance advisory information (see table 3) prior to the accident. Many were surprised (when they examined this information) of the significance of reverse thrust for water-affected runway operations.
 - Pilots were familiar with the term 'aquaplaning', but most were not aware of, or could not recall, many details concerning the phenomenon. For example, most were not aware of the dynamic aquaplaning speed for the B747-400 and its implications on aircraft braking.
 - Some check-and-training pilots commented that many line pilots believed that reverse thrust was of limited use on the B747-400 due to the effectiveness of the auto-brakes, and the fact that the auto-brakes provided a rate of deceleration (irrespective of reverse thrust input) rather than a specified braking force. They were not fully aware of the relationship between braking effectiveness and runway conditions.
 - Some pilots commented that Qantas B747-400 aircraft generally operated in good weather and to aerodromes with long and good quality runways. Crews rarely operated to limiting runways. Pilots rarely experienced, or heard about others experiencing, significant reductions in braking effectiveness due to the presence of water on runways.
- The B747-400 pilot survey conducted during the investigation (see attachment K) revealed that many pilots 'strongly disagreed' (61%) or 'disagreed' (30%) with the statement that their training had included adequate exposure to landing on contaminated runways.

Infine, prendendo spunto dalle parole di Kym Bills dell'ATSB, si può dire che Qantas ha avuto una sonora sveglia da questo incidente (*fortunately*) senza vittime ed ha avuto la fortuna supplementare di essere sottoposta ad un'indagine avente valore di *safety oversight* traendone vantaggio nell'attuare puntualmente gli interventi correttivi raccomandati.

Altri episodi nei quali non si sono avute vittime ma nei quali sono letteralmente andati persi gli aeromobili, sono avvenuti molto più vicini a noi e non sembra che abbiano avuto lo stesso valore di «*lesson learned*».

ATSB Executive Director Kym Bills said: "The Qantas Bangkok runway overrun was a serious accident that fortunately did not result in fatalities and serious injuries. It was a wake-up call to Qantas who may have been lulled into a false sense of security by their very good safety record. Qantas provided excellent cooperation throughout the investigation and ATSB is pleased that Qantas has actively responded to the deficiencies found during our investigation."

In ogni caso nessuno sfugge alla pena dell'acronimo:
QUANTAS = **Q**uite **A** Nice **T**rip, **A**ny **S**urvivors?