

# Aeronautica Militare

n° 361 gennaio/febbraio 2024

# Sicurezza del **Volo**

Non dare la colpa alla goccia che ha fatto traboccare il vaso. C'era un mare là dentro che hai fatto finta di non notare.

Francesco Sole



**SPAZIO**  
E SICURVOLO

**KAIZEN**  
SE LO CONOSCI  
NON LO EVITI

COS'È LO  
**SPOF?**



**B737**  
ANATOMIA  
SPOF

CONCEPTS

MISHAPS

EDUCATION  
AND TRAINING

OTHERS

## Sicurezza del Volo

N° 361 gennaio/febbraio 2024 - Anno LXXII

Proprietario ed Editore



Periodico Bimestrale fondato nel 1952 realizzato da:

Aeronautica Militare  
Istituto Superiore per la Sicurezza del Volo  
Viale dell'Università, 4  
00185 Roma

**Direttore Editoriale**

Gen. B.A. Roberto Di Marco

**Direttore Responsabile**

Col. Gianvito Gerardi

**Redazione**

**Capo Redattore**

Ten. Col. Massimo Paradisi

**Grafica e Impaginazione**

Primo Lgt. Alessandro Cuccaro  
M.llo 2<sup>a</sup> Cl. Stefano Braccini  
Assist. Amm. Anna Emilia Falcone

**Revisore**

Primo Lgt. Alessandro Cuccaro

**Contatti**

Tel. 06 4986 7967 - 6648 - 6659 - 7971  
Fax 06 4986 6857  
email: rivistasv@aeronautica.difesa.it

**Tiratura**

n. 5.000 copie

**Registrazione**

Tribunale di Roma n. 180 del 27/03/1991

**Stampa**

STAMPA SUD S.r.l.  
Contrada Rotoli, snc - Lamezia Terme (CZ)  
Tel. 0968/24195

**Chiusa al**

29/02/2024

Foto:  
Troupe Azzurra  
Redazione Rivista SV

In copertina:  
Velivoli AB-212 e AMX, Phase-Out  
rispettivamente a febbraio e aprile 2024



# Editoriale

Gen. D.A. (in congedo) Luca Valeriani

È con emozione che torno a scrivere su queste pagine, dopo esserne stato direttore editoriale dal 2007 al 2012.

Non ho però mai smesso di leggere la Rivista, osservandone mese dopo mese la crescita in termini di professionalità e innovazione: una testimone e propagatrice del continuo aggiornamento e rinnovamento nel campo della Sicurezza Volo che ha contraddistinto l'Aeronautica Militare, le Forze Armate sorelle e i Corpi dello Stato che operano il mondo degli aeromobili di Stato.

Leggendo con interesse gli articoli qui contenuti appaiono evidenti sia gli spunti di riflessione, sia le possibili azioni propositive nel campo della Prevenzione che chiunque si avvalga del mezzo aereo, a qualunque titolo, può trarre da questa pubblicazione.

Appena ho avuto l'onore di assumere la carica di Presidente dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo, non ho potuto che fare riferimento a quanto fatto, visto e, soprattutto, appreso lavorando nel campo della Sicurezza Volo in Aeronautica Militare, alla quale mi rivolgo con affetto e profonda gratitudine. Mi sono altresì reso conto che i concetti e i riferimenti culturali nel campo SV sono condivisi e applicabili al mondo dell'aviazione civile, vuoi commerciale e professionale che da diporto e sportiva.

Concetti, procedure e approcci culturali maturati nel mondo della Sicurezza Volo, frutto di esperienze e di studi che hanno coinvolto le più varie discipline del sapere, dall'ingegneria alla sociologia, dal diritto alla filosofia, per arrivare fino alle neuroscienze, hanno prodotto risultati eccellenti, tanto che il trasporto aereo è statisticamente il mezzo più sicuro per movimentare persone e merci. Nonostante ciò, siamo consapevoli che ci sono aree nelle quali si può fare ancora molto per raggiungere livelli di sicurezza adeguati ai tempi e alle conoscenze maturate.

Ritengo che la causa principale delle criticità che ancora riguardano il mondo dell'aviazione in campo civile, in modo specifico nel settore turistico-sportivo, sia la carente o superficiale conoscenza del contesto ambientale in cui il volo si svolge: in altre parole, si riscontra la mancata o inefficace valutazione del rischio (*Risk Assessment*) in relazione al tipo di aeromobile, al contesto ambientale o al tipo di volo che si voglia eseguire. E qui entra in ballo la conoscenza che, a sua volta, crea un abito mentale a cui attenersi se si vuole operare in sicurezza. La conoscenza, la cultura e la maturità di pensiero tratte dagli insegnamenti e dalle esperienze sono oggi alla portata di tutti, basta avere la volontà di acquisirle.

Ecco quindi che questa Rivista ricopre uno spazio importante, costituendo uno dei veicoli per migliorare la propria cultura sul tema, creare stimoli e favorire desideri di approfondimento in chiunque voglia o debba librarsi in volo.

È per questo che, con profonda convinzione, ringrazio chi si fa carico di dare vita a questa pubblicazione, la più "antica" a occuparsi di una materia così delicata senza interruzioni temporali, che, vi assicuro, continuerò a leggere con estremo interesse.

Buon lavoro quindi alla Redazione e ai numerosi collaboratori della Rivista "Sicurezza del Volo", e...AD MAIORA!



<p><b>1</b> Editoriale <i>Editor's note</i></p>	<p>Gen. D.A. (in congedo) Luca Valeriani</p>	<p><b>24</b> Anatomia Incidente di Volo BOEING 737 MAX <i>BOEING 737 MAX Air Accident Anatomy</i></p> <p>L'articolo tratta dei due incidenti di volo occorso al Boeing 737 MAX dovuti principalmente al malfunzionamento del MCAS. Gli eventi ebbero particolare risonanza mediatica per la loro gravità, che portò peraltro alla messa a terra dell'intera flotta.</p> <p><i>The article discusses the two flight accidents that occurred to the Boeing 737 MAX mainly due to MCAS malfunction. The events had particular media resonance because of their severity, which moreover led to the grounding of the entire fleet.</i></p>	<p>Col. (r) Fausto Schneider</p>
<p><b>4</b> Sicurezza del Volo e Spaziale <i>Flight Safety and Space Safety</i></p> <p>La salvaguardia delle persone, dei veicoli e delle infrastrutture in un ambiente ad alto rischio, come quello del volo, sia esso terrestre o spaziale, è un tema vitale e in continua evoluzione. Dal controllo del traffico aereo all'integrazione dei droni, dalla gestione dei voli spaziali umani alla prevenzione delle collisioni nello spazio, l'attenzione alla sicurezza è cruciale per garantire operazioni aeree e spaziali efficienti e prive di incidenti.</p> <p><i>The safeguarding of people, vehicles, and infrastructure in a high-risk environment, such as aviation, whether it be on land or in space, is a vital and constantly evolving topic. From air traffic control to drone integration, from managing human space flights to preventing collisions in space, attention to safety is crucial to ensure efficient and incident-free air and space operations.</i></p>	<p>Ten. Col. Ugo Marturano Ten. Claudia Liuzzi</p>	<p><b>32</b> Risk Fighting <i>Risk Fighting</i></p> <p>In queste due pagine vengono riportati brevi episodi relativi a inconvenienti o incidenti di volo per far riflettere il personale su errori che vanno evitati.</p> <p><i>In this two-pager, brief episodes relating to incidents or flight accidents are reported to make personnel think on errors that must be avoided.</i></p>	<p>2° Ufficio Investigazione</p>
<p><b>14</b> Il single point of failure nella manutenzione <i>The single point of failure in maintenance</i></p> <p>Un singolo componente che risulti vitale per il funzionamento di altri "componenti" di un sistema, costituisce un elemento di massima criticità che viene denominato <i>single point of failure</i> (SPOF), perché un malfunzionamento dello stesso pregiudica l'integrità e l'operatività dell'intero sistema.</p> <p><i>A single component that is vital for the operation of other components in a system represents a highly critical element known as a single point of failure (SPOF), as a malfunction of this component compromises the integrity and functionality of the entire system.</i></p>	<p>Col. (r) Fausto Schneider</p>	<p><b>34</b> Inconvenienti di Volo - Segnalazioni Sicurezza Volo <i>Air and Ground Incidents</i></p> <p>Questa è la consueta rubrica nella quale vengono succintamente descritti inconvenienti di volo o avvenuti a terra e, da essi, tratte delle raccomandazioni utili per evitare che simili eventi accadano di nuovo.</p> <p><i>This is the usual column in which air and ground incidents are briefly described and recommendations are drawn from them to prevent similar events from happening again.</i></p>	<p>2° Ufficio Investigazione</p>
<p><b>20</b> Kaizen: la chiave del successo? <i>Kaizen: the key to success?</i></p> <p>L'applicazione del miglioramento continuo nel settore operativo aeronautico è un'ottima prospettiva per rafforzare anche la sicurezza del volo, perché permette di ridurre gli sprechi, abbattere i costi operativi e garantire una gestione del rischio accurata. Nell'articolo vedremo gli elementi essenziali di questa filosofia organizzativa e quali benefici possono essere rapidamente conseguiti.</p> <p><i>The application of continuous improvement in the aeronautical operational field is an excellent perspective to enhance flight safety as well. It allows for waste reduction, operational cost reduction, and ensures accurate risk management. In this article, we will explore the essential elements of this organizational philosophy and the benefits that can be quickly achieved.</i></p>	<p>Ten. Col. Massimo Paradisi</p>	<p><b>38</b> News dalla Redazione <i>News from the Editorial Staff</i></p> <p>Riportiamo alcune news più significative che riguardano il mondo della sicurezza del volo e il lavoro dell'ISV e ISSV.</p> <p><i>We report some of the most significant news concerning the flight safety world and the ISV and ISSV work.</i></p>	<p>Redazione Rivista SV</p>
		<p><b>Allegato</b> Pieghivole SV / <i>Flight Safety Folding</i></p> <p>In questa uscita, in allegato, troverete un poster che pone l'attenzione su come l'implementazione del FSMS debba essere effettuata in maniera sistematica.</p> <p><i>Attached to this issue, you will find a poster pointing out that the implementation of FSMS shall be carried out in a systematic way.</i></p>	<p>1° Lgt. Alessandro Cuccaro</p>



# Flight Safety e Space Safety

del Ten. Col. Ugo Marturano - Ten. Claudia Liuzzi

La salvaguardia delle persone, dei veicoli e delle infrastrutture in un ambiente ad alto rischio, come quello del volo, sia esso terrestre o spaziale, è un tema vitale e in continua evoluzione.

Dal controllo del traffico aereo all'integrazione dei droni, dalla gestione dei voli spaziali umani alla prevenzione delle collisioni nello spazio, l'attenzione alla sicurezza è cruciale per garantire operazioni aeree e spaziali efficienti e prive di incidenti.

## DESCRIZIONE DEGLI STRATI DELL'ATMOSFERA TERRESTRE

L'atmosfera terrestre è l'involucro di gas che riveste il pianeta Terra, trattenuto sia dalla forza di gravità che dal campo magnetico. È suddivisa in cinque strati principali, chiamati sfere, definite in base all'inversione del suo gradiente termico verticale:

**Troposfera:** è lo strato più vicino alla Terra, con uno spessore variabile da circa 8 km ai poli a 20 km all'equatore. Gli aerei di linea volano normalmente appena sopra questa zona, a una quota di 12.000m, per evitare le perturbazioni.

**Stratosfera:** tra 20 e 50 km, in questa zona i gas cominciano a stratificarsi secondo il proprio peso. La temperatura arriva ai -50°C, ma grazie alla formazione dell'ozono, si ha un aumento della temperatura.

**Mesosfera:** si estende da circa 50 a 80 km di quota ed è costituita da gas leggeri. Le temperature più fredde nell'atmosfera terrestre, circa -90°C, si trovano vicino alla cima di questo strato.

**Termosfera:** si estende da 80 a 600 km dal suolo. È importante perché riflette le onde elettromagnetiche, consentendo la comunicazione tra luoghi molto lontani della Terra che altrimenti non potrebbero raggiungersi a causa della curvatura della superficie terrestre.

**Esosfera:** è l'ultimo strato dell'atmosfera, al di là del quale c'è lo spazio interplanetario. Ha uno spessore di circa 10.000 chilometri ed è quasi larga quanto la Terra stessa.

L'Aeronautica Militare sta proiettando il proprio sguardo verso il futuro delle operazioni nell'intero dominio aerospaziale, ampliando le proprie competenze oltre la bassa atmosfera. Questa prospettiva riflette un impegno crescente nell'ambito delle operazioni spaziali, che richiedono una vasta gamma di competenze.

Tale evoluzione, in grado di connettere cielo e spazio extra-atmosferico, porta a dover riconsiderare numerosi aspetti tra cui la *Safety*.

D'altronde, nella NATO lo Spazio è ormai riconosciuto come un *warfighting domain*, aggiungendosi a quello

terrestre, marittimo, aereo e al più recente cyberspazio. Fino a oggi, infatti, il concetto di *Safety* utilizzato in Forza Armata è sempre stato incentrato esclusivamente sulla *Flight Safety*, espressione anglosassone con cui si intende "lo stato in cui i rischi associati con le attività aviatorie, legate, o in supporto diretto, all'attività di volo, vengono ridotti e controllati a un livello considerato accettabile". La Sicurezza del Volo, così intesa, coinvolge solo le attività aviatorie senza consentire alcun tipo di interpretazione estensiva che includa le attività spaziali.

<sup>1</sup> DOC ICAO 9859 "Safety Management Manual".

Da un punto di vista puramente concettuale, quindi, si può sostenere che sia necessaria un'evoluzione del concetto di *Safety* adottato dalla Forza Armata. Infatti, così come l'Aeronautica Militare sta estendendo il proprio ambiente operativo, allo stesso modo anche la *Safety* dovrebbe essere coinvolta da questo processo, accostando al concetto di *Flight Safety* quello di *Space Safety*.

Il presente articolo si propone di analizzare se e in quale misura tale evoluzione del concetto di *Safety* influenzi il *Flight Safety Management System* (FSMS) adottato dall'Arma Azzurra.

## IL FUTURO FLIGHT AND SPACE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

Punto di partenza di questa analisi è chiedersi quale sia l'obiettivo di un *Safety Management System* (SMS).

Sia per il settore aeronautico sia per quello spaziale, il *Safety Management* consiste nel cercare di raggiungere la missione e gli obiettivi con il maggiore grado di sicurezza compatibile con la contingenza.

Si deve quindi partire dal presupposto per cui in entrambi i settori non sia possibile una completa eliminazione del rischio, ma si possa puntare su una sua riduzione entro livelli accettabili.

Per raggiungere questo obiettivo l'Aeronautica Militare ha sviluppato il proprio FSMS che si propone come "processo sistematico, globale e documentato per gestire i rischi per la sicurezza". Analizzando tale espressione si può dire che queste tre caratteristiche siano fondamentali per la gestione della *Safety* in qualsiasi tipo di sistema complesso, risultando quindi adatte sia per il mondo aeronautico sia per quello spaziale.

A maggior ragione per quest'ultimo dominio, infatti, non è pensabile porre in essere delle attività che non siano state adeguatamente preparate, pianificate e documentate. Allo stesso modo, è assolutamente necessario avere un approccio globale, che tenga in considerazione le criticità esterne all'organizzazione e le specificità dell'ambiente in cui si opera.

L'FSMS viene spesso raffigurato come un tempio che si fonda sulla *Safety Culture* ed è sorretto da quattro pilastri: *Safety Policy and Objectives*, *Safety Risk Management*, *Safety Assurance* e *Safety Promotion*.

Tale struttura rispecchia quella ormai consolidata a livello internazionale per identificare le parti di un sistema di gestione della sicurezza e risulta perfettamente adattabile al contesto della *Space Safety*.

A tal riguardo, si può sottolineare come numerose associazioni, operanti al livello internazionale nell'ambito della *Space Safety*, tra cui l'*International Association for the Advancement of Space Safety* (IAASS) e la *Space Safety Coalition* (SSC), propongano di utilizzare questo stesso modello per la gestione della sicurezza nel settore spaziale. Inoltre, in maniera del tutto simile, anche esse ritengono di estrema importanza condurre operazioni in un ambiente considerabile sicuro e che il vero fattore abilitante sia la *Safety Culture*, intesa come consapevolezza diffusa all'interno dell'organizzazione.

Si parla di spazio extra-atmosferico quando ci si trova a una distanza dalla superficie terrestre di circa 70-120km. La definizione precisa del punto in cui inizia lo spazio extra-atmosferico è soggetta a diverse interpretazioni e convenzioni. Secondo alcuni lo spazio esterno inizia dopo la linea di Karman, a una quota approssimativa di 100 km (62 miglia) sopra il livello del mare. Per altri si è nello spazio già alla quota di 80 km. In realtà non esiste una demarcazione netta e la transizione è graduale, considerato anche che l'atmosfera terrestre in realtà ha un raggio di circa il doppio del globo, anche se le caratteristiche del fluido a quella distanza sono molto più simili a quelle dello spazio profondo che alla bassa atmosfera nella quale solitamente viviamo e operiamo.

In più, il modello proposto dall'Aeronautica Militare possiede un ulteriore punto di forza rappresentato dall'*accident investigation*.

Si tratta della possibilità di compiere investigazioni sugli incidenti al solo fine di comprendere nel profondo la dinamica dell'incidente e i fattori che lo hanno causato. Queste investigazioni non hanno quindi come obiettivo l'attribuzione di responsabilità o l'accertamento di danni ma sono funzionali esclusivamente al miglioramento del SMS.

Quest'ultimo aspetto potrebbe rappresentare un punto di forza anche e soprattutto per il settore spaziale. Non a caso la legge spaziale inglese, entrata in vigore nel 2018 e nota come *Space Industry Act* (SIA), nel capo dedicato alla *Safety* prevede l'*investigation of accidents*. Ciò sottolinea come nel momento in cui si verifica un qualsiasi incidente l'obiettivo primario debba essere quello di comprenderne fino in fondo le cause, per evitare che lo stesso errore possa essere ripetuto in futuro. L'investigazione sugli incidenti appare ancora più importante quindi nel settore spaziale, dove il numero di attività risulta decisamente più ridotto, ma dove le conseguenze di un incidente sono solitamente catastrofiche e irreparabili. Per questo, si ritiene che il modello di gestione proposto dall'Aeronautica Militare consenta di massimizzare le *lesson learned* conseguenti al verificarsi di un incidente.

Quindi, vista l'importanza che assume l'investigazione per questo comparto e considerata la regolamentazione di Forza Armata, si ritiene che tale strumento debba poter essere attivato in qualsiasi ipotesi di incidente derivante da un'operazione spaziale, indipendentemente dal tipo di danno causato.

L'avvento dei voli spaziali commerciali e l'aumento del numero di satelliti in orbita terrestre pongono inoltre nuove sfide: le procedure e le competenze investigative sviluppate per l'aviazione tradizionale non sono sempre applicabili all'ambiente spaziale, dove l'accesso al "corpo del delitto" - un satellite danneggiato o un detrito spaziale - può essere impossibile o estremamente complesso.

Le difficoltà investigative nello spazio sono difatti molteplici:

- la microgravità, che rende impossibile l'impiego di tecniche investigative consolidate, come l'esame del luogo e la raccolta di prove fisiche;
- l'ambiente ostile che caratterizza lo spazio, con temperature estreme, radiazioni e micrometeoriti che



possono danneggiare le prove o ostacolare le operazioni di recupero;

- l'accesso limitato, cioè il fatto che raggiungere un satellite in orbita richiede tecnologie avanzate e costose, con tempi di intervento lunghi.

Per superare queste sfide, è necessario sviluppare nuove tecnologie e competenze investigative specifiche per l'ambiente spaziale. Tra queste si possono annoverare:

- tecnologie di analisi remota: l'uso di telecamere ad alta risoluzione, radar e sensori può consentire di esaminare un satellite danneggiato a distanza;
- simulazioni e modelli computazionali: possono essere utilizzati per ricostruire l'incidente e identificare le cause;
- intelligenza artificiale: l'analisi di grandi volumi di dati satellitari può aiutare a identificare anomalie e prevedere potenziali rischi.

Oltre alla sicurezza del volo umano, è fondamentale considerare anche la sicurezza degli assetti spaziali. Un satellite difettoso può infatti diventare un pericolo per altri velivoli spaziali e per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS). È quindi necessario sviluppare procedure per garantire la sicurezza degli assetti spaziali e prevenire incidenti.

Dopo tale *excursus*, è possibile giungere a una prima conclusione: non solo il modello di SMS adottato dalla Forza Armata per la *Flight Safety* è compatibile con la gestione della sicurezza nel settore spaziale, ma potrebbe essere considerato addirittura un modello ideale per la gestione di questo tipo di operazioni.

Allo stesso tempo, però, si deve precisare che esso richiede indispensabili adattamenti per poter essere utilizzato come *Space Safety Management System* (SSMS).

Sulla base di tali premesse, si procederà ora a esaminare singolarmente quali siano gli aspetti che potrebbero rappresentare delle criticità e che meriterebbero di essere adattati al nuovo ambiente operativo.

## SAFETY POLICY AND OBJECTIVES

Fino a qualche anno fa, nel settore spaziale era diffuso il principio per cui l'individuazione di regole o standard potesse avvenire solo dopo l'acquisizione di sufficiente esperienza. Questo principio ha portato il legislatore americano a inserire nel *Commercial Space Launch and Amendment Act of 2004* (CSLAA) una clausola nota come *moratorium*, che impediva di regolamentare gli aspetti di *Safety*. Questo principio derivava dall'idea per cui imporre dei vincoli in un settore così poco conosciuto potesse diventare un freno per l'innovazione e l'evoluzione tecnologica.

Con il passare del tempo, tuttavia, incidenti come quello dello *Space Shuttle Challenger* nel 1986 o quello del *Columbia* nel 2003 hanno confermato, da un lato, la necessità di guardare in maniera più critica questo tipo

di attività, dall'altro, l'esigenza di sviluppare una maggiore consapevolezza della *Safety*.

Nonostante ciò, l'evoluzione verso un maggiore livello di *Safety* delle operazioni spaziali, definito dalla presenza di norme giuridicamente vincolanti per tutti gli operatori, stenta a prendere piede negli Stati Uniti.

A prevalere è infatti un modello che ancora si fonda sull'adozione volontaria di standard di *Safety* diffusi al livello internazionale, da parte dei singoli operatori. Tale recepimento, inoltre, spesso non avviene con l'obiettivo di garantire la sicurezza, ma piuttosto per evitare che gli effetti degli incidenti possano comportare perdite economiche e screditare l'intero settore spaziale di fronte all'opinione pubblica.

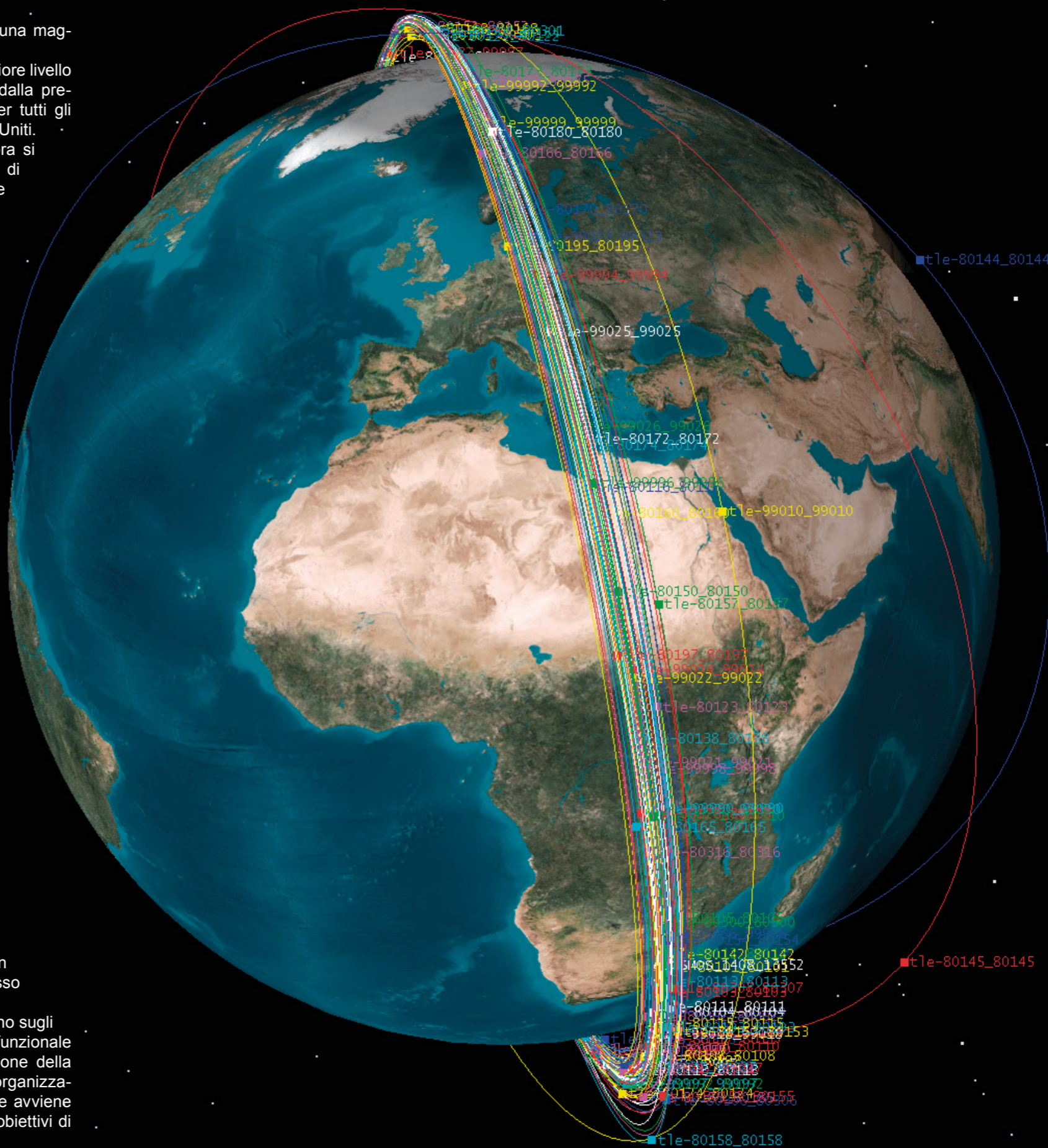
Riassumendo, si potrebbe dire che il motivo per cui le imprese americane non accettano la transizione derivi dalla preoccupazione di veder limitata e ostacolata la propria attività.

Tale considerazione potrebbe essere considerata corretta se associata a un regime regolamentare di natura prescrittiva, ma appare sicuramente desueta se il quadro giuridico sviluppato sia una *performance-based regulation*.

Si consideri che con norme prescrittive si intendono quelle che nel definire protocolli e procedure di sicurezza si preoccupano di specificare ogni singolo aspetto; al contrario le norme *performance-based* individuano semplicemente l'obiettivo finale, inteso quale livello minimo di sicurezza da raggiungere, senza specificare nel concreto come raggiungerlo.

È evidente che un regime regolamentare definito da obiettivi di sicurezza sia maggiormente tollerabile per gli operatori spaziali poiché, oltre a rendere chiaro il livello di *Safety* necessario per poter compiere tali attività, assicura alle imprese un amplissimo spazio di manovra per stare al passo con la costante evoluzione tecnologica.

Il dibattito venutosi ad alimentare oltreoceano sugli aspetti di *Safety* può pertanto considerarsi funzionale per comprendere che tipo di regolamentazione della *Space Safety* sia auspicabile all'interno di un'organizzazione come l'Aeronautica Militare. Così come avviene negli Stati Uniti, la definizione di *Policy* e di obiettivi di





sicurezza troppo dettagliati in fase strategica potrebbe impattare negativamente sulla fase tattica, impedendo l'utilizzo di strumenti o procedure che potrebbero essere più efficaci, ma non utilizzabili poiché non consentiti.

Si tratta di un tema molto caro alle Forze Armate e già applicato nella realtà delle operazioni militari, dove si passa gradualmente attraverso le tre fasi, strategica, operativa e tattica, definendo un quadro di azioni che va dall'idea / obiettivo (fase strategica) alla attività concreta da realizzare sul campo (fase tattica).

Secondo questo approccio, quindi, nel passare dalla visione all'azione si deve man mano aumentare il grado di dettaglio, lasciando che la visione sia quanto più ampia possibile.

Questo principio assume sfumature peculiari per il settore spaziale in cui l'evoluzione tecnologica e la definizione di nuove procedure avviene a un ritmo sempre più incalzante.

Pensare, quindi, di cristallizzare la *Safety* al livello di *Policy and Objectives* rappresenta una limitazione, o comunque una misura poco efficiente, se si vogliono sfruttare al massimo le potenzialità di questo settore.

È altamente probabile, infatti, che nel momento in cui sarà scritta la procedura di sicurezza o sarà regolato l'utilizzo di uno specifico strumento di *Safety*, nel frattempo lo sviluppo tecnologico sia stato tale da rendere ciò che è stato implementato ormai desueto.

Ciò che, invece, si ritiene fondamentale, è la definizione, all'interno della *Policy* della Forza Armata, di obiettivi generici di sicurezza, il cui rispetto sia considerato necessario e sufficiente per condurre l'operazione spaziale con un livello minimo di *Safety*.

Ciò non toglie che i livelli di azione più bassi debbano sempre tendere a definire le modalità migliori per consentire il raggiungimento degli obiettivi individuati, in considerazione degli strumenti e delle conoscenze a

disposizione in quel preciso momento storico.

Il concetto di raggiungimento del *Safety Objective*, quindi, si sostituisce al precedente obbligo di rispettare norme o standard prescrittivi. Questo cambio di paradigma, tuttavia, richiede l'intervento di un gruppo di esperti che valutino il raggiungimento dell'*Objective*: i *Safety Review Panel*. La figura dell'esperto, quindi, diventa centrale non occupandosi più di definire in dettaglio le procedure e gli strumenti da utilizzare a monte, ma di valutare le implementazioni fatte a valle, dando o meno il nulla osta per l'effettivo svolgimento di una attività così rischiosa.

Si evidenzia, quindi, come l'introduzione nel modello di Forza Armata di una *Safety* spaziale comporti un'evoluzione sempre maggiore verso un modello *performance-based*, che si può considerare anche *objective-oriented*.

Ciò non significa che debba venir meno l'idea del rispetto delle linee di *Safety* fornite dai livelli sovraordinati, ma che semplicemente tale forma di *compliance* sia agevolata dalla genericità degli obiettivi da questi individuati.

## SAFETY RISK MANAGEMENT

Affinché tale transizione possa avere luogo è fondamentale che il *Safety Objective* diventi il cardine dell'intero sistema.

Anche sotto questo profilo, si può dire che la Forza Armata già prevede un modello che pone al centro proprio l'obiettivo di sicurezza: il *Risk Based Approach*. Questo metodo di gestione del rischio prevede come primo step una *hazard analysis*, che consiste nell'individuazione di tutte le potenziali condizioni che possono causare incidenti o inconvenienti. Dopodiché, si procede con l'implementazione delle misure necessarie per mitigare il rischio e raggiungere il livello di *Safety* richiesto.

La procedura ora descritta, vista la sua capacità di focalizzare l'attenzione sull'obiettivo di sicurezza, si adatta perfettamente anche al mondo delle operazioni spaziali. Tuttavia, tale adattamento deve avvenire con dei necessari accorgimenti, che riguardano in particolare la fase della *hazard analysis*.

Le attività spaziali, infatti, richiedono anche un'analisi di tutti quei pericoli che provengono direttamente ed esclusivamente dallo spazio e che potrebbero, allo stesso modo, compromettere l'operazione.

Si fa riferimento, per esempio, alla condizione di microgravità che può facilmente alterare alcune funzioni basilari dell'organismo; alla presenza di detriti spaziali che rendono l'ambiente di operazioni molto più ostile; allo *Space Weather* e, più in generale, all'attività solare in grado di danneggiare l'elettronica di bordo.

Tutti questi pericoli, che possono essere facilmente trascurati o assumere sfumature di rischio più ridotte per le attività condotte nello spazio aereo, devono necessariamente essere tenuti in considerazione se

l'operazione deve aver luogo nello spazio extra-atmosferico. Il motivo di ciò deriva dal fatto che, nonostante alcuni di essi presentino un basso grado di probabilità (es. il rischio di brillamento solare o il rischio di essere colpiti da un detrito spaziale), il loro effetto sarebbe certamente disastroso e non ci sarebbero possibilità di mitigare i danni.

## SAFETY ASSURANCE

La *Safety Assurance* è un insieme di strumenti di controllo e verifica volti a stabilire se il sistema di gestione della Sicurezza stia funzionando come previsto. Il suo obiettivo è, quindi, di assicurarsi che i sub processi, i metodi e le procedure implementati siano realmente funzionali, allo scopo di verificare la necessità di azioni di *steering*, che consentano un eventuale riallineamento agli obiettivi di sicurezza.

Per fare ciò, si utilizzano soprattutto degli indicatori di *performance* di sicurezza (*Safety Performance Indicator - SPI*) che agevolano gli operatori nel monitorare l'andamento dell'attività. Inoltre, per migliorare l'attività di monitoraggio nel caso di obiettivi di sicurezza di medio e/o lungo termine, si tende a identificare dei punti intermedi, detti *Safety Target*, e svolgere in riferimento a questi l'attività di valutazione.

Lo spacchettamento in *Safety Target* è fondamentale per il settore spaziale poiché, oltre a massimizzare le risorse a disposizione, consente di creare un legame diretto tra la strategia (lungo termine) e le operazioni quotidiane. Questo aspetto si dimostra essenziale in un sistema in cui, come si auspica, si tenda a far prevalere una *performance-based regulation*.

Inoltre, si sottolinea nuovamente come sia opportuno che tali attività di monitoraggio finali/intermedie siano svolte da *Safety Review Panel*, composti da esperti sia del settore aereo ma anche del settore spaziale.

## SAFETY PROMOTION

La *Safety Promotion* è un processo parimenti importante agli altri perché contribuisce a creare una vera e propria cultura positiva per la sicurezza, un tema di primaria importanza in qualsiasi ambito aeronautico e ancor più quando si parla di voli spaziali.

L'ambiente particolarmente ostile e le condizioni estreme dello spazio rendono ogni operazione critica e il margine di errore infinitesimale.

In questo contesto, il fattore umano assume un ruolo di primaria importanza. Numerosi studi dimostrano che l'errore umano è la causa principale di incidenti aerei, con una percentuale che supera il 50%.

Le distrazioni, la stanchezza, lo stress, la scarsa comunicazione e la mancanza di esperienza sono solo alcuni dei fattori che possono contribuire a un errore fatale.

La *Space Safety* non è immune da questa problematica. Anzi, le sfide poste dall'ambiente spaziale amplificano l'importanza del fattore umano. Naturalmente il concetto non si limita ai soli astronauti, che pur subiscono l'impatto psicologico e fisico di microgravità, isolamento e distanza dalla Terra. La sicurezza spaziale coinvolge una varietà di figure professionali, ognuna con un ruolo determinante:

- gli ingegneri e i tecnici che progettano, sviluppano e gestiscono sistemi spaziali complessi, dalla componentistica al *software*, dalle procedure di collaudo alla gestione delle operazioni in orbita;
- il controllo missione che monitora costantemente i sistemi e le attività spaziali, pianifica missioni in tempo reale e interviene in caso di anomalie, supportando gli astronauti e il team a terra;
- il personale addetto al lancio e al rientro, che gestisce con perizia le delicate fasi di lancio e di atterraggio, garantendo la sicurezza di persone e infrastrutture;
- i ricercatori che sviluppano nuove tecnologie, analizzano dati e valutano i rischi, contribuendo al progresso scientifico e tecnologico in sicurezza;
- gli educatori e i formatori che promuovono una cultura della sicurezza spaziale e formano il personale su procedure e protocolli, garantendo la preparazione di tutti gli attori coinvolti.

Anche se l'assenza di astronauti può sembrare rassicurante, il fattore umano rimane un elemento critico anche nelle missioni *unmanned*. Errori, infatti, durante la progettazione, sviluppo o manutenzione possono causare malfunzionamenti, avarie o incidenti.

Inoltre, errori nelle procedure di controllo da terra o carenze nella comunicazione tra i team possono compromettere il successo della missione o addirittura mettere a rischio la sicurezza del satellite.

Secondo quanto stabilito dalla direttiva ISV-001, questo pilastro si sviluppa su tre direttrici fondamentali:

- **competenze** tecniche specifiche, create e mantenute costantemente allo stato dell'arte tramite formazione e addestramento;
- **comunicazione** efficace;
- **condivisione** delle informazioni.

Per quanto riguarda gli ultimi due punti, si può dire che sia necessario di certo un rafforzamento degli strumenti e delle tecniche utilizzate, al fine di garantire una comunicazione e divulgazione delle informazioni quanto più efficace ed efficiente possibile.

Tuttavia, si ritiene che il punto essenziale su cui l'Aeronautica debba oggi puntare sia lo sviluppo di competenze tecniche specifiche nel settore spaziale.

Per affrontare le sfide legate al fattore umano, diverse misure possono essere adottate:

- cultura della sicurezza: promuovere una cultura che valorizzi la sicurezza e la responsabilità in ogni fase del processo spaziale, dalla progettazione al controllo delle missioni;

- formazione mirata: fornire formazione specifica sul fattore umano a tutti i professionisti coinvolti, adattandola alle diverse mansioni e responsabilità;
- ergonomia e *design*: progettare sistemi e interfacce utente che tengano conto delle capacità e dei limiti umani, facilitando l'interazione e minimizzando i rischi di errori;
- processi di analisi e *reporting*: implementare sistemi per identificare, analizzare e mitigare i rischi legati al fattore umano, favorendo un apprendimento continuo e l'adozione di *best practice*;
- comunicazione efficace: assicurare una comunicazione chiara, concisa e tempestiva tra i diversi team e i diversi livelli di responsabilità, garantendo un coordinamento efficace e una risposta rapida alle situazioni di emergenza.

Da ciò deriva la necessità di modificare parte dei processi tradizionali, soprattutto in quei reparti destinati a compiere attività spaziali. Per esempio, se si parla di *Safety Action Group* (SAG) è fondamentale che tra gli *action team* ci siano il SAT-STM (*Space Traffic Management*) e il SAT-SPACE OPS. Ancora una volta, però, il modello già in piedi in Forza Armata si adatta perfettamente a tali cambiamenti, poiché prevede che il Comandante di Reparto possa tranquillamente modificare la composizione del SAG al variare delle peculiari funzioni del reparto stesso.

Allo stesso modo, anche il *Flight Safety Management Manual* (FSMM) di questi reparti si ritiene debba ricomprendere aspetti di *Space Safety*, al fine di rendere tutto il personale edotto sui pericoli ulteriori che possono derivare da un'operazione condotta nello spazio.

Nonostante queste piccole correzioni, si ammette che la struttura funzionale, che caratterizza la rete interna della Forza Armata per la gestione della sicurezza, si adatti perfettamente a tutti i tipi di operazioni complesse, comprese quelle spaziali.

Per quanto riguarda la rete esterna, invece, è necessario ampliare il numero di organizzazioni ed enti con i quali la Forza Armata entra in contatto e attivi nell'ambito della *Space Safety*. Si possono citare, per esempio, l'UN-COPUOS<sup>2</sup>, l'Ufficio delle Nazioni Unite per gli Affari dello Spazio Extra-Atmosferico, che promuove la cooperazione internazionale sull'utilizzo pacifico dello spazio, e le numerose associazioni che si occupano di sviluppare standard e *best practice* in questo settore.

Inoltre, la collaborazione e la condivisione delle *lessons learned* sono fondamentali nel settore spaziale, dove i numeri sono ancora relativamente piccoli rispetto all'aeronautica. Allargare la base di condivisione permette infatti di:

- avere i numeri per condurre analisi statistiche, al fine di identificare le cause ricorrenti di incidenti e sviluppare soluzioni mirate;

<sup>2</sup> Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.

- velocizzare il processo di acquisizione di esperienza per imparare dagli errori e dalle esperienze degli altri per evitare di ripeterli in futuro;
- promuovere l'innovazione per condividere idee e soluzioni innovative allo scopo di migliorare la sicurezza del volo spaziale.

## CONCLUSIONI

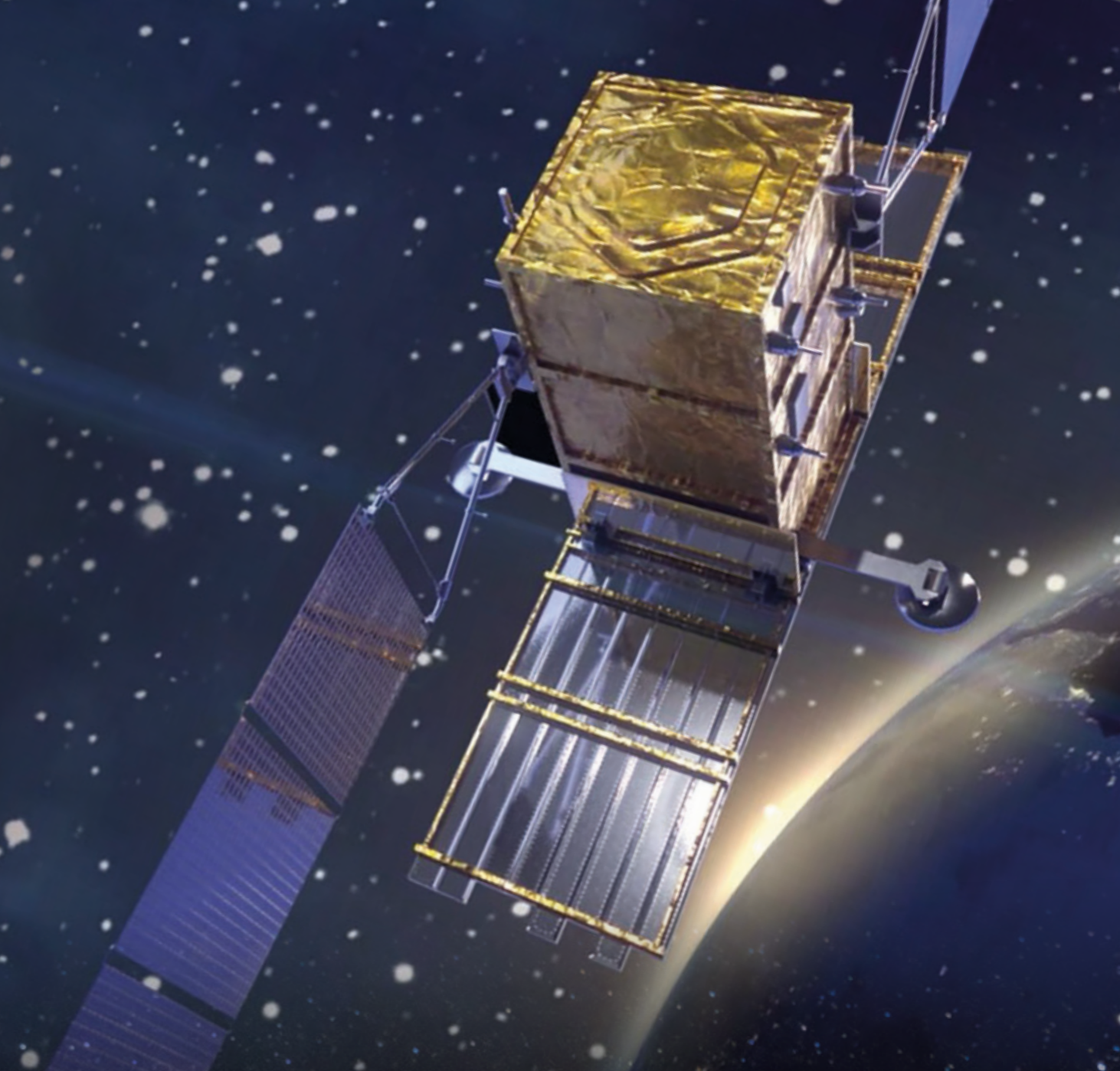
Riprendendo quanto detto in fase introduttiva, l'elevato sviluppo tecnologico, la necessità di difendere il Paese da minacce verticali e la continuità fisica tra cielo e spazio hanno reso naturale l'ampliamento dell'ambiente in cui opera la Difesa.

In questo contesto, l'Aeronautica Militare non solo è idealmente in grado di operare in questo nuovo dominio, ma essa è sostanzialmente già predisposta a farlo

anche per ciò che concerne la *Safety*. I processi, i modelli, le procedure e l'organizzazione interna sono infatti idonei per l'ormai prossima evoluzione verso la *Space Safety*.

Ciò che principalmente si teme, nel transitare da un'Aeronautica Militare di soli aerei a una anche con veicoli spaziali, è l'assenza di quella che si potrebbe definire *Space Culture*.

Alla base di tutto ci deve essere, infatti, un'imponente opera di formazione di tutto il personale della Forza Armata impiegata in questo settore, volta a far comprendere come, ma soprattutto perché, si guarda sempre con maggiore slancio verso lo spazio, e quali sono i modelli mentali e comportamentali idonei per garantire l'esecuzione di operazioni che forniscano l'effetto desiderato con il massimo livello di sicurezza ragionevolmente possibile.





# SINGLE POINT OF FAILURE IN MANUTENZIONE

del Col. (r) Fausto Schneider



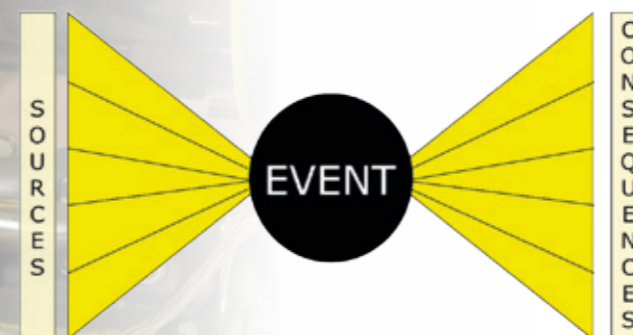
## PREMESSA

L'utilizzo di strumenti di classificazione come l'**HFACS**<sup>1</sup> e metodologie di indagine strutturata, come il **MEDA**<sup>2</sup> utili per individuare e prevenire l'errore attivo in manutenzione e l'uso di strumenti di gestione del rischio, come il **BOW TIE**<sup>3</sup> nell'individuazione di pericoli, minacce, possibili eventi negativi e mitigazione dei relativi effetti indesiderati, consente di individuare potenziali criticità di un sistema e possibili soluzioni di prevenzione/contenimento degli effetti indesiderati che da queste derivano.

L'individuazione delle minacce, delle azioni di prevenzione della perdita di controllo su un pericolo/rischio (**TOP EVENT**) e le opportune misure di mitigazione, assumono una particolare rilevanza nella progettazione di qualsiasi sistema, in particolare per quelle funzioni che devono garantire il funzionamento senza soluzione di continuità, pena il pesante degrado se non il blocco totale delle funzionalità dell'intero sistema.

Parliamo dunque di criticità che, se non adeguatamente considerate in sede di progettazione, portano a conseguenze disastrose e impongono alcune riflessioni sulle strategie di prevenzione, protezione e ripristino delle componenti "critiche" (**Business Continuity**<sup>4</sup>) e sulle metodologie di **Disaster Recovery**<sup>5</sup> se queste dovessero fallire.

## RISK BOW-TIE



## SINGLE POINT OF FAILURE (SPOF)

Appare evidente che il malfunzionamento di un singolo "componente" (da intendersi non

<sup>1</sup> Human Factor Analysis And Classification Sistem.

<sup>2</sup> Maintenance Error Decision Aid.

<sup>3</sup> Il Bow Tie è una rappresentazione schematica del pericolo, dell'evento indesiderabile, degli eventi scatenanti/minacce e dei potenziali esiti e dei controlli messi in atto per ridurre al minimo il rischio.

<sup>4</sup> Business Continuity è la strategia che ha l'obiettivo di assicurare la "sopravvivenza" di tutte le funzioni essenziali dell'organizzazione.

<sup>5</sup> Il Disaster Recovery è l'approccio adottato da un'organizzazione per ripristinare l'accesso e la funzionalità della propria struttura in seguito a eventi disastrosi naturali o causati dall'uomo (come guasti alle apparecchiature o attacchi informatici).

necessariamente in termini di *Hardware*, ma anche di *Environment*, *Software* e *Liveware*) vitale per il funzionamento di altri "componenti" del sistema, costituisce un elemento di massima criticità, che si pone in antitesi con l'obiettivo dell'elevata disponibilità/affidabilità del sistema stesso.

**Ne deriva che in ogni organizzazione complessa le "unicità" rappresentano Single Point of Failure (SPOF), cioè costituiscono il presupposto per il blocco parziale o totale delle attività dell'organizzazione nel momento in cui le funzioni svolte da quel "nodo" cessano di produrre effetti vitali per altre attività dell'organizzazione.**

Occorre quindi tenerne conto in sede di progettazione dei processi di un sistema, evitando di generare SPOF e, laddove inevitabile, strutturando soluzioni che consentano di assicurare le sue funzioni in caso di failure (protezione, ridondanza, *backup* delle funzioni, risposta alla condizione di *fail* del componente) o minimizzarne l'impatto sull'operatività.

I potenziali effetti catastrofici che ne conseguono (non necessariamente inconvenienti o incidenti, ma, ad esempio, la parziale o totale interruzione di operatività del sistema) possono essere il risultato di tre grandi categorie di minacce e rischi:

- **rischi ambientali**, che includono eventi naturali (come inondazioni, uragani, tornado, terremoti ed epidemie);
- **rischi tecnologici**, che includono incidenti o guasti di sistemi e strutture (come esplosioni di tubazioni, incidenti di trasporto, interruzioni di servizi, guasti di dighe e rilasci accidentali di materiali pericolosi);
- **minacce causate dall'uomo** che includono atti più o meno intenzionali (come errori e/o violazioni, attacchi di aggressori attivi, attacchi chimici o biologici, attacchi informatici contro dati o infrastrutture e sabotaggio).

## MISURE DI CONTRASTO E CONTROLLO

Le misure di contrasto alle categorie di pericoli/rischi e di mitigazione degli effetti catastrofici dovuti a SPOF rientrano nelle cinque direttrici orientate ad assicurare:

- **prevenzione** (di SPOF);
- **protezione** (del componente critico da possibili *failure*);
- **mitigazione** (delle conseguenze in caso di *failure*);
- **risposta** (subentro di altre componenti del sistema);
- **ripristino** (rapida sostituzione del componente critico con analogo efficiente).

Le misure di controllo degli SPOF sono meccanismi che possono ridurre o eliminare varie minacce per la continuità di funzionamento del sistema e possono essere incluse in un piano di **ripristino di emergenza** che preveda metodologie di **Disaster Recovery**.

## CONTINUITÀ OPERATIVA

La pianificazione del ripristino di emergenza è un sottoinsieme di un processo più ampio anche noto come **pianificazione della continuità operativa**<sup>6</sup> e include il mantenimento/ripristino operativo/funzionale di SPOF *in fail* (siano esse applicazioni, dati, hardware, comunicazioni elettroniche come le reti e altre infrastrutture, limitazioni nell'uso delle infrastrutture, gestione di attività complesse e connesse tra loro).

Per gestione della continuità operativa (*Business Continuity Management*, BCM) si intende un processo gestionale olistico che identifica potenziali minacce a un'organizzazione e gli impatti sulle attività che quelle minacce, attraverso la vulnerabilità dell'organizzazione, potrebbero causare.

In particolare, il sistema di gestione della continuità operativa (*Business Continuity Management System*, BCMS) è il sistema di gestione che stabilisce, implementa, monitora, rivede, mantiene e migliora la **continuità operativa**<sup>7</sup>.

Il sistema di gestione include la struttura organizzativa, le politiche, la pianificazione delle attività, le responsabilità, le procedure, i processi e le risorse<sup>8</sup>.

Un piano di continuità operativa, in particolare, deve contemplare la pianificazione di aspetti relativi a:

- **personale chiave** (elenchi, reperibilità, modalità di allertamento e recupero);
- **strutture** (tecnico logistiche operative);
- **comunicazione** (interna/esterna in caso di crisi);
- **protezione** (della reputazione e dell'immagine dell'organizzazione).

## SPOF DI UN SISTEMA D'ARMA

Appare evidente, dunque, la delicatezza e importanza dei concetti accennati ai fini di attività critiche legate al volo che, se non garantite in termini di efficacia e continuità, possono portare a conseguenze potenzialmente disastrose (es. Enti ATM che non riescono a comunicare con traffico in volo per mancanza di alimentazione elettrica in TWR, sala RADAR, la mancanza di

<sup>6</sup> Il Piano Di Continuità Operativa (abbreviato in PCO; in inglese *Business Continuity Plan*, BCP) è l'insieme di procedure documentate che guidano le organizzazioni nel rispondere, recuperare, riprendere e ripristinare a un livello predefinito le attività a seguito di un'interruzione.

<sup>7</sup> Si tratta di una disciplina di gestione che consente all'organizzazione, privata o pubblica che sia, di diventare più resiliente agli incidenti che potrebbero causarne l'interruzione delle attività o addirittura minacciarne l'esistenza.

<sup>8</sup> Norme ISO di riferimento.

alimentazione alle stazioni di guida remota di aeromobili APR o la perdita di sistemi vitali per la missione o per l'aeronavigabilità di un aeromobile).

Un po' meno evidenti appaiono le potenzialità di strumenti come l'analisi del dato statistico (conseguenze disastrose dovute a SPOF inattesi) e gli strumenti di SRM<sup>9</sup> come il *BOW TIE* al fine di individuare SPOF su cui agire preventivamente per assicurare la continuità di funzionamento del "componente", o reagire a posteriori con piani di ripristino emergenza/piani di continuità operativa/*Disaster Recovery*, se dovessero fallire.

In quest'ottica lo SPOF è una condizione di guasto di un unico "componente" critico del sistema d'arma per la protezione contro il pericolo di *crash* dell'intero sistema o di sue parti vitali per l'operatività del sistema stesso.

Per arrecare danno, è sufficiente che il "componente" critico sia difettoso o si presenti anche solo una singola "condizione anomala esterna" che agisce direttamente sull'efficacia dello stesso (ad es. corto circuito tra le parti in tensione, la mancanza improvvisa di alimentazione di rete, manomissione, errore umano, violazione, sabotaggio, ecc.).

Questa condizione può essere individuata e corretta rispondendo a domande del tipo:

- **Quanto è critico il componente "x"?**

In un'auto, la radio non è critica, quindi questo componente ha meno necessità di tolleranza agli errori di una radio in TWR - RADAR - A/C.

- **Quanto è probabile che il componente "x" si guasti e quali conseguenze produrrebbe?**

Alcuni componenti, come l'albero di trasmissione di un'auto, lo sono, ma la tolleranza agli errori non è comparabile con quella di un albero di trasmissione di un elicottero.

- **Qual è il rapporto costo/efficacia nel rendere il componente "x" tollerante ai guasti e/o ridondante nel sistema?**

Duplicare il motore, ad esempio, potrebbe essere troppo costoso sia in termini economici che di peso e spazio. Su aeromobili single engine questa condizione costituisce uno SPOF.

Ad esempio, gli SPOF in un aeromobile ad ala rotante, come un elicottero, sono componenti/impianti critici che, se fallissero, potrebbero mettere a rischio la sicurezza e l'integrità dell'aeromobile, dell'equipaggio e del terzo sorvolato.

<sup>9</sup> *Safety Risk Management*.



Ecco alcuni esempi di SPOF potenziali su un elicottero:

- a. Motore Principale:** se smettesse di funzionare durante il volo, l'elicottero perderebbe la spinta principale e potrebbe avere difficoltà a mantenere il volo.
- b. Rotore di Coda:** controlla la stabilità e la direzione dell'elicottero; se il rotore di coda dovesse guastarsi, l'elicottero potrebbe diventare difficile da controllare.
- c. Trasmissione Principale:** distribuisce il movimento del motore principale ai rotori principali; se questa trasmissione avesse un guasto, potrebbe portare a problemi di controllo e stabilità.
- d. Sistemi Idraulici:** sono critici per il controllo del volo e per azionare vari componenti come il carrello di atterraggio retrattile o il sistema di estrazione dell'uncino per il recupero; una perdita di pressione idraulica potrebbe causare la perdita di queste funzionalità.
- e. Sistema Elettrico:** fornisce energia elettrica a strumenti, luci, sistemi di navigazione e comunicazione; un guasto elettrico critico potrebbe causare problemi di navigazione e comunicazione durante il volo.
- f. Sistema di Controllo di Volo *Fly-by-Wire*:** negli elicotteri più moderni, sono elettronici (*Fly-by-Wire*); un guasto nei sensori o nei computer di controllo potrebbe mettere a rischio la stabilità e la manovrabilità dell'elicottero.
- g. Sistema di Iniezione Carburante:** è vitale per il funzionamento del motore; un guasto potrebbe causare una perdita di potenza o un arresto del motore. Per mitigare i rischi associati a questi potenziali SPOF, gli elicotteri spesso incorporano sistemi di sicurezza, ridondanze e sistemi di controllo avanzati. Inoltre, vengono sviluppati piani di emergenza e procedure operative per affrontare situazioni di guasto critico durante il volo, al fine di garantire la sicurezza dell'equipaggio, dei passeggeri e del terzo sorvolato.

## SPOF IN MANUTENZIONE

Anche in ambito manutentivo possono esistere condizioni latenti che determinano potenziali SPOF in grado di compromettere l'efficacia e la sicurezza delle attività (es. blocco in apertura/chiusura dei portali di un hangar, mancanza di alimentazione di rete, condizioni di "unicità" di personale altamente specializzato in particolari attività di manutenzione, unicità di *special tools* per eseguire task critici, mancanza di parti di ricambio, procedure obbligate, direttive ambigue/interpretabili, ecc.).

In manutenzione si riferisce quindi a un componente, un processo o un elemento di sistema che, in caso di guasto, causerebbe il malfunzionamento dell'intero sistema, dell'operazione manutentiva o un degrado significativo delle prestazioni di sottosistemi (come impianto carrello, impianto RADAR, impianto armamento, impianto funzionamento di organi di controllo assetto dell'aeromobile, impianto seggiolino eiettabile, ecc.).

**È importante notare che gli SPOF non sono limitati ai componenti fisici: possono anche essere associati a risorse umane, risorse materiali, fattori ambientali, dipendenze di processo e sistemi software.**

I singoli punti di guasto sono una preoccupazione comune nella gestione della manutenzione in relazione all'affidabilità dell'essere umano, in quanto rappresentano un rischio significativo per la funzionalità complessiva e la disponibilità di un sistema o di un articolo di configurazione critico in caso di errore nell'esecuzione delle attività manutentive (ispezioni programmate e manutenzione correttiva).

Ecco alcuni punti chiave da considerare:

- **Identificazione degli SPOF:** l'identificazione di punti vitali (*Vital Point*<sup>10</sup>) è un passaggio fondamentale nella

<sup>10</sup> Qualsiasi punto su un aeromobile in cui un singolo assemblaggio errato potrebbe portare a una catastrofe, ovvero provocare la perdita dell'aeromobile e/o incidenti mortali.





pianificazione ed esecuzione della manutenzione. Ciò comporta un'analisi approfondita del sistema o delle apparecchiature per individuare i componenti, i processi o le dipendenze che, se compromessi, provocherebbero un guasto dell'intero sistema.

Gli SPOF comuni includono componenti critici per l'aeronavigabilità come sistemi di alimentazione (elettrici, idraulici, carburante), sistemi di controllo del volo e sistemi di backup;

- **Strategie di mitigazione:** una volta identificati gli SPOF, vanno mitigati i rischi associati agli errori manutentivi. Ciò può richiedere ridondanza di risorse, sistemi di backup, manutenzione preventiva e l'uso di componenti robusti e affidabili. Anche a livello procedurale è possibile intervenire, come nel caso di voli **ETOPS**<sup>11</sup> evitando di eseguire contestualmente le stesse attività di manutenzione su componenti ridondanti del sistema (es. eseguire manutenzione su *Vital Point* su entrambi i motori per evitare criticità su almeno uno dei due dovute a errori dei manutentori);

<sup>11</sup> (*Extended Range Twin-engine Operation Standards*) sono regole aeronautiche applicate a voli di lungo raggio effettuati con aeromobili bimotori commerciali sopra zone con scarsa presenza di aeroporti adeguati agli atterraggi di emergenza, come gli oceani o le zone desertiche.

- **Ingegneria dell'affidabilità:** l'ingegneria dell'affidabilità è una disciplina che si concentra sulla riduzione al minimo dei singoli punti di guasto, progettando sistemi tenendo conto della ridondanza integrata, della tolleranza ai guasti e dell'affidabilità.

Ciò comporta l'utilizzo di tecniche come l'analisi della modalità e degli effetti di guasto (**FMEA**)<sup>12</sup> per affrontare in modo proattivo i potenziali guasti;

- **Pianificazione della manutenzione:** i piani di manutenzione devono essere sviluppati per affrontare i componenti o i processi critici per la sicurezza del sistema d'arma identificati come potenziali SPOF.

Vengono condotte ispezioni regolari, attività di manutenzione integrativa e test per garantire che questi elementi rimangano in buone condizioni di funzionamento;

- **Monitoraggio e avvisi:** il monitoraggio continuo di sistemi o apparecchiature critiche può aiutare a rilevare i primi segnali di potenziali guasti. Quando alcuni parametri o indicatori si discostano dalla norma, vengono attivati degli avvisi, consentendo alle squadre di manutenzione di intervenire prima che si verifichi

<sup>12</sup> La FMEA (o Analisi dei modi e degli effetti dei guasti, dall'inglese *Failure Mode and Effect Analysis*) è una metodologia utilizzata per analizzare le modalità di guasto o di difetto di un processo, prodotto o sistema, analizzarne le cause e valutare quali sono gli effetti sull'intero sistema/impianto.

un guasto completo (**Predictive Failure Analysis**)<sup>13</sup>/**Predictive Maintenance**)<sup>14</sup>;

- **Pianificazione di emergenza:** nei casi in cui non sia possibile eliminare completamente gli SPOF, è necessario sviluppare piani di emergenza per affrontare potenziali guasti.

Questi piani delineano le misure da adottare in caso di guasto, come il passaggio ai sistemi di backup, l'avvio di riparazioni o l'acquisto di componenti sostitutivi;

- **Analisi costi-benefici:** le strategie di manutenzione per affrontare gli SPOF dovrebbero prendere in considerazione l'analisi costi-benefici. Sebbene l'eliminazione di tutti i potenziali SPOF sia l'ideale, potrebbe non essere pratica o conveniente. È importante quindi bilanciare il costo delle misure di mitigazione con il potenziale impatto di un guasto.

In ambito manutentivo ogni componente di un sistema complesso, sia esso un particolare processo di manutenzione critico per il funzionamento/sopravvivenza del sistema o una serie di componenti critici per il mantenimento dell'aeronavigabilità durante l'impiego di un aeromobile, deve essere individuato e considerato come possibile SPOF generato dal Fattore Umano (errori/violazioni) e gestito con tecniche di manutenzione e procedure che aumentino l'affidabilità dell'uomo nelle operazioni eseguite e riducano al massimo guasti dovuti all'errore umano attraverso controlli indipendenti/doppi controlli.

L'individuazione di *Vital Point*, di metodologie di **Error Capturing**<sup>15</sup>, di **Tecniche di controllo indipendente**<sup>16</sup> e **Double Check**<sup>17</sup>, di programmi di manutenzione preventiva e la sorveglianza costante e continua di componenti critiche del sistema (**Condition Monitoring**)<sup>18</sup> contribuiscono ad aumentare l'affidabilità dell'essere umano nelle operazioni di manutenzione e sono fondamentali per rilevare, prevenire e mantenere in uno stato operativo affidabile ogni sistema/componente che possa costituire un **Single Point of Failure**.

<sup>13</sup> L'analisi predittiva dei guasti (PFA) si riferisce ai metodi destinati a prevedere il guasto imminente di sistemi o componenti (software o hardware).

<sup>14</sup> La manutenzione predittiva è una strategia che utilizza una varietà di strumenti, sensori o dispositivi connettivi - per esempio, un registratore di dati di volo - per monitorare le condizioni e le prestazioni di una risorsa durante il funzionamento e prevede il potenziale verificarsi di una *failure*.

<sup>15</sup> I metodi di acquisizione degli errori sono quelle azioni definite dall'organizzazione per rilevare gli errori di manutenzione commessi durante l'esecuzione della manutenzione.

<sup>16</sup> Un'ispezione indipendente consiste in un'ispezione eseguita da una "persona qualificata indipendente" di un compito svolto da una "persona autorizzata".

<sup>17</sup> Componenti, sistemi o punti vitali soggetti a doppia ispezione, non devono essere manomessi o regolati tra l'esecuzione del task manutentivo e la verifica di controllo indipendente deve, per quanto possibile, seguire immediatamente il task eseguito.

<sup>18</sup> Il monitoraggio delle condizioni è una strategia di manutenzione proattiva che monitora continuamente le apparecchiature e i sistemi, consentendo il rilevamento precoce dei guasti e azioni di manutenzione tempestive.

## CONCLUSIONI

In conclusione, uno SPOF (o singolo punto di errore) è qualsiasi "elemento" (non ridondante nella sua funzione) di un sistema che se, improvvisamente, dovesse smettere di funzionare, provocherebbe il "guasto" dell'intero sistema (o di sue articolazioni operative che devono operare senza soluzione di continuità).

In ogni organizzazione complessa le "unicità" rappresentano un *Single Point of Failure*, ovvero costituiscono il presupposto per il blocco parziale o totale delle attività dell'organizzazione nel momento in cui le funzioni svolte da quel "nodo" cessano di produrre effetti vitali per altre attività dell'organizzazione.

In quest'ottica lo SPOF è una condizione di guasto di un unico "componente" del sistema per la protezione contro il pericolo, dove il "componente" è difettoso o si presenta una singola "condizione anomala esterna" che agisce direttamente sull'efficacia del componente.

Laddove non sia possibile agire diversamente, occorre prevedere forme di controllo, protezione e ridondanza, nonché piani di continuità operativa e di *disaster recovery*.

In ambito manutentivo ogni componente di un sistema complesso critico per il funzionamento/sopravvivenza del sistema o per il mantenimento dell'aeronavigabilità durante l'impiego di un aeromobile, deve essere individuato come potenziale SPOF generato dal Fattore Umano e gestito con tecniche di manutenzione e procedure che aumentino l'affidabilità dell'uomo nelle operazioni manutentive eseguite e riducano al massimo guasti dovuti all'errore umano attraverso controlli indipendenti/doppi controlli.

L'individuazione di *Vital Point*, di metodologie di **Error Capturing**, di tecniche di controllo indipendente, di programmi di manutenzione preventiva e la sorveglianza costante e continua di componenti critiche del sistema (*condition monitoring*) sono fondamentali per rilevare, prevenire e mantenere in uno stato operativo affidabile ogni *Single Point of Failure*.

**Particolare attenzione meritano eventi impattanti sulla continuità delle nostre attività che potrebbero derivare da SPOF latenti o "indotti" dalla situazione in atto e/o dai cambiamenti (interni/esterni) dell'organizzazione/sistema segnatamente per SPOF costituiti da unicità nelle abilità/capacità del personale.**

*A pag. 24 troverete il seguito di questo articolo consistente nell'anatomia di due incidenti di volo causati proprio da uno SPOF*

# KAIZEN, la chiave del successo?

del Ten. Col. Massimo Paradisi

Il Presidente della Toyota Aydo Toyoda, al termine della gara di Le Mans del 2017 vinta dalla Porsche che dominava da tre anni, disse al proprio team<sup>1</sup>: “Non possiamo vincere se ci interessa solo fare una macchina veloce! Quello che non abbiamo è la forza, non siamo una squadra forte!”.

L'analisi della condotta di gara da parte del management portò a comprendere ciò che mancava al Team Toyota: il Kaizen, l'attitudine al miglioramento continuo. Continua Toyoda: “Ci sono procedure dettagliate per realizzare e guidare una macchina, e ogni persona deve considerare come prevenire eventuali errori. Poi si penserà a cosa fare dopo”.

Con questa visione in mente, il Team Toyota lavorò un intero anno cercando di acquisire la “forza” di cui erano privi. L'anno successivo avviarono una striscia di vittorie che, ad oggi, non si è ancora interrotta.

“prima preveniamo gli errori,  
poi vediamo il da farsi”

Il Kaizen aveva fatto il “miracolo”...  
Ma cosa è il Kaizen e che relazione ha con la sicurezza del volo?

Il lemma giapponese deriva da due parole: “Kai”, che vuol dire “cambio” e “Zen” che significa “buono”. In sostanza, esprime il concetto del “buon cambiamento”.

In effetti lo è! Il Kaizen è un processo culturale e mentale che ha come risultato proprio il miglioramento continuo. In altre parole, chi opera con lo spirito giusto sviluppa la capacità di fare autocritica e, perché no, di accettare le critiche di altri.

Il Kaizen considera lo sviluppo della produttività come un processo lento e sistematico, da perseguire quotidianamente, senza soluzione di continuità.

Questi cambiamenti incrementali, tuttavia, devono

essere eseguiti in modo coerente, rendendo necessario quindi non solo la creazione di una cultura di base, ma anche un monitoraggio della situazione da parte della *leadership* ai vari livelli di responsabilità.

Questa filosofia di lavoro guadagnò una straordinaria popolarità soprattutto nell'industria manifatturiera a partire dal secondo dopoguerra, tanto da divenire uno dei principi fondanti della Toyota che, da piccolo produttore di autovetture, divenne una delle più importanti case automobilistiche del globo.

KAI                      ZEN  
改                      善  
+  
“change”                      “good”

Il miglioramento continuo indotto dal Kaizen, non deve però essere confuso - come spesso accade - con il concetto di miglioramento (retroazione) teorizzato da Deming con il suo famoso ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA) che risulta essere solamente uno strumento per il raggiungimento del fine.

Infatti, a differenza del miglioramento continuo (in inglese *continuous improvement*), che è un processo quotidiano senza sosta soprattutto attinente alla sfera cognitiva, all'atteggiamento, al comportamento dell'essere umano, Deming concepì un meccanismo di cambiamento discreto (*continual improvement*), che prevede un delta migliorativo solamente ad ogni ciclo PDCA, la cui durata è variabile.

Kaizen è per un terzo  
tecnica, mentre per i restanti  
due terzi sono le persone  
e il loro mindset a fare la  
differenza

L'approccio del personale di un'organizzazione che intende perseguire il Kaizen, segue in genere questi precetti:

- considerare le risorse umane al centro del processo di miglioramento;
  - ottenere il progresso grazie a piccoli, ma continui, miglioramenti;
  - essere pronti a imparare da tutti; le critiche devono essere bene accette così come l'evidenziazione di eventuali disfunzioni;
  - adottare metodi scientifici nell'approccio alla soluzione dei problemi e alle misurazioni delle performance, senza ricorrere alle “sensazioni”;
  - avere un approccio sistematico che prenda in considerazione tutti i processi, non solo quelli che possono essere sistemati immediatamente.
- Ciò comporta variazioni ai processi utilizzati, monitorando i risultati e correggendo le eventuali deviazioni. La pianificazione su larga scala viene quindi



sostituita da piccoli esperimenti che possono divenire la nuova routine, o addirittura ampliati, quando se ne provi l'efficacia.

In sostanza, con il Kaizen ci si concentra sull'evoluzione, piuttosto che su una rivoluzione.

Appare evidente che quando un'organizzazione abbraccia la filosofia Kaizen, raccoglie una serie di



<sup>1</sup> Fonte: motorsport.com.

benefici collaterali, che creano un circolo virtuoso per ulteriori miglioramenti delle proprie performance:

- il personale sviluppa un desiderio di crescita continua, tirando fuori il pieno potenziale esprimibile; si è disposti ad accettare suggerimenti e nuove idee, così come si approccia in maniera critica-costruttiva al lavoro altrui;
- ci si abitua al cambiamento e si comincia ad apprezzarlo, perché migliorativo, invece di resistergli: ci si adatta a operare al di fuori della *comfort zone*;
- dove si adotta il Kaizen, in genere, pur in presenza di grandi progetti di riorganizzazione, ci si concentra molto sui piccoli miglioramenti quotidiani.

Ergo, il personale trova un ambiente di lavoro più "facile", mantenendo quindi un morale più elevato e risultando soddisfatto della realtà lavorativa.

Esso, inoltre, viene dotato di autorità, risorse e supporto necessari per prendere decisioni e intraprendere azioni che aiutino l'organizzazione a raggiungere i propri obiettivi, con ciò implicando formazione e maggior autonomia operativa.

In genere, la rotazione del personale che opera in questi contesti lavorativi è più bassa.

Ma, quindi, cosa c'entra questo Kaizen con la Sicurezza del Volo?

Ebbene, gli effetti benefici indicati nel paragrafo appena concluso, sono praticamente sovrapponibili a quelli di una cultura positiva per la sicurezza del volo.

Inoltre, il miglioramento continuo -cioè il Kaizen- è uno dei tre elementi della *Safety Assurance del Flight Safety Management System* (FSMS) dell'Aeronautica Militare (AM), previsto anche nelle *best practice* internazionali, come ad esempio nel Doc 9859 dell'ICAO<sup>2</sup>: quindi c'entra eccome!

La *Safety Assurance*, infatti, assicura per l'appunto il controllo delle prestazioni dell'intero sistema di gestione della Sicurezza del Volo.

I risultati del controllo retroagiscono come input del sistema in questione, innescando un circolo virtuoso che, come effetto, produce un miglioramento continuo delle prestazioni dello stesso sistema.

Quest'obiettivo viene raggiunto mediante diversi strumenti: valutazioni interne e audit, verifiche di sistema, mirate e conoscitive, incluso il monitoraggio continuo degli indicatori di performance e dell'efficacia delle azioni mitigatrici, ma soprattutto con una cultura del personale devota per l'appunto al Kaizen.

*La Sicurezza del Volo si ottiene anche con il miglioramento continuo dei processi interni*

Quindi, se i processi di un qualsiasi ente aeronautico riuscissero ad abbracciare appieno questa filosofia,

<sup>2</sup> Doc. 9859 "Safety Management Manual", International Civil Aviation Organisation (ICAO).

oltre a una maggior sicurezza, si conseguirebbe una maggior efficienza dell'intera organizzazione: quindi, in linea di principio si coglierebbero due piccioni con una fava!

Immaginate di operare in un ambiente dove si consegua progressivamente un maggiore output a parità di risorse finanziarie, umane e materiali... riducendo sprechi e inefficienze.

Il tutto incorniciato da operazioni ai massimi livelli di sicurezza.

Utopia? No, è del tutto possibile.

Oltre alla Toyota di cui parlavamo prima, ci sono molte altre compagnie che hanno abbracciato questa filosofia gestionale: parliamo di colossi come Sony, Canon, Honda, Samsung, Panasonic (guarda caso tutti giapponesi tranne una sudcoreana) dei cui risultati siamo stati tutti testimoni.

Esistono anche diverse realtà imprenditoriali in tutto il mondo, che grazie ai principi del Kaizen hanno aumentato la loro efficienza, migliorando l'ambiente lavorativo e incrementando il fatturato.

Come esempio possiamo prendere l'italiana San Benedetto SpA, che ha adottato il Kaizen nel 2011 e ha vinto il *Global Kaizen Award* nel 2022 con il programma "operazione eccellenza". Questo programma ha spinto su tre aspetti:

- la diffusione della cultura Kaizen in tutte le funzioni aziendali;
- l'implementazione di team Kaizen interfunzionali e la formazione di coach Kaizen nelle funzioni aziendali, fondamentali per diffondere la cultura Kaizen;
- la ricerca dell'innovazione per rafforzare i risultati conseguiti e ottenere un vantaggio competitivo.

Il loro Kaizen manager spiega che "i pilastri su cui si è basata quest'operazione sono tre: l'efficienza economica della gestione dei processi, la sostenibilità ambientale e sociale, e la *digital transformation*".

Nel caso di San Benedetto, dopo aver avviato il programma di miglioramento continuo ha visto un crescendo di fatturato fino a divenire la prima società di produzione di acque minerali in Italia, con un fatturato di oltre un miliardo di euro nel 2023.

*"Stimoliamo ad alzare sempre l'asticella per un miglioramento delle prestazioni che non ha mai fine: evoluzione continua nella direzione che i clienti chiedono"*

In conclusione, l'applicazione del miglioramento continuo nel settore operativo aeronautico è un'ottima prospettiva per rafforzare anche la sicurezza del volo.

Questo approccio permetterebbe di ridurre gli sprechi, abbattere i costi operativi e garantire una gestione del rischio accurata. Inoltre, creerebbe un ambiente di lavoro confortevole e stimolante: sappiamo quanto ciò sia importante per ridurre il numero di errori umani.

Il miglioramento continuo, inoltre, è già contemplato dalle attuali convenzioni internazionali ed è stato integrato concettualmente nei processi di gestione dell'FSMS.

Tuttavia, come evidenziato nel caso di San Pellegrino, raggiungere l'eccellenza in questo settore richiede anni di impegno costante e dedizione.

È un risultato che va coltivato con pazienza e determinazione, ma con la certezza che i risultati arriveranno.



# ANATOMIA

## Incidente di Volo BOEING 737 MAX

del Col. (r) Fausto Schneider



Foto: Tomás Del Coro from Las Vegas, Nevada, USA, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons

“Entrato in servizio nel 2017, il Boeing 737 MAX, venne messo a terra in tutto il mondo a marzo 2019 dopo che due incidenti causarono la morte di 346 persone: i voli JT610 ed ET302”.

### PREMESSA

Quando il colosso americano dell'aviazione lanciò il 737 Max 8, lo propose come il jet più efficiente mai immesso sul mercato, merito dei nuovi motori che consentivano un risparmio di carburante pari al 13% rispetto al predecessore, il 737 NG<sup>1</sup>.

I motori CFM *International LEAP (Leading Edge Aviation Propulsion)* montati sul 737 MAX, caratterizzati da un rapporto di *bypass* più elevato e una struttura più grande rispetto ai motori dei precedenti modelli Boeing 737, furono posizionati più in alto e più avanti sull'ala. Ciò destabilizzava il beccheggio dell'aeromobile, portandolo, a parità di velocità, ad angoli di attacco (*Angle of Attack - AoA*) più elevati a causa della variata aerodinamicità del velivolo.

<sup>1</sup> Dominic Gates and Mike Baker, "The inside story of MCAS: How Boeing's 737 MAX system gained power and lost safeguards," *The Seattle Times*, June 22, 2019 (Updated: June 24, 2019).

Per ovviare all'inconveniente, Boeing decise quindi di installare negli aerei un *software* anti-stallo, che abbassasse automaticamente il muso dell'aereo quando l'AoA, cioè l'angolo tra il flusso d'aria e l'ala, fosse risultato troppo elevato, comportando il rischio di stallo aerodinamico.

L'introduzione del sistema di controllo automatico ***Maneuvering Characteristics Augmentation System (MCAS)*** avrebbe dovuto correggere il comportamento instabile del velivolo solo in alcune circostanze del suo inviluppo di volo, attivando gli stabilizzatori orizzontali di coda solo dopo aver confrontato i dati di un sensore di AoA e di un accelerometro.

**È esattamente il malfunzionamento di questo sistema, che si caratterizza come un *Single Point of Failure (SPOF)*, che ha causato la caduta del Lion Air 610 e dell'Ethiopian Airlines 302.**

### 1° CASO - LION AIR 610

Il volo Lion Air 610 era un volo di linea passeggeri della compagnia aerea indonesiana che collegava l'aeroporto Internazionale di Giacarta-Soekarno-Hatta e l'aeroporto Depati Amir di Pangkal Pinang.

Il 29 ottobre 2018, un Boeing 737 MAX 8 che percorreva tale tratta precipitò in mare poco dopo il decollo da Giacarta, causando la morte di tutte le 189 persone a bordo.

Al momento dell'incidente, l'aereo aveva accumulato circa 800 ore di volo.

Questo fu il primo disastro di un Boeing 737 MAX dall'entrata in servizio il 22 maggio 2017 e il peggiore di un Boeing 737.

### INVESTIGAZIONE

Il *National Transportation Safety Committee (NTSC)* indonesiano pubblicò la relazione finale sull'incidente il 25 ottobre 2019, la cui dinamica è di seguito descritta.

Il 28 ottobre 2018, il giorno prima dell'incidente, un meccanico di Denpasar, in Indonesia, aveva sostituito il sensore AoA sul lato sinistro dell'aereo prima del suo volo di 90 minuti da Denpasar a Giacarta.

Il meccanico aveva utilizzato un AoA ricondizionato, sensore che era stato precedentemente utilizzato su un aereo Boeing 737-900ER (NG) operato dalla compagnia sorella malese di Lion Air, Malindo Air, e ricostruito alla fine del 2017 da Xtra Aerospace a Miramar, in Florida. Durante il volo per Giacarta, l'MCAS si attivò sulla base

di una lettura errata del sensore AoA appena installato e comandò allo stabilizzatore orizzontale di abbassare il muso, mentre i piloti lottavano contro di esso per stabilizzare l'aereo.

In questo caso, un terzo pilota all'interno della cabina di pilotaggio, avendo riconosciuto ciò che stava accadendo, fornì istruzioni ai due piloti titolari consentendo loro di riprendere il controllo dell'aereo, attraverso la pressione di due interruttori di "esclusione del trim dello stabilizzatore", rimuovendo così alimentazione elettrica proveniente dal controllo di volo che l'MCAS stava erroneamente fornendo.

Il 29 ottobre 2018, giorno dell'incidente, il volo Lion Air 610 partì regolarmente da Giacarta.

Ancora una volta, il sensore AoA forniva informazioni imprecise al computer di controllo del volo che attivava di conseguenza l'MCAS per movimentare a picchiare lo stabilizzatore orizzontale e spingere il muso dell'aereo verso il basso.

Ciò avveniva più di 20 volte, mentre i piloti lottavano per mantenere il controllo dell'aereo.

Sfortunatamente, poiché il precedente equipaggio di volo non aveva documentato l'utilizzo degli interruttori di esclusione del trim dello stabilizzatore per risolvere

la stessa condizione, né essa era nota agli equipaggi di volo e, inoltre, non vi erano indicazioni su come reagire a tale evento nel manuale di pilotaggio, il nuovo equipaggio di volo non disponeva di informazioni che avrebbero potuto aiutarlo a risolvere il problema.

In mezzo a una moltitudine di avvisi e allarmi confusi in cabina di pilotaggio, lo stabilizzatore orizzontale portò l'aereo a un assetto a picchiare dal quale i piloti non furono in grado di riprendersi, concludendosi con un CFIT (*Controlled Flight into Terrain*).

Ciò riportato, nella relazione del NTSC vennero individuati nove fattori che contribuirono all'accaduto.

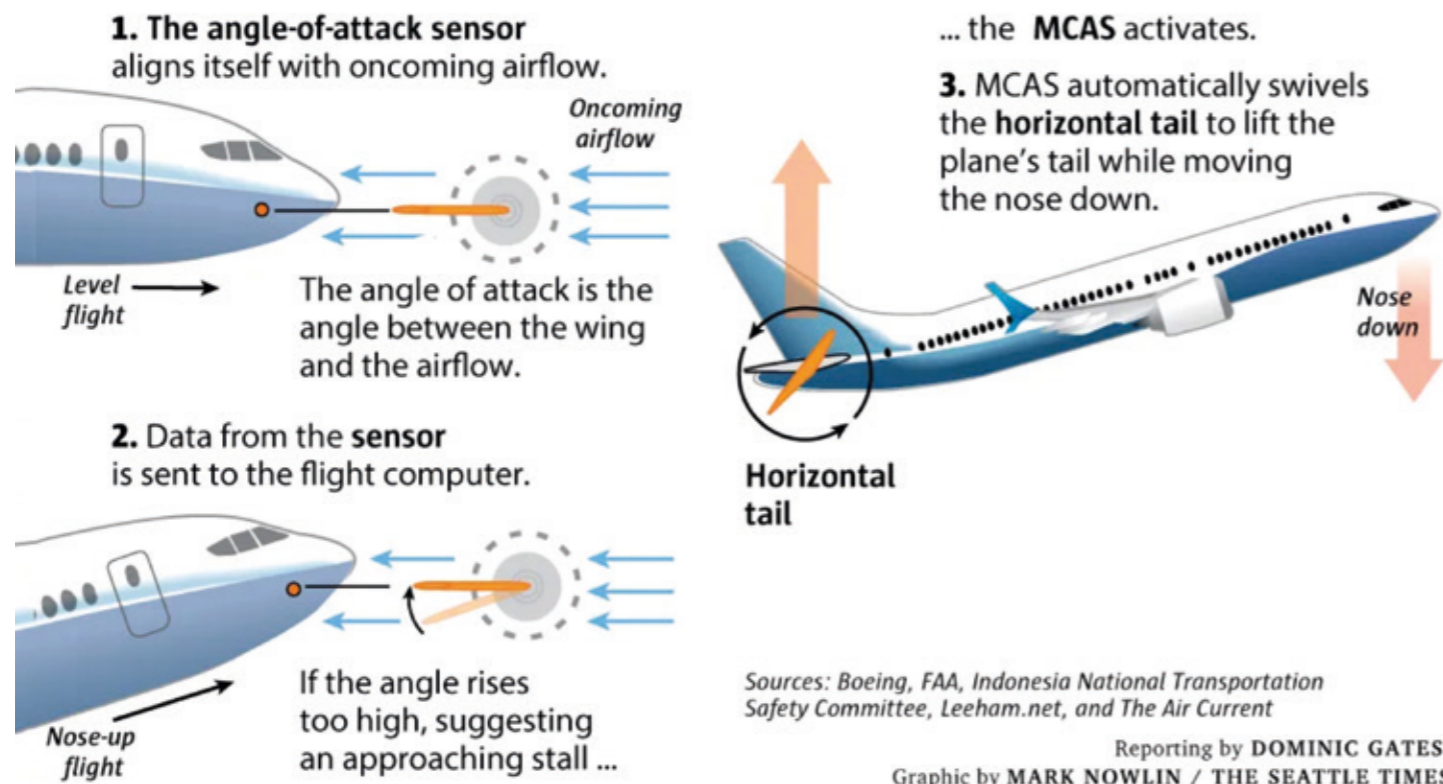
Essi sono definiti come azioni, omissioni, eventi, condizioni o una loro combinazione, che, se eliminati, evitati o assenti, avrebbero ridotto la probabilità dell'incidente o mitigato la gravità delle sue conseguenze. L'elenco si basa sull'ordine cronologico e non rappresenta il grado di contributo:

- durante la fase di progettazione e la certificazione del Boeing 737-8 (MAX), il costruttore ha basato lo sviluppo del sistema ipotizzando varie azioni dell'equipaggio in risposta a eventuali guasti; sebbene coerenti con le attuali linee guida del settore, queste ipotesi si sono rivelate errate;



Di PK-REN from Jakarta, Indonesia – Lion Air Boeing 737-MAX8; @CGK 2018, CC BY-SA 2.0 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73958203>

## How the MCAS (Maneuvering Characteristics Augmentation System) works on the 737 MAX



- sulla base delle ipotesi errate riguardo alle risposte dell'equipaggio e di una revisione incompleta degli effetti associati, l'affidamento del MCAS a un singolo sensore AoA fu ritenuto appropriato e soddisfò tutti i requisiti di certificazione;
- il MCAS venne progettato per fare affidamento su un singolo sensore AoA, rendendolo vulnerabile a input errati nel caso il sensore fosse stato affetto da guasti;
- l'assenza di linee guida sul MCAS e l'assenza di una spiegazione più dettagliata sull'uso del trim nei manuali di volo e nell'addestramento dell'equipaggio, rese più difficile una risposta adeguata dei piloti agli errori del MCAS;
- la spia di avviso AoA *Disagree* non venne programmata e abilitata correttamente durante lo sviluppo del Boeing 737-8 (MAX). Di conseguenza, non apparve mai durante i voli con il sensore calibrato in modo non corretto, non venne mai documentato dagli equipaggi e, a causa di questo, non fu mai reso noto ai tecnici della manutenzione per aiutarli a identificare la sua errata calibrazione;
- il sensore AoA sostitutivo che venne installato sull'aereo coinvolto nell'incidente era stato tarato male durante una precedente riparazione. L'errata calibrazione non venne rilevata;

- l'inchiesta non fu in grado di determinare se il test di installazione del sensore AoA fosse stato eseguito correttamente;
- la mancanza di documentazione nel registro di volo e in quello di manutenzione dell'aeromobile riguardo ai continui *stick shaker* e alla procedura di disattivazione dell'autocontrollo dei trim, significava che le informazioni non erano disponibili né per gli operai della manutenzione a Giacarta né per i piloti degli aerei, rendendo più difficile per ciascuno di loro intraprendere le azioni appropriate;
- i molteplici allarmi, le ripetute attivazioni del MCAS e le distrazioni relative alle numerose comunicazioni con i controllori di volo non furono gestiti in modo adeguato. Questo a causa della difficile situazione nella quale i piloti dovettero misurarsi: si trovarono a gestire manualmente il velivolo nel tentativo di riprendere il controllo, dovettero eseguire checklist per condizioni atipiche (le NNC, Non-Normal Checklists) e gestire le comunicazioni con l'equipaggio; la gestione delle risorse in cabina (CRM, Crew Resource Management) si rivelò inefficace e l'elevato carico di lavoro non venne affrontato in modo efficiente.

## 2° CASO - ETHIOPIAN AIRLINES 302

Quasi cinque mesi dopo l'incidente della Lion Air, il 10 marzo 2019, un malfunzionamento del sensore dell'AoA e la successiva attivazione dell'MCAS causarono nuovamente lo schianto di un 737 MAX, identificato come volo 302 dell'Ethiopian Airlines, che era in linea da quattro mesi.

Il volo 302 decollò dalla capitale etiopie alle 08:38 ora locale e un minuto dopo, il copilota, riferiva alla torre che stavano riscontrando "problemi di controllo".

Due minuti dopo il decollo, il sistema MCAS dell'aereo si attivò, portando il velivolo in assetto di picchiata verso il suolo. I piloti tentarono di riprendere il controllo e riuscirono a impedire che il muso del 737 si abbassasse ulteriormente, ma l'aereo continuava a perdere quota.

Il MCAS si riattivò, portando l'aereo ancora più in basso. I piloti azionarono quindi una coppia di interruttori allo scopo di disattivare i motori elettrici del trim, disabilitando anche il software del MCAS.

Tuttavia, spegnendo il trim elettrico, venne persa la capacità di posizionare lo stabilizzatore in una posizione neutra utilizzando l'interruttore.

L'unico modo per fare ciò era girare una "ruota" manualmente, ma, poiché lo stabilizzatore è situato di fronte all'equilibratore, forti forze aerodinamiche stavano

spingendo su di esso, aggravate anche dal fatto che i piloti avevano inavvertitamente lasciato i motori alla massima potenza, quella di decollo, quindi non si riuscì a riportare lo stabilizzatore in posizione neutra.

A tre minuti dalla partenza, con l'aereo che continuava a perdere quota e ad accelerare oltre i limiti consentiti, il comandante incaricò il primo ufficiale di chiedere l'autorizzazione al controllore del traffico aereo di tornare all'aeroporto.

Seguendo le istruzioni riportate, i piloti virarono verso est, rollando a destra. L'ala destra si abbassò mentre la virata si inaspriva.

Alle 08:43, dopo aver lottato per impedire al muso dell'aereo di abbassarsi ulteriormente tirando a sé la barra di comando, il comandante chiese al primo ufficiale di aiutarlo e riaccese il sistema elettrico del trim, nella speranza che gli permettesse di mettere lo stabilizzatore in assetto neutro.

Tuttavia, riaccendendo tale dispositivo, riattivò anche il MCAS, che spinse di nuovo il muso del jet verso il basso.

Il comandante e il primo ufficiale tentarono di alzarlo, inutilmente, tirando manualmente le cloche.

L'aereo scomparve dagli schermi radar e si schiantò alle 08:44 circa, sei minuti dopo il decollo. I dati di tracciamento mostravano che l'altitudine e la velocità verticale del 737 MAX erano fluttuanti.

## INVESTIGAZIONE

Il 4 aprile 2019 l'autorità aeronautica etiopie pubblicò il rapporto preliminare sull'incidente.

Sulla base delle informazioni recuperate durante la prima fase delle indagini (tra cui i dati ricavati dalla lettura delle scatole nere), emergeva che poco dopo il decollo il sensore sinistro dell'indicatore dell'angolo di incidenza iniziava a fornire dati di assetto incongruenti, attivando un avvisatore di stallo (*stick shaker*) sui comandi del pilota seduto a sinistra, che rimase acceso fino alla fine del volo.

Dopo la disconnessione dell'autopilota, per quattro volte e senza intervento del pilota, venne impostato dal sistema di controllo di volo un movimento a picchiare che comportò l'attivazione, per tre volte, del motore del trim dello stabilizzatore.

I dati del registratore di volo mostrarono che l'equipaggio tentò di contrastare queste manovre automatiche agendo (con un comando a cabrare) sugli interruttori elettrici del trim posti sul volantino, senza riuscire però ad annullare completamente l'azione del sistema di controllo.

Seguendo le indicazioni previste dal costruttore, l'equipaggio disconnetteva quindi elettricamente il motore del trim dello stabilizzatore e provò a portarlo nella corretta posizione con il trim manuale, senza tuttavia riuscire, probabilmente a causa delle notevoli forze aerodinamiche generate a quelle velocità e in quell'assetto.

Il 9 marzo 2020, NTSB, BEA e ICAO pubblicarono un rapporto intermedio, i cui elementi salienti sono qui riportati:

- l'aereo non aveva problemi tecnici prima della partenza; il peso e centro di gravità erano entro i limiti;
- il decollo, l'inizio della salita e i primi rilevamenti dai sensori AoA furono normali. Durante la corsa di decollo, i motori erano stabilizzati al 94%. Da questo punto e per la maggior parte del volo, la loro potenza rimase impostata al 94%;
- poco dopo, durante la salita, i due sensori AoA cominciarono a mostrare valori differenti. Quello sinistro mostrava un valore errato di 74,5°, mentre quello destro 15,3°. La differenza tra i due sensori risultava essere di 59° ed è rimasta così fino alla fine delle registrazioni;
- appena dopo che il sensore AoA sinistro aveva cominciato a mostrare valori errati, si era attivato lo *stick shaker* di sinistra, che rimase attivo fino alla fine delle registrazioni. Le barre di beccheggio del *flight director* (F/D) scomparvero da entrambi i *Primary Flight Displays* (PFD). Dopo aver superato i 400 piedi (120 m), riapparvero;
- immediatamente dopo il malfunzionamento del sensore AoA sinistro, i valori errati condizionarono le indicazioni di beccheggio dei computer del comandante, e le barre di beccheggio dei *flight director* di destra e di sinistra mostravano informazioni differenti;
- approssimativamente cinque secondi dopo i comandi manuali di trim up, l'MCAS diede un terzo comando automatico di "nose down" (muso in giù). Lo stabilizzatore dell'aereo non si era mosso, in quanto gli interruttori

dei trim erano in posizione di *cutout* (disattivati);

- l'allarme di *overspeed* (velocità troppo elevata) di destra si attivò, rimanendo attivo fino alla fine delle registrazioni. Le indicazioni di velocità di destra variavano tra 360 nodi (670 km/h) e 375 nodi (694 km/h), quelle di sinistra tra 335 nodi (620 km/h) e 350 nodi (650 km/h);
- approssimativamente cinque secondi dopo l'ultimo input elettrico manuale al trim, l'MCAS diede un quarto comando automatico di "nose down" (muso in giù). Lo stabilizzatore si spostò da 2,3 a 1 unità. La velocità verticale diminuì fino a diventare negativa 3 secondi dopo l'attivazione del MCAS;
- l'addestramento sulle differenze tra i 737 NG e i 737 MAX fornito dal costruttore non era stato inadeguato;
- il messaggio di allarme AoA *Disagree* non apparve sugli schermi dell'aereo coinvolto nell'incidente, come invece descritto dal manuale per l'equipaggio;
- la funzionalità dell'*Air Data Inertial Reference Unit* (ADIRU) di rilevamento guasti dell'AoA non considerò i dati provenienti dal sensore AoA sinistro come errati, in quanto considerati tali solo quando fuori da un range fisicamente accettabile. Quindi, nessun messaggio SPD o ALT apparve sui PFD;
- il design del MCAS, basato su rilevamenti da un solo sensore AoA, rendeva il sistema vulnerabile ad attivazioni indesiderate;
- questi specifici scenari di malfunzionamenti che hanno portato a un'attivazione indesiderata del MCAS, come valori errati provenienti dal sensore AoA, non sono stati simulati durante la valutazione dei pericoli funzionali. Di conseguenza, gli effetti nella cabina di pilotaggio (come gli allarmi di *IAS Disagree* e *ALT Disagree*, e l'attivazione dello *stick shaker*) causati dallo stesso malfunzionamento non furono simulati e documentati. Vennero inoltre proposte alcune raccomandazioni di sicurezza:
- il progetto del MCAS avrebbe dovuto prendere in considerazione i dati provenienti da entrambi i sensori AoA, o da un altro sensore indipendente, allo scopo di creare ridondanza;
- l'Autorità regolatrice avrebbe dovuto confermare che tutte le probabili cause di guasto erano state prese in considerazione durante la valutazione dei pericoli funzionali;
- il costruttore avrebbe dovuto assicurare che la velocità operativa minima calcolata dal *Stall Manager Yaw Damper* (SMYD) fosse compresa all'interno di un range logico. Ci sarebbe dovuta essere anche una logica per convalidare il calcolo;
- l'addestramento avrebbe dovuto includere sessioni al simulatore per familiarizzare con il MCAS e i suoi malfunzionamenti. L'addestramento al simulatore sarebbe dovuto essere in grado di simulare malfunzionamenti al sensore AoA;
- il costruttore avrebbe dovuto confermare che la spia di allarme di AoA *Disagree* fosse funzionante, anche se il sensore AoA opzionale non era stato installato.







## FATTORI CONTRIBUTIVI

I fattori contributivi di carattere progettuale, tecnico e procedurale che sono stati precursori di questi incidenti sono i seguenti:

- il progetto MCAS si basava su un singolo sensore AoA, rendendolo vulnerabile a input errati dal sensore (SPOF);
- durante il processo di progettazione, Boeing non aveva considerato il potenziale rischio conseguente all'attivazione non comandata dell'MCAS, ipotizzando che i piloti l'avrebbero riconosciuto e affrontato attraverso l'uso normale della barra di controllo e del trim elettrico manuale. L'OMB<sup>2</sup> (*Operations Manual Bulletin*) e l'AD<sup>3</sup> (*Airworthiness Directive*) di emergenza, emessi dopo l'incidente della Lion Air,

<sup>2</sup> A seguito dell'analisi preliminare dei dati, il 7 novembre 2018 Boeing ha emesso un *Operations Manual Bulletin (OMB)* a tutti gli operatori del Boeing 737 MAX affermando che l'indagine sull'incidente del PK-LQP ha rilevato che uno dei sensori dell'angolo di attacco (AoA) ha fornito letture errate, che potrebbero aver determinato l'intervento involontario del sistema di assetto dell'aereo a picchiare (durante il volo manuale). L'OMB ha indirizzato "gli operatori a considerare di implementare procedure esistenti per affrontare le circostanze in cui vi è un input errato da un sensore AoA".

<sup>3</sup> Il 7 novembre 2018 la FAA ha pubblicato la Direttiva sull'aeronavigabilità di emergenza (EAD) 2018-23-51 riguardante tutti gli aeromobili Boeing 737 Max con la seguente motivazione: "Questa AD di emergenza è stata generata da un'analisi eseguita dal produttore che mostra che se un input del sensore di angolo di attacco singolo (AoA) erroneamente generato viene ricevuto dal sistema di controllo di volo, esiste il rischio di ripetuti comandi di trim dello stabilizzatore orizzontale a picchiare. Questa condizione, se non affrontata, potrebbe causare difficoltà all'equipaggio di volo nel controllo dell'aereo e determinare un eccessivo assetto a picchiare, significativa perdita di quota e possibile impatto con il terreno. La FAA AD ha inoltre richiesto la revisione di alcune limitazioni e procedure operative dell'AFM per fornire all'equipaggio di volo procedure di gestione d'assetto dello stabilizzatore orizzontale fuori controllo da seguire in determinate condizioni. L'EASA ha approvato l'AD della FAA e lo ha pubblicato sul sito web dell'EASA lo stesso giorno della FAA.

includevano indicazioni ma non sortivano l'effetto di prevenire un altro incidente correlato all'MCAS (Ethiopian Airlines 302);

- sebbene Boeing avesse considerato la possibilità di un'attivazione non desiderata del MCAS come parte del suo FHA (*Functional Hazard Assessment*), non aveva valutato tutti i potenziali allarmi e indicazioni che avrebbero potuto accompagnare un guasto del MCAS;
- il contributo dell'MCAS sugli effetti cumulativi dell'AoA non era stato valutato;
- l'effetto combinato di avvisi e indicazioni che influirono sul mancato riconoscimento della situazione da parte degli equipaggi e sulla priorità della procedura non erano stati valutati dal produttore;
- l'assenza del flag di avviso AoA *Disagree* (differenza di segnale proveniente da differenti sensori) sui display di volo (PFD);
- l'addestramento CBT (*Computer-Based Training*) del B737 MAX preparato da Boeing e consegnato ai piloti non copriva il sistema MCAS;
- mancata progettazione da parte del produttore dell'addestramento al simulatore per i piloti per quanto riguardava i sistemi critici per la sicurezza come MCAS con conseguenze catastrofiche in caso di attivazione indesiderata;
- il produttore non aveva fornito all'equipaggio le procedure relative al funzionamento del MCAS durante l'addestramento o nel FCOM;
- mancata risposta da parte del produttore alle

## CONCLUSIONI

questioni cruciali per la sicurezza sollevate dalla compagnia aerea che avrebbero eliminato la confusione dell'equipaggio e favorito la definizione delle priorità dei compiti.

Il 16 settembre 2020 la Commissione per i trasporti e le infrastrutture della Camera dei rappresentanti degli Stati Uniti ha inoltre pubblicato un rapporto finale sulla cultura della sicurezza volo sia della Boeing che della FAA che hanno portato agli incidenti della Lionair e dell'Ethiopian Airlines, che ha concordato con le investigazioni sul fatto che i dati AoA errati che attivarono erroneamente l'MCAS ebbero un ruolo critico in entrambi gli anomali malfunzionamenti del sistema MCAS dei 737 MAX. Inoltre, è emerso che c'erano ulteriori fattori contributivi di tipo organizzativo che hanno facilitato l'accaduto:

- pressioni sulla produzione per competere con il nuovo aeromobile A320neo di Airbus;
- presupposti di progettazione errati;
- cultura dell'occultamento di Boeing per aver nascosto informazioni cruciali alla FAA, ai suoi clienti e ai piloti del 737 MAX, inclusi i dati di test interni;
- la struttura di supervisione della FAA rispetto a Boeing creava conflitti di interesse intrinseci: ad es. dipendenti Boeing vennero autorizzati a eseguire lavori per conto della FAA;;
- l'influenza di Boeing sulla struttura di supervisione della FAA.

Si è trattato, come spesso accade in questi tragici incidenti, della concatenazione di una serie di eventi (errori attivi - *active failures* e condizioni latenti - *latent conditions*) dove l'uomo ha comunque esercitato il suo ruolo: progettazione non a prova di Murphy, *risk assessment* carente, attività degli enti di certificazione inadeguata, unico sensore AoA sinistro malfunzionante (SPOF), difetti di qualità della produzione, non osservanza delle misure di sicurezza, manualistica carente, addestramento carente e poca esperienza dei piloti.

Lo SPOF, in questo caso, è stato il *trigger*, il *top event*, il momento nel quale si è perso il controllo del velivolo, ma come abbiamo avuto modo di vedere, tutto ciò che ruotava intorno alla produzione e operazione di questi velivoli aveva avuto o soffriva di numerose falle di progettazione, organizzative e addestrative.

Ciò non solo ha reso praticamente impossibile prevenire le avarie, ma ha anche messo l'equipaggio in condizioni non ottimali per recuperare l'assetto di volo adeguato dopo l'evento.

Insomma, un mix di precursori che non aveva incognite sul SE l'incidente sarebbe potuto avvenire, ma solamente sul QUANDO sarebbe accaduto.

A freddo, riflettiamo sulle numerose attività che svolgiamo durante il nostro lavoro quotidiano: siamo veramente sicuri di non lasciare per strada, come farebbe Pollicino, dei precursori tali da consentire al personale di prima linea di commettere errori che prima o poi si materializzeranno in un incidente?



# Risk Fighting

In questa rubrica proponiamo alcuni brevi inconvenienti di volo accaduti sia in tempi recenti, sia in passato nella consapevolezza che eventi di safety simili si ripetono periodicamente, mentre generalmente cambiano solo gli attori o gli assetti coinvolti.

L'obiettivo è fornire spunti di riflessione per ciascuno di noi allo scopo di evitare che simili episodi possano ripetersi, nel quadro dell'auspicato miglioramento continuo che giorno dopo giorno ci porti a condurre operazioni nella massima sicurezza possibile.



Cartografia



Statistiche



Scheda  
Ore Volo



Nuovo  
Inconven...



Dashboard



Docume...

## AT-339A PAN (Fattore Tecnico)

Durante un volo di addestramento acrobatico sul cielo campo, la biga comunicava via radio al velivolo in volo l'incomprensibilità delle trasmissioni da parte del pilota.

In particolare, su tutte le frequenze a disposizione la biga e la torre ricevevano comunicazioni a tratti o solo la portante in trasmissione. La ricezione incostante sembrava dipendere dalla distanza del velivolo dalla pista.

Il pilota, pur non avendo alcun problema in ricezione ed eseguiti più volte i controlli delle connessioni, non riuscendo a ristabilire un contatto radio in trasmissione stabile e continuo, decideva di interrompere la missione.

La biga, in contatto sia radio, sia telefonico con la torre, richiedeva l'autorizzazione all'atterraggio per il velivolo. L'autorizzazione veniva trasmessa anche via radio sulla frequenza della biga e su quella di torre.

Il pilota, ricevuta l'autorizzazione, estraeva il carrello e si riportava in finale per l'atterraggio.

## VC-180A (Fattore Tecnico)

Durante i controlli previsti dalla *cockpit preparation checklist*, l'equipaggio constatava un *output* elettrico derivante dai generatori con entrambi i motori spenti.

Proseguendo i controlli venivano rilevati ulteriori dati poco verosimili, tra cui la temperatura esterna e la temperatura della batteria. L'equipaggio procedeva a porre la batteria in posizione OFF e a far staccare la GPU

prima di effettuare nuove verifiche. Dopo aver riposizionato l'interruttore della batteria su ON e riscontrato che le anomalie persistevano, l'equipaggio decideva correttamente di interrompere la missione.

A posteriori si è scoperto che l'anomalia era derivata da contatti elettrici che necessitavano di pulizia.

## HH-139A (Fattore Umano)

Al rientro da una missione addestrativa Notturna NVG, con l'elicottero fermo al parcheggio, durante la fase di spegnimento dei motori, il *Pilot Not Flying* (PNF) portava gli *Engine Mode Selector* direttamente nella posizione di OFF, anziché metterli nella posizione prevista di IDLE, causando l'arresto immediato dei motori.

Lo spegnimento avveniva senza ulteriori complicazioni.

## VC-180A (Fattore Tecnico)

Durante una missione di addestramento alla navigazione, in fase di deconfigurazione a seguito di una procedura strumentale, l'equipaggio si accorgeva del permanere accesa della spia rossa "LH" sulle indicazioni carrello.

Mantenendo una velocità inferiore ai 180 kias (VLO) l'equipaggio riciclava il carrello e verificava che la spia non si spegneva quando il carrello veniva retratto.

Sospettata un'errata chiusura del portellone associato alla gamba sinistra del carrello, veniva presa la decisione di rientrare alla base con il carrello retratto e la spia rossa "LH" sempre accesa, mantenendo una velocità inferiore a 180 Kias e spegnendo precauzionalmente la pompa idraulica associata all'impianto.

Giunti nell'ATZ dell'aeroporto, l'equipaggio configurava l'aeroplano e riattivava la pompa idraulica, verificando l'accensione delle tre luci verdi, e procedeva all'atterraggio senza ulteriori inconvenienti.

Ultimati i controlli post-atterraggio, l'equipaggio e la manutenzione constatavano che il gancio associato alla movimentazione della gamba carrello di sinistra non era nella posizione prevista e ostacolava la completa retraction del portellone.

## ATM (Fattore Umano)

Il leader della formazione di due F-2000A, durante la salita autorizzata fino a FL160 dopo il decollo, mentre attraversava FL090 rilevava una traccia sul radar allo stesso livello a 40° a destra rispetto alla propria posizione, distante 7NM, con prua convergente. Il leader chiedeva informazioni sul traffico all'Ente del controllo aereo che confermava la presenza del traffico ormai a 11000ft/4NM. Contestualmente attraversando FL115 il

leader, acquisendo visivamente il traffico alle proprie ore tre leggermente più in basso, istruiva il gregario ormai prossimo a ricongiungersi, a incrementare il più velocemente il rateo di salita fino a superare 11000ft. Una volta superato quel livello, la missione proseguiva come pianificato.

## F-2000A (Fattore Ambientale/Umano)

Il velivolo leader e il velivolo gregario, posizionato in una *radar trail* a 3 NM dal leader, si dirigevano all'atterraggio volando la procedura ILS pubblicata per la pista in uso.

Il velivolo leader veniva avvisato dalla torre di controllo delle condizioni della pista che veniva dichiarata bagnata con una buona *braking action*.

Volando la procedura fino alle minime, una volta in contatto visivo con la pista, il leader eseguiva l'atterraggio, con velocità e angolo di attacco corretti nei primi 1000 ft di pista.

Iniziando la corsa di decelerazione il pilota riscontrava una frenata del velivolo poco efficace, che diventava quasi nulla a seguito di decisi sobbalzi del dovuti alla condizione del manto della pista.

Resosi conto di non riuscire a portare ad arresto il velivolo nella pista rimanente, il pilota decideva di estrarre il gancio e di attuare la procedura di ingaggio cavo.

Il pilota avvisava la torre e il gregario ancora in volo della situazione.

Il velivolo, una volta ingaggiato il cavo, si arrestava in pista senza ulteriori imprevisti. A seguito di ciò, il gregario si dirigeva all'alternato.

## HH-212 (Fattore Umano)

L'aeromobile contattava Sigonella TWR sul VRP "CCS3" a 500 ft, senza coordinamento preventivo da parte di Catania TWR.

## KC-767 (Fattore Umano)

Dopo il *touchdown*, in fase di decelerazione, il velivolo si fermava oltre la *Bliss-bak* localizzata dopo il fine pista.

Il personale CTA/TWR, notando l'*excursion* del velivolo, dopo averlo istruito a un contropista per raggiungere il piazzale "ZULU", chiedeva conferma del transito sopra al cavo di arresto.

Dopo aver ricevuto conferma, i CTA/TWR informavano dell'accaduto il personale del nucleo barriera per un controllo sul sistema d'arresto.

La verifica confermava l'assenza di danni alla *Bliss-bak* così come l'equipaggio comunicava di non aver alcun problema all'aeromobile.

Inconvenienti  
di Volo

Segnalazioni  
Sicurezza  
Volo

# SS IdV

## Ispettorato Sicurezza Volo

Capo 2° Ufficio Investigazione  
tel. 600 5887 - +39 06 4986 5887  
fax +39 06 4986 6857  
sicurvol.2uf@aeronautica.difesa.it

Il Vice Capo Ufficio  
tel. 600 5607 - +39 06 4986 5607

1ª Sezione Velivoli da Combattimento  
tel. 600 6647 - +39 06 4986 6647

2ª Sezione Velivoli da Supporto e A.P.R.  
tel. 600 5607 - +39 06 4986 5607

3ª Sezione Elicotteri  
Tel. 600 6754 - +39 06 4986 6754

4ª Sezione Fattore Tecnico  
Tel. 600 3374 - +39 06 4986 3374

5ª Sezione Air Traffic Management  
Tel. 600 3375 - +39 06 4986 3375  
sicurvol.atm@aeronautica.difesa.it

## EA-200D

Durante la fase di avviamento, dopo l'accensione dell'*Auxiliary Power Unit (APU)*, l'equipaggio notava che tutte le utenze alimentate dai generatori ricevevano corrente elettrica.

Solo in quel momento il pilota realizzava che gli *switch* di entrambi i generatori erano già in posizione ON, mentre avrebbero dovuto essere in posizione OFF.

### CONSIDERAZIONI/RACCOMANDAZIONI

Il pilota, prima dell'accensione dell'APU, non verificava la posizione degli *switch* dei generatori che avrebbero dovuto essere su OFF. Il capo velivolo, in egual maniera, durante l'ispezione cabina, non verificava la posizione degli *switch*.

Si raccomanda di effettuare scrupolosamente tutti i controlli previsti prima dell'accensione dell'APU, ponendo particolare attenzione a quelli "routinari" che possono più facilmente indurre in errore.

Altresì, occorre non farsi condizionare da eventuale pressione operativa dedicando il giusto tempo per effettuare i controlli previsti.

Infatti, ricordarsi sempre che il "basico" torna utile soprattutto in situazioni di pressione operativa, in cui la fretta può portare a commettere errori o mancanze negli step di controlli e/o procedure.

Allo stesso modo, però, l'errore può verificarsi anche in situazioni di routine dove l'eccessiva confidence e il basso stress percepito può causare una mancanza di attenzione dedicata alle azioni che si stanno eseguendo.

In sostanza, si evidenzia di non abbassare mai la guardia sia in fasi di elevata pressione, sia di elevato rilassamento.

## MQ-9A

Durante la fase di decollo, poco dopo il distacco da terra, l'equipaggio udiva un *warning buzzer* nel cockpit e il *reader* notava l'accensione della spia "*flaps override*

- *automatic retract*": ciò accadeva perché il sistema, quando i flap sono estesi e la velocità eccede i 121 nodi, ne prende automaticamente il controllo al fine di evitare un *overspeed*.

Il *reader* istruiva il pilota a incrementare l'assetto verso i 10° *nose up* al fine di far scalare la velocità, che aveva rapidamente raggiunto i 126 nodi, mentre la leva dei flap veniva portata a 0°.

### CONSIDERAZIONI/RACCOMANDAZIONI

Il pilota, credendo di aver visto nel *warning panel* una spia indicante una perdita momentanea di *downlink*, ritardava la retrazione dei flap. Si ricorda che un'impostazione non immediata della corretta rampa di salita può portare a un rapido aumento della velocità oltre il quale interviene il sistema automatico di retrazione dei flap.

Inoltre, si pone enfasi sul processo di analisi della situazione per evidenziare come sia necessario fare un'attenta analisi di quello che sta succedendo, mediante controllo dell'*Head-Up Display (HUD)* e *Head-Down Display (HDD)*, lettura delle *warnings/cautions* e utilizzo del *Multi-Sensor Targeting System (MTS)*, condividendola per conferma con l'equipaggio, prima di svolgere una qualsiasi azione.

La carenza di *Crew Resource Management (CRM)*, unita alla canalizzazione dei task assolti in modo coordinato in maniera ottimale, pregiudica la condotta basica dell'aeromobile.

In questo caso il continuo *cross-check* degli strumenti tramite HUD e HDD, soprattutto in fasi delicate come il decollo e atterraggio, diventa prioritario rispetto ad altre azioni di minore importanza (conferma di veridicità della percezione di "avere visto una spia indicante la perdita momentanea del *downlink*").

Infine è importante ribadire che, qualora vi sia l'interruzione di un nostro *habit pattern* (es. potenziale spia accesa vs deconfigurazione velivolo dopo il decollo) è bene rientrare nel processo interrotto e confermare visivamente i controlli che si stavano/stanno effettuando. Ricordarsi infine che percezione e "*muscle memory*" spesso non corrispondono all'effettivo stato della configurazione attesa.

## AW-139B

Durante una missione addestrativa notturna SAR TERRA NVG, nella fase di recupero dell'Aerosoccorritore (ARS) con l'ausilio del verricello secondario, il *Pilot Monitoring (PM)* notava l'accensione della spia "hoist cut arm" sul *Caution Advisory System (CAS)*.

L'operazione di recupero veniva portata a termine, l'ARS si vincolava al cielo cabina e si procedeva con lo stivaggio del verricello.

Successivamente, veniva posizionato l'*hoist master* su OFF causando, di conseguenza, anche lo spegnimento della spia "hoist cut arm".

L'equipaggio, controllati tutti gli interruttori di comando del verricello presenti in cabina, ripristinava la posizione di sicurezza del comando per il trancio del cavo dell'Operatore di Bordo (OB).

### CONSIDERAZIONI/RACCOMANDAZIONI

È un evento causato da un uso non intenzionale dei comandi che regolano il funzionamento in emergenza del verricello. L'OB ha inavvertitamente alzato la copertura *safety guard* che arma il sistema di taglio del cavo del verricello, urtando il casco di volo con il pannello di comando.

Si ribadisce che in caso di inavvertita attivazione del sistema "hoist cut arm" si deve effettuare immediatamente il controllo degli interruttori presenti a bordo, mettere in sicurezza il personale eventualmente agganciato al verricello stesso e ripristinare le condizioni di sicurezza dell'impianto.

Va inoltre sottolineata l'importanza del PM quale pilota di sicurezza ed elemento in grado di controllare il CAS durante tutta la fase del verricello per la gestione di eventuali emergenze.

L'evento occorso evidenzia un'area di rischio relativa alle operazioni in cabina, che mette in relazione l'equipaggiamento individuale del personale con l'ergonomia degli apparati presenti a bordo.

Dall'analisi dell'inconveniente, si rileva quanto in ogni fase del volo sia necessario mantenere alta la concentrazione e fare attenzione ai movimenti che si compiono, soprattutto durante l'attività notturna.

Si rileva inoltre, la necessità di prestare sempre attenzione alla movimentazione del materiale all'interno del velivolo e confermare visivamente le azioni che si intendono compiere prima di agire su qualsiasi interruttore, aiutandosi ove possibile con l'ausilio dell'attrezzatura in dotazione o personale (tipo luci interno cabina, mag-lite, etc.).

La possibile interazione degli *switch* con l'equipaggiamento individuale ci suggerisce infine quanto sia fondamentale effettuare un accurato *body check* prima del volo.

## Fattore Tecnico

**A-319 CJ:** durante il volo di rientro in sede, per ritiro post-manutenzione in Ditta, l'equipaggio percepiva un fischio moderato, ma costante, proveniente dal finestrino dell'uscita di emergenza alare sinistra; tale rumore rimaneva fino all'atterraggio che si concludeva regolarmente.

Al rientro dal volo, il personale manutentore del Reparto rimuoveva il finestrino di emergenza riscontrando un non corretto posizionamento della guarnizione dello stesso. L'*Emergency Window* oggetto dell'inconveniente era stato rimosso nel corso della manutenzione svolta presso Ditta.

**FT-339C:** durante una prova funzionale periodica del sistema *Under Water Acoustic Beacon (UAB)* lo specialista si accorgeva che l'apparato installato aveva un P/N diverso da quello previsto; l'evento veniva attribuito all'errata installazione del particolare durante l'ultima ispezione presso la Ditta e l'errore veniva notato solo durante il primo intervento manutentivo presso il Reparto d'appartenenza in quanto i due particolari con P/N diversi risultano essere esternamente identici.

### CONSIDERAZIONI/RACCOMANDAZIONI

In entrambi gli eventi il personale manutentore riusciva a ripristinare l'efficienza dei rispettivi aeromobili: nel caso del velivolo A-319 CJ veniva reinstallata correttamente la guarnizione del finestrino mentre per il FT-339C veniva sostituito l'apparato fuori configurazione con il P/N corretto.

Inoltre, come ulteriore verifica e in ottica preventiva, veniva effettuato un controllo sugli aeromobili rientrati da poco da Ispezioni presso Ditta senza peraltro riscontrare ulteriori anomalie.

La raccomandazione generale è di esaminare con attenzione tutti i particolari installati sui velivoli durante le varie fasi manutentive e di segnalare prontamente eventuali problematiche riscontrate sugli aeromobili provenienti da lavorazioni effettuate presso le Ditte esterne.

L'attività di volo successiva a interventi manutentivi pesanti e invasivi, spesso a carico di organizzazioni esterne alla FA, deve essere supervisionata in maniera specifica; spesso queste manutenzioni comportano dei lunghi fermi macchina ed è tutt'altro che raro riscontrare problematiche varie (a carattere tecnico/umano), come quelle degli eventi descritti, insite proprio nella complessità e vastità delle attività effettuate sull'aeromobile.

Sebbene esistano molteplici barriere preventive, quali i Manuali Tecnici applicabili, *Job Guide*, procedure manutentive, Certificati d'Ispezione ecc., gli

eventi in esame mostrano come anche nelle azioni ritenute "semplici" (nel caso specifico l'installazione di una guarnizione e di un apparato) l'errore sia sempre possibile.

Anche in presenza di attività complesse (attività manutentive presso Ditta/Reparti di Manutenzione AM), non bisogna mai perdere di vista le attività routinarie e semplici che comportano statisticamente il più alto rateo di errore.

## ATM

Durante il rullaggio di alcuni velivoli impegnati nelle sortite pomeridiane, un mezzo del Gruppo Protezione delle Forze, durante un'esercitazione locale, a seguito dell'istruzione ricevuta di recarsi presso uno *shelter*, anziché procedere via perimetrale, impegnava l'area di manovra, attraversando la testata pista, senza il contatto radio con la torre e la prevista autorizzazione ATC.

Il personale di Torre rilevando la presenza del mezzo non autorizzato, prima dell'ingresso in pista, fermava il traffico in atto, al fine di garantire il rispetto della *safety*.

### CONSIDERAZIONI/RACCOMANDAZIONI

L'analisi dell'inconveniente ha evidenziato che il conducente del veicolo aveva conseguito la patente di guida per l'area di manovra nel precedente Ente di assegnazione. La *Military Airside Driving Certification (MADC)* è valida solo per la specifica area di manovra a cui si riferisce e in caso di cambio di aeroporto è necessario conseguirla nuovamente, a seguito del positivo completamento del corso previsto.

L'evento evidenzia l'importanza della formazione continua del personale conducente di mezzi, che operano (a vario titolo) sull'area di movimento e della specificità del rilascio e mantenimento della prevista MADC.

A seguito di un ulteriore approfondimento è emerso, inoltre, che il raccordo utilizzato dal veicolo era stato oggetto di recente rifacimento e che, seppur dotato della prevista segnaletica verticale ed orizzontale, risultava privo di indicazioni relative all'obbligatorietà del contatto radio per poter interessare l'area.

Tale cartellonistica, seppur non obbligatoria, ha dimostrato nel tempo di poter efficacemente ridurre il fenomeno delle *taxiway/runway incursion*, specialmente in situazioni caratterizzate da stress/pressione operativa (ad esempio l'esercitazione di cui sopra).

Allo stesso tempo è da sottolineare l'efficace operato della TWR prontamente intervenuta, dimostrando l'efficacia del continuo "scanning" attivo dell'area di movimento e di un idoneo livello di CRM.



# News dalla Redazione



## 16<sup>TH</sup> JOINT FLIGHT SAFETY REVIEW GROUP

Il 10 e l'11 gennaio, presso l'aeroporto di Sigonella, rappresentanti dell'ISV hanno partecipato al 16<sup>th</sup> JFSRG *meeting*, un incontro periodico nel quale vengono affrontate congiuntamente problematiche di Sicurezza del Volo connesse con l'attività dei Reparti/Unità di volo degli Stati Uniti operanti sul territorio italiano. L'obiettivo è di favorire la cooperazione al solo scopo di prevenzione degli incidenti di volo.



## SAFETY PROMOTION ALLA SATA

Il 1° febbraio, a Pratica di Mare, nel quadro delle attività di *Safety Promotion*, si è tenuto un incontro tra personale dell'ISV e della Scuola Addestramento Trasporti Aerei per discutere dei *case study* specifici del mondo dei trasporti aerei ai fini di prevenzione.

## VISITA CONOSCITIVA PRESSO IL 15° STORMO

Dal 12 al 14 febbraio, a Cervia, il personale dell'ISV ha effettuato una visita conoscitiva presso il 15° Stormo, con l'obiettivo di creare in maniera proattiva, un'occasione di condivisione, formazione, collaborazione e supporto a disposizione del Comandante per l'affinamento dell'attività di prevenzione degli incidenti di volo.

In quest'occasione si è constatato il clima di Reparto in ordine alle tematiche SV e si sono valutati i processi di *Safety Assurance*.



## PRIMO GRADUATO TIZIANA PICCOLO

Il 12 febbraio, dopo oltre quattro anni e mezzo di attività nella Segreteria, il Primo Graduato Piccolo lascia l'Ispettorato per la Sicurezza del Volo per svolgere un nuovo incarico presso la 4<sup>a</sup> Brigata Telecomunicazioni e sistemi per la Difesa aerea.

Tiziana, i colleghi del "corridoio" ti ringraziano per il supporto che ci hai fornito senza soluzione di continuità e con il massimo impegno, sempre accompagnato da un sorriso anche nei momenti di pressione.

Ti auguriamo serenità e ogni bene per il prosieguo della tua vita e della tua carriera. Torna a trovarci!

## TEN. COL. CORRADO LAMI

Il 25 gennaio, dopo quasi due anni e mezzo di servizio prima come Addetto e poi come Capo della 1<sup>a</sup> Sezione "Velivoli da Combattimento" del 2° Ufficio "Investigazione", il Ten. Col. Lami lascia l'Ispettorato per la Sicurezza del Volo per assumere un prestigioso incarico allo Stato Maggiore della Difesa nell'ambito dell'Ufficio Innovazione Strategica.

Corrado, ti ringraziamo per il contributo fornito in termini di prevenzione, di investigazione e di supporto all'attività formativa connessa con la Sicurezza del Volo, ma anche per essere stato uno dei principali redattori di articoli per questa Rivista.

Con l'auspicio che i tuoi sogni diventino realtà, ti formuliamo i migliori auguri per il futuro. A proposito, non dimenticare di venirci a fare visita quando ti troverai a passare a Palazzo AM!



## Il Nostro Obiettivo

*Diffondere i concetti fondanti la Sicurezza del Volo, al fine di ampliare la preparazione professionale di piloti, equipaggi di volo, controllori, specialisti e di tutto il personale appartenente a organizzazioni civili e militari che operano in attività connesse con il volo.*

### Nota di Redazione

I fatti, i riferimenti e le conclusioni pubblicati in questa rivista rappresentano l'opinione dell'autore e non riflettono necessariamente il punto di vista della Forza Armata. Gli articoli hanno un carattere informativo e di studio a scopo di prevenzione, pertanto non possono essere utilizzati come documenti di prova per eventuali giudizi di responsabilità né fornire motivo di azioni legali.

Tutti i nomi, i dati e le località citati non sono necessariamente reali, ovvero possono non rappresentare una riproduzione fedele della realtà in quanto modificati per scopi didattici e di divulgazione.

Il materiale pubblicato proviene dalla collaborazione con il personale dell'A.M., delle altre Forze Armate e Corpi dello Stato, con privati o da pubblicazioni specializzate italiane e straniere edite con gli stessi intendimenti di questa rivista.

Quanto contenuto in questa pubblicazione, anche se spesso riferito a regolamenti, prescrizioni tecniche, ecc., non deve essere considerato come sostituto di regolamenti, ordini o direttive, ma solamente come stimolo, consiglio o suggerimento.

### Riproduzioni

È vietata la riproduzione, anche parziale, di quanto contenuto nella presente rivista senza preventiva autorizzazione della Redazione.

Le Forze Armate e le Nazioni membri dell'AFFSC(E), Air Force Flight Safety Committee (Europe), possono utilizzare il materiale pubblicato senza preventiva autorizzazione purché se ne citi la fonte.

### Distribuzione

La rivista è distribuita esclusivamente agli Enti e Reparti dell'Aeronautica Militare, alle altre FF.AA. e Corpi dello Stato, nonché alle Associazioni e Organizzazioni che istituzionalmente trattano problematiche di carattere aeronautico.

La cessione della rivista è a titolo gratuito e non è prevista alcuna forma di abbonamento. I destinatari della rivista sono pregati di controllare l'esattezza degli indirizzi, segnalando tempestivamente eventuali variazioni e di assicurarne la massima diffusione tra il personale.

Le copie arretrate, ove disponibili, possono essere richieste alla Redazione.

### Collaborazione

Si invitano i lettori a collaborare con la rivista, inviando articoli, lettere e suggerimenti ritenuti utili per una migliore diffusione di una corretta cultura S.V..

La Redazione si riserva la libertà di utilizzo del materiale pervenuto, dando a esso l'impostazione grafica ritenuta più opportuna ed effettuando quelle variazioni che, senza alterarne il contenuto, possa migliorarne l'efficacia ai fini della prevenzione degli incidenti. Il materiale inviato, anche se non pubblicato, non verrà restituito. È gradito l'invio di articoli, possibilmente corredati da fotografie/illustrazioni, al seguente indirizzo di posta elettronica: [rivistasv@aeronautica.difesa.it](mailto:rivistasv@aeronautica.difesa.it)

## ARCHITETTURA SICUREZZA VOLO IN AERONAUTICA MILITARE

### ISPETTORATO PER LA SICUREZZA DEL VOLO

ISPETTORE	0649865429	Segreteria	0649866646		
1° Ufficio Prevenzione	0649866048	2° Ufficio Investigazione	0649865887	3° Ufficio Giuridico	0649865655
1ª Sez. Att. Conosc. e Sup. Decis.	0649866661	1ª Sez. Velivoli Combattimento	0649866647	1ª Sez. Normativa	0649866663
2ª Sez. Gest. Sistema SV	0649864138	2ª Sez. Veliv. Supporto e APR	0649866647	2ª Sez. Consulenza	0649864494
3ª Sez. Analisi e Statistica	0649864451	3ª Sez. Elicotteri	0649866754		
4ª Sez. Gest. Amb. Equip.	0649866649	4ª Sez. Fattore Tecnico	0649863374		
		5ª Sez. Air Traffic Management	0649863375		

### ISTITUTO SUPERIORE PER LA SICUREZZA DEL VOLO

PRESIDENTE	0649865429	Segreteria Corsi	0649866329		
Ufficio Formaz. e Divulgazione	0649864136				
1ª Sez. Formazione e Corsi SV	0649865995	2ª Sez. Rivista SV	0649867967	3ª Sez. Studi, Ricer. e Analisi	0649864146

### ALTRI ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE

CSA	0649868717	COMLOG	0649866432	CSAM/3ªRA	08054182854
CFC	0273904040	2ª DIV. STO/AAA	0649864733	ACCADEMIA AERONAUTICA	0817355421
CFMS	0624007156	DASAS	0691292013		
COA	0532828152	PISQ	0782960273		
1ª BAOS	06990751422				

46ª BRIGATA AEREA	050928351	RSV	0691293046	60° STORMO	07744002923
2° STORMO	0432902390	RSSTA	0709662330	61° STORMO	0832262065
3° STORMO	0456332713	COMAEROP CAMERI	0321632230	70° STORMO	07738212449
4° STORMO	0564445227	1° RMV	0321633613	72° STORMO	0775262233
6° STORMO	0309042120	10° RMV	0832262932	SATA	0691294181
9° STORMO	0823562065	11° RMV	0957852212	SMAM/COMAEROP VITERBO	07613553020
14° STORMO	0691292769	3° RMAA	0422336621		
15° STORMO	0544962216	5° GMV	0817055431		
17° STORMO INCURSORI	06990751385				
31° STORMO	0679702037				
32° STORMO	0881702960				
36° STORMO	0803487216				
37° STORMO	09233212216				
41° STORMO A/S	0957852593				
51° STORMO	0422833110				
COMAEROP/QG 1ª R.A.	0273904220				
COMAEROP AVIANO	0434673206				
COMAEROP CAPODICHINO	0817055431				
RSCCAM CIAMPINO	0679704018				
SCCAM BRINDISI	0831419852				
SCCAM LINATE	0273904650				
SCCAM ABANO	0498222601				
DISTAEROP SARZANA	0187675238				
313° GR. ADD. ACROBATICO	0432902320				