ANSV AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCONVENIENTE GRAVE
occorso al velivolo
B737-8200 marche di identificazione EI-IGI,
in località Aeroporto Caravaggio (Orio al Serio – Bergamo),
1° ottobre 2024

INDICE

INDICE II
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA IV
GLOSSARIO V
PREMESSA VIII
CAPITOLO I 1
INFORMAZIONI SUI FATTI 1
1. GENERALITÀ 1
1.1. STORIA DEL VOLO 1
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE 1
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE 2
1.4. ALTRI DANNI 3
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE 3
1.5.1. Equipaggio di condotta 3
1.5.2. Equipaggio di cabina 5
1.5.3. Personale addetto alla manutenzione 6
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE 6
1.6.1. Informazioni generali 6
1.6.2. Informazioni specifiche sull'aeromobile 6
1.6.3. Informazioni supplementari 8
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE 27
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE 27
1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio 27
1.9. COMUNICAZIONI 27
1.9.1. Servizio mobile 27
1.9.2. Servizio fisso 28
1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni 28
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO 29
1.11. REGISTRATORI DI VOLO 30
1.11.1. Generalità 30
1.11.2 Dati FDR 30
1.11.3. TRASCRIZIONE DEL CVR 33
1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DELL'IMPATTO 36
1.12.1. Luogo dell'inconveniente grave 36
1.12.2. Tracce al suolo 36

1.12.3. Esame dell'aeromobile 37
1.12.4. Dinamica di impatto 43
1.12.5. Avarie connesse con l'evento 43
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA 44
1.14. INCENDIO 44
1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA 44
1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE 44
1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI 45
1.17.1. Manutenzione 45
1.17.2. Addestramento 46
1.17.3 SMS 47
1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI 49
1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI 52
CAPITOLO II 53
ANALISI 53
2. GENERALITÀ 53
2.1 CONDOTTA DEL VOLO 53
2.2. FATTORE TECNICO 55
2.3. FATTORE ORGANIZZATIVO 58
2.4 SMS 60
2.5 FATTORE UMANO 61
2.6 FATTORE AMBIENTALE 64
2.7 SOPRAVVIVENZA 64
CAPITOLO III 65
CONCLUSIONI 65
3. GENERALITÀ 65
3.1. EVIDENZE 65
3.2. CAUSE 68
CAPITOLO IV 69
RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA 69
4. RACCOMANDAZIONI 69
4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-6/408-24/1/SI/26 69
4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-7/408-24/1/SI/26 69
4.3. RACCOMANDAZIONE ANSV-8/408-24/1/SI/26 70

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), istituita con il decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, si identifica con l'autorità investigativa per la sicurezza dell'aviazione civile dello Stato italiano, di cui all'art. 4 del regolamento UE n. 996/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 ottobre 2010. **Essa conduce, in modo indipendente, le inchieste di sicurezza**.

Ogni incidente e ogni inconveniente grave occorso ad un aeromobile dell'aviazione civile è sottoposto ad inchiesta di sicurezza, nei limiti previsti dal combinato disposto di cui ai paragrafi 1 e 4 dell'art. 5 del regolamento UE n. 996/2010.

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.
L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, paragrafo 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come, ad esempio, quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.
L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.
Una raccomandazione di sicurezza non costituisce, di per sé, una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente (art. 17, paragrafo 3, regolamento UE n. 996/2010).
La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, paragrafo 2, regolamento UE n. 996/2010).

GLOSSARIO

AACU: Antiskid Autobrake Control Unit.
AAIU: Air Accident Investigation Unit, Autorità investigativa irlandese per la sicurezza dell'aviazione civile.
AFM: Airplane Flight Manual.
AGP: Aeroporto Malaga.
AMM: Aircraft Maintenance Manual.
ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
AOC: Air Operator Certificate, certificato di operatore aereo (COA).
AOG: Aircraft On Ground, aeromobile fuori servizio.
AOM: Aircraft Operating Manual, manuale di impiego dell'aeromobile.
A/P: AutoPilot, autopilota.
ARC: Airworthiness Review Certificate, certificato di revisione dell'aeronavigabilità.
ARP: Airport Reference Point.
A/T: Autothrottle, automanetta.
ATIS: Automatic Terminal Information Service, Servizio automatico di informazioni terminali.
ATL: Aircraft Technical Logbook.
ATPL: Airline Transport Pilot Licence, licenza di pilota di linea.
BCN: Aeroporto Barcellona.
BEA: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile.
BITE: Built in Test Equipment.
BRIEFING: descrizione preventiva di manovre o procedure.
CHECK LIST (scritto anche **CHECKLIST**): lista dei controlli.
COCKPIT: cabina di pilotaggio.
CM 1/2: Crew Member 1, Crew Member 2.
CPL(A): Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale, aeromobile ala fissa.
CPT: Captain, comandante.
CRM: Crew Resource Management, si definisce come l'uso efficace, da parte dell'equipaggio di volo, di tutte le risorse disponibili, al fine di assicurare operazioni di volo efficienti ed in sicurezza.
CVR: Cockpit Voice Recorder, registratore delle comunicazioni, delle voci e dei rumori in cabina di pilotaggio.
DDG: Deferred Deviation Guide.
EASA: European Union Aviation Safety Agency, Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea.
EEC: Electronic Engine Control, controllo elettronico del motore.
FC: Flight Cycle **(**scritto anche **F/C)**, cicli di funzionamento.
FCL: Flight Crew Licensing o Flight Crew Licence.
FCOM: Flight Crew Operating Manual.
FCTM: Flight Crew Training Manual.
FDR: Flight Data Recorder, registratore di dati di volo.
FH: Flight Hours **(**scritto anche **F/H)**, ore di volo.
FI: Flight Instructor, istruttore di volo.
FIM: Fault Isolation Manual.
FO: First Officer, primo ufficiale (copilota).
FSTD: Flight Simulator Training Device.
FT: Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
GPWS: Ground Proximity Warning System.
GS: Ground Speed, velocità al suolo.
HIL: Hold Item List**,** lista degli item MEL aperti.

IAA: Irish Aviation Authority, Autorità irlandese dell'aviazione civile.
IAS: Indicated Air Speed, velocità indicata rispetto all'aria.
ICAO/OACI: International Civil Aviation Organization, Organizzazione dell'aviazione civile internazionale.
IDLE: posizione delle leve che comandano la potenza dei motori corrispondente al minimo regime.
IFIM: Interactive Fault Isolation Manual.
ILS: Instrument Landing System, sistema di atterraggio strumentale.
IR: Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale.
KIAS: IAS espressa in nodi (kt).
KT: Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
LDA: Landing Distance Available, distanza disponibile per l'atterraggio.
LFUS: Line Flying Under Supervision.
LMA: licenza di manutentore aeronautico.
LPC: Line Proficiency Check.
LTC: Line Training Captain, comandante autorizzato a svolgere addestramento di linea.
LVTO: low-visibility takeoff.
LW: Landing Weight.
MACTOW: Mean Aerodynamic Chord TakeOff Weight.
MAINTROL: maintenance-control, centro di manutenzione dell'operatore.
ME: Multi Engine, plurimotore.
MEL: Minimum Equipment List.
MEP: Multi Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili plurimotori con motore alternativo.
MLG: Main Landing Gear.
MLW: Maximum Landing Weight, peso massimo all'atterraggio.
MMEL: Master Minimum Equipment List.
METAR: Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine.
MPA: Multi Pilot Aircraft.
MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
NNC: Non Normal Configuration.
OM: Operation Manual.
OPC: Operator Proficiency Check.
OSD: Operational Suitability Data.
PF: Pilot Flying.
PM: Pilot Monitoring.
PPL: Private Pilot Licence, licenza di pilota privato.
PSI: Pounds per Square Inch, unità di misura della pressione.
QRH: Quick Reference Handbook.
RT: Recurrent Training, addestramento periodico.
RXO: Specialist Ophthalmological examination.
RWY: Runway, pista.
SACBO: Società per l'Aeroporto Civile di Bergamo Orio al Serio.
SEP: Single Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili monomotore con motore alternativo.
SMS: Safety Management System.
TBT (scritto anche **T-B-T**): comunicazioni radio terra-bordo-terra.
TCDS: Type Certificate Data Sheet.
TEM: Threat and Error Management.
THR: threshold**,** soglia pista.
TOW: Take Off Weight.
TSN: Time Since New, ore di funzionamento da nuovo.
TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto.
UTC: Universal Time Coordinated.

VDL: Visual Distance Limitation.
VREF: Velocity of Reference, velocità di riferimento per l'atterraggio.
VS: Vertical Speed, velocità verticale.
VVF: Vigili del fuoco.
WO: Work Order, ordine di Lavoro.
WOW: Weight on Wheel, peso dell'aeromobile sul carrello.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in **ora UTC** (Universal Time Coordinated, orario universale coordinato), che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno due ore.

Numero revisione	Data	Note
Revisione 0	27.7.2026	Pubblicazione.
Revisione 1	8.9.2026	Precisazione nel testo in merito al MLW calcolato prima del decollo e successivamente *en-route* (paragrafi *Carico e centraggio*, *Procedure operative relative alla fase di avvicinamento e di atterraggio, 3.1 Evidenze*).

PREMESSA

L'inconveniente grave si verificava il 01 ottobre 2024, alle ore 05:55 (07:55 Locali), sull'Aeroporto Caravaggio (Orio al Serio, Bergamo) e ha coinvolto l'aeromobile tipo Boeing B737-8-200 marche di immatricolazione EI-IGI s/n 67077, proveniente da Barcellona.
Da Barcellona l'aeromobile veniva rilasciato per il volo con il sistema antiskid disattivato. Il volo decollava da Barcellona (BCN) alle 04:41 ed atterrava alle 05:55 sull'aeroporto di Orio a Serio (BGY).
Dopo un contatto regolare con la pista, avveniva lo scoppio di tutti e quattro gli pneumatici dei carrelli principali. L'aeromobile si arrestava in pista e seguiva l'intervento dei VVF; questi ultimi confermavano l'assenza di principi d'incendio, la messa in sicurezza dell'aeromobile e dell'area; veniva a quel punto effettuato uno sbarco dei passeggeri in pista attraverso i normali sistemi di sbarco.
I piloti, l'equipaggio e i passeggeri risultavano illesi a seguito dell'evento.
L'aeromobile subiva danni rilevanti alle ruote e all'impianto frenante, il gestore aeroportuale riusciva comunque a rimuoverlo dalla pista e posizionarlo in hangar.
La pista subiva danni estesi al manto bituminoso, che venivano comunque riparati in tempi brevi e tali da permettere la riapertura dell'attività aeroportuale alle 17:26.

L'ANSV ha provveduto ad inviare la notifica dell'evento, in accordo alla normativa internazionale e UE in materia (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, regolamento UE n. 996/2010), ai seguenti soggetti:

- ICAO;
- AAIU-Air Accident Investigation Unit Department of Transport Ireland (Stato di registrazione dell'aeromobile e dell'operatore);
- NTSB-National Transportation Safety Board United States (Stato di costruzione e progetto dell'aeromobile).

AAIU e NTSB hanno provveduto ad accreditare propri rappresentanti nell'inchiesta condotta dall'ANSV e si sono avvalsi della collaborazione di propri consulenti, così come previsto dalla sopra menzionata normativa.

CAPITOLO I
INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITÀ

Di seguito vengono illustrati gli elementi oggettivi raccolti nel corso dell'inchiesta di sicurezza.

1.1. STORIA DEL VOLO

Il giorno 1° ottobre 2024 alle ore 04:41, l'aeromobile B737-8-200 marche di registrazione EI-IGI, s/n 67077, nominativo radio FR 846, decollava dall'aeroporto di Barcellona (BCN) diretto all'aeroporto di Orio al Serio, Bergamo (BGY), con a bordo 162 passeggeri e 6 membri di equipaggio.

Nel giorno precedente all'evento, a seguito di controlli manutentivi veniva escluso l'impianto antiskid. Nella mattina del giorno dell'evento, dopo aver effettuato ulteriori verifiche relative al malfunzionamento dell'impianto antiskid, il velivolo veniva rilasciato al volo ancora con antiskid inoperativo.

Il volo si svolgeva regolarmente sino alla fase di atterraggio all'aeroporto di destinazione, che avveniva alle ore 05:55.

Dopo il contatto con pista, avveniva l'esplosione di tutti e quattro gli pneumatici del carrello principale. L'aeromobile si fermava sulla RWY28 a circa 1700 metri dal THR28.

L'equipaggio richiedeva l'assistenza dei VVF e, successivamente alla loro conferma della messa in sicurezza dell'aeromobile e dell'area, il comandante disponeva e coordinava lo sbarco dei passeggeri e dell'equipaggio. Questo avveniva con il velivolo ancora in pista, attraverso i normali sistemi di sbarco.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Lesioni	Equipaggio	Passeggeri	Totale persone a bordo
Mortali	0	0	0
Gravi	0	0	0
Lievi	0	0	0
Nessuna	6	162	168
Totali	6	162	168

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

I 4 pneumatici del carrello principale risultavano esplosi e le ruote 1, 2 e 3 mostravano un considerevole danneggiamento dovuto al consumo per attrito con la pista, maggiore sulla 1, minore sulle altre due.

Ulteriori danni sono stati rilevati al carrello principale, agli attuatori delle superfici aerodinamiche dell'ala destra, alle superfici aerodinamiche stesse (immediatamente dietro al carrello) e sulla fusoliera lato destro.

Seguono alcune immagini prese sul luogo dell'inconveniente grave.

Foto 1: vista posteriore aeromobile a seguito dell'evento (fonte SACBO).

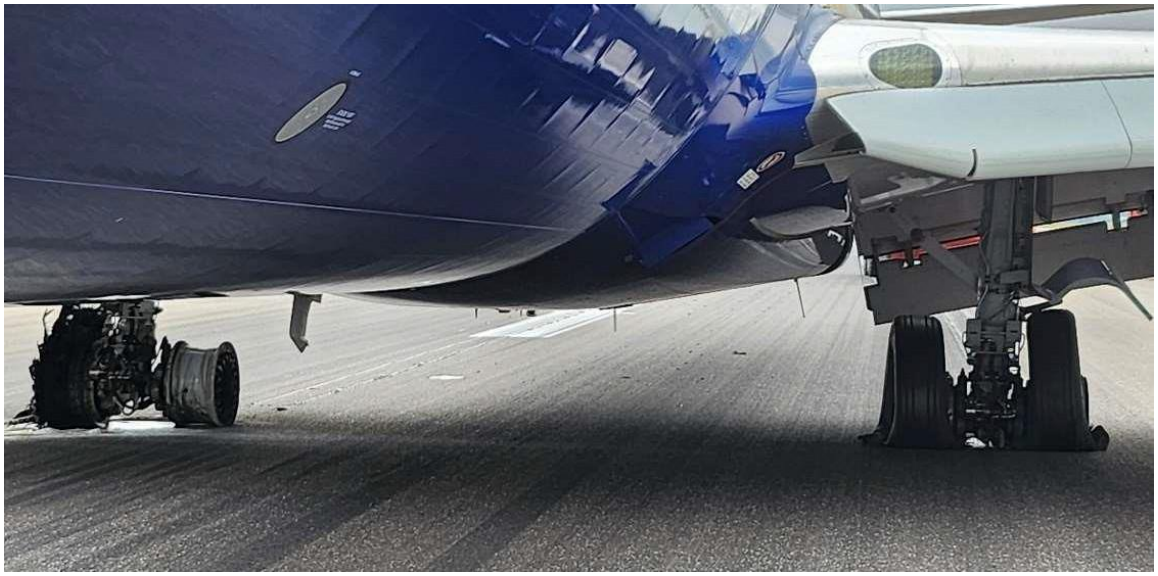

Foto 2: dettaglio danneggiamento ruote - vista anteriore (fonte SACBO).

Nel successivo cap. 1.12 sono trattati, in maggior dettaglio i danneggiamenti subiti dal velivolo.

1.4. ALTRI DANNI

L'aeromobile si è arrestato sulla RWY28, a circa 1700 m dalla THR28, nel punto di coordinate 45°40'06,982" N 009°42'09,859" E.

I rilievi in pista sono stati effettuati dal gestore aeroportuale che provvedeva poi ad effettuare le riparazioni al manto bituminoso danneggiato.

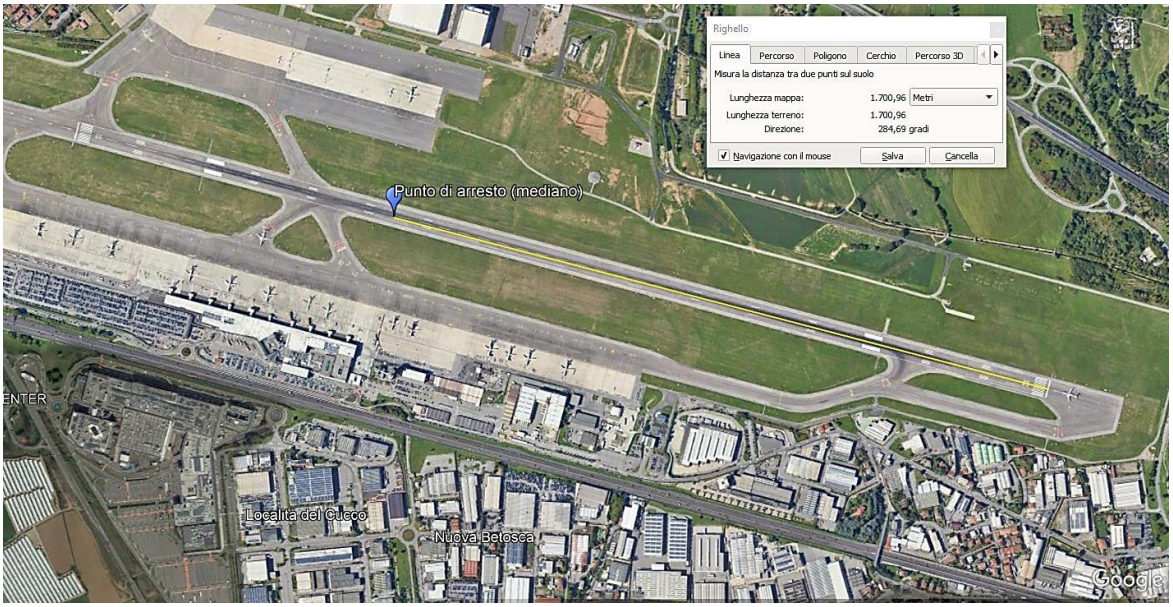

Immagine 1: punto di arresto del velivolo sulla pista e distanza dalla threshold (Fonte SACBO).

Completata la riparazione, per rispettare i tempi di attesa relativi al consolidamento delle riparazioni effettuate, l'apertura della pista avveniva alle 17:26.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Comandante

Generalità: età 40 anni.

Licenza: ATPL(A), emessa da Irish Aviation Authority IAA in data 23/05/2016 (prima emissione, sempre da parte della stessa autorità, in data 30/06/2011).

Abilitazioni in esercizio: B737 300-900, ME, IR(MPA), scadenza 31/03/2025.

Abilitazioni non in esercizio: Nessuna.

Autorizzazioni:	Company approval B737: Line Trainer, RHS (Right Seat – Either Pilot Seat), CAT3A, LVTO 125m.
English proficiency level:	Livello 6 ICAO (validità illimitata).
Controlli periodici:	LPC/OPC effettuato il 20/03/2024. Line Check effettuato il 18/03/2024.
Addestramento periodico:	Recurrent Training (RT) effettuato 19/03/2024.
Controllo medico:	1^ Classe, con scadenza 28/06/2025, nessuna limitazione.

Storia professionale del comandante

Il comandante aveva iniziato la sua esperienza di volo in ambito commerciale come cadetto in Ryanair nel 2007, quindi primo ufficiale e nominato comandante nel 2012; a seguire è diventato Line Trainer (LTC) nel 2015.

Passato per un breve periodo presso un altro operatore, dal 2018 al 2019, veniva poi assunto nuovamente da Ryanair nel 2019.

L'esperienza di volo del comandante, al momento dell'evento, era superiore alle 10.000 ore, quasi tutte su B737.

- ore volate negli ultimi 12 mesi: 527;
- ore volate negli ultimi 90 giorni: 133;
- ore volate negli ultimi 30 giorni: 37;
- ore volate negli ultimi 7 giorni: 1h 51' (volo dell'evento);
- ore volate nelle ultime 24 ore: 1h 51' (volo dell'evento).

Dal programma di impiego della compagnia risulta che il comandante aveva preso servizio il giorno dell'inconveniente grave, il 1° di ottobre, dopo 13 giorni di riposo.

Il più recente addestramento sull'antiskid inoperativo svolto dal comandante risulta essere avvenuto in un modulo e-learning nel marzo 2024, dedicato all'antiskid e all'autobrake, nell'ambito del suo addestramento ricorrente.

Primo ufficiale

Generalità:	30 anni.
Licenza:	ATPL(A) emessa dalla Irish Aviation Authority (IAA) in data 12/02/2024.
Abilitazioni in esercizio:	B737 300-900 ME IR, scadenza 31/01/2025; SEP(Land) scadenza 31/05/2025; FI(A) SEP(Land) scadenza 30/06/2026.

Abilitazioni non in esercizio:	SE IR (scadenza 31/07/2024); MEP(Land), scadenza 31/07/2024.
Autorizzazioni:	CAT3A, LVTO 125 m.
English proficiency level:	Livello 6 ICAO (validità illimitata).
Controlli periodici:	LPC/OPC effettuato il 29/01/2024, OPC effettuato il 22/07/2024.
Addestramento periodico:	Recurrent Training (RT) 22/07/2024.
Controllo medico:	1^ Classe con scadenza 25/10/2025; Limitazioni VDL e RXO.

Storia professionale del Primo ufficiale

Il primo ufficiale iniziava l'attività di volo il 26/11/2011; conseguiva il PPL nell'aprile 2013. L'ATPL teorico (frozen) veniva conseguito nel febbraio 2019; la CPL(A) veniva conseguita nel maggio 2019. Ha iniziato il suo addestramento in Ryanair come "Cadet" nel novembre 2023; ha conseguito il *type rating* su B737 300-900 nel gennaio 2024 e ha iniziato il Line Training (LFUS) nel luglio del 2024.

L'esperienza di volo complessiva del primo ufficiale prima dell'evento era di 3175 ore, di queste 2300 ore in qualità di FI(A) e 75 ore di simulatore sul B737-800 e 8200 prima di iniziare il suo iter addestrativo presso l'operatore. L'attività di volo recente è come segue:

- ore volate negli ultimi 12 mesi: 331;
- ore volate negli ultimi 90 giorni: 153;
- ore volate negli ultimi 30 giorni: 55;
- ore volate negli ultimi 7 giorni:12;
- ore volate nelle ultime 24 ore: 1h 51' (volo dell'evento).

Dal programma di impiego della compagnia, risulta che il primo ufficiale aveva preso servizio il 1° di ottobre, dopo un giorno di riposo (30 settembre), preceduto da un giorno di servizio (29 settembre), a sua volta preceduto da 4 giorni di riposo.

L'addestramento che contempla l'antiskid inoperativo più recente per il copilota è stato effettuato durante la sua abilitazione al tipo nel gennaio 2024. Quest'ultimo includeva la discussione dell'argomento durante una sessione in un FSTD.

1.5.2. Equipaggio di cabina

Non pertinente

1.5.3. Personale addetto alla manutenzione

Il seguente personale tecnico è stato coinvolto nelle verifiche e ricerche guasti relative alle segnalazioni effettuate dagli equipaggi, nell'applicazione della MEL e trascrizione delle HIL sull'ATL del velivolo, con conseguente disattivazione del sistema antiskid il giorno 30/09/2024 alle ore 11:05:

- tecnico in servizio presso il centro manutentivo di Dublino - disponeva l'applicazione della MEL e risultava essere in possesso di LMA valida. Era abilitato alla gestione manutentiva dell'aeromobile in questione (categoria B1.1) a far data dal 17/11/2003;

- tecnico manutentore, in servizio presso la base di Malaga (AGP) - effettuava le prime verifiche sull'impianto e la disattivazione completa dell'impianto antiskid. Apriva la HIL. Anch'egli risultava essere in possesso di valida LMA ed abilitato sull'aeromobile in questione (categoria B1.1) dal 15/12/2023;

- tecnico manutentore, in servizio presso la base di Barcellona (BCN) - effettuava le successive verifiche sull'impianto in accordo alle istruzioni ricevute dal Centro di Dublino. Inoltre, rilasciava il velivolo per l'effettuazione del volo interessato dall'evento. Anch'egli risultava essere in possesso di valida LMA, abilitato (categoria B1.1) dal 15/12/2022 ed impiegato secondo l'ordine di servizio e nel rispetto dei tempi di riposo.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

L'aeromobile coinvolto è il B737-8200 MAX; è un aeromobile adibito al trasporto commerciale ad ala bassa, dotata di *winglet*, con struttura prevalentemente metallica e carrello triciclo retrattile. Il velivolo è equipaggiato con due motori turbofan CFM LEAP 1-B.

Le sue dimensioni sono riportate nella tabella successiva; la MTOM è pari a 76.200 Kg.

Model	Fuselage Length	Height	Wingspan with Winglets
737-8200	39.5 m (129 ft 6 in)	12.29 m (40 ft 4 in)	35.92 m (117 ft 10 in)

1.6.2. Informazioni specifiche sull'aeromobile

Costruttore: BOEING Company, Seattle (USA).

Modello: B737-8200 MAX.

Numero di costruzione: 67077.

Anno di costruzione: Data di consegna: 22/03/2023.

Marche di naz. e immatricolazione: Irlanda, EI-IGI.

Certificato di immatricolazione: In corso di validità e rilasciato il 22/03/2023, n. IGI/COR/01.

Esercente: Ryanair Limited, AOC IE 07/94.

Proprietario: Ryanair.

Certificato di navigabilità: In corso di validità e rilasciato in data 22/03/2023, n. IGI/COA/01.

Revisione certificato di navigabilità: In corso di validità. Irish Aviation Authority (IAA) ARC Ref. IGI/ARC15a/01 (ARC 005 IE.CAMO.007).

Ore totali: 6094 FH (2824 FC).

Ultima ispezione: effettuata il 01/10/2024.

Ore da ultima manutenzione: 1251 (effettuata il 19/06/2024).

Conformità documentazione tecnica a normativa/direttive vigenti: SI.

Motore/i

Costruttore: CFM International.

Modello: CFM LEAP 1-B.

S/N: 60B061; ore totali (TSN): 6094; CSN: 2824.

S/N: 60A056; ore totali (TSN): 5377; CSN: 2616.

Posizione motore	S/N	Ore totali (TSN)
1	60B061	6094
2	60A056	5377

Combustibile

Tipo di combustibile autorizzato: Jet A-1 (F35).

Tipo di combustibile utilizzato: Jet A-1 (F35).

Il carburante a bordo al momento dell'evento era di 3760 kg.

1.6.3. Informazioni supplementari

Registrazione inefficienze o malfunzionamenti e relative azioni manutentive.

In questo paragrafo sono riportate le registrazioni presenti sull'ATL a partire dal 30/9/2024, in ordine temporale, la tipologia della problematica riscontrata, i provvedimenti adottati e la data di rimessa in efficienza.

Data registrazione	Tipologia problematica	Provvedimenti adottati	Data rimessa in efficienza
30/09/2024 ORE: 08:53 *(c/o AGP - Volo BCN-AGP)* (ATL pag. **55475102)**	*Segnalazione dell'equipaggio:* "ANTISKID ON SPURIOUSLY DURING TAXI OUT"	*Maintenance:* **AACU OPERATIONAL TEST** CS SATIS IAW AMM: **32-42-00-720-801** REV22 A/C SVC PLEASE INFO FURTHER FIM/SPIN CODE: 32-42-00; REV 22	30/09/2024 ORE: 09:22
30/09/2024 ORE: *non è stato inserito nessun orario c/o AGP, dopo Taxi out* (ATL pag. **55475103**)	*Segnalazione dell'equipaggio:* "RETURN TO STAND DUE TO ANTISKID LIGHT"	*Maintenance:* **AACU BITE TEST** CCO IAW **AMM 32-42-00-740-801** R22 **NO FAULT FOUND.** ITEM TR TO HIL IAW **MEL: 32-42-01** REV2 CAT2 **BOTH CHANNEL INBOARD AND OUTBOARD CB/S PULLED AND COLLARED.** *LIDO ITEM AND MAINTROL INFORMED*	30/09/2024 ORE: 11:05
30/09/2024 (ATL pag. **55475104**)	Nessuna *(effettuazione di 4 voli)* *Ultimo atterraggio su BCN: 22:00*		
01/10/2024 *Inizio* *ORE: 00:00* (ATL pag. **55475104**)	Nessuna	*Maintenance:* *Ispezione ordinaria e "Release to Service"*	01/10/2024 ORE: 00:15
01/10/2024 ORE: *Nessuna ora specifica di inizio* *c/o BCN* (ATL pag. **55475105**)		*Maintenance:* REF HIL 55475103 ANTI SKID INOP Action: ANTISKID/AUTOBRAKE CONTROL UNIT BITE TEST C/OUT IAW (AM) IFIM 32-	01/10/2024 ORE: 02:00

		42(*)-00-810-815 REV.93 FOUND XDCR 3 FAULT IFIM 32-42-00-810-815 REV. 93 C/OUT ANTISKID WHEEL SPEED TRANSDUCER 3 TO BE REPLACED PARTS ADDED TO HIL	
01/10/2024 ORE: *Nessuna ora specifica c/o BCN* (ATL pag. **55475104**)	Nessuna *(Accettazione aeromobile da parte del comandante del volo da BCN per BGY)*		
01/10/2024 (ATL pag. **55475106**	*Segnalazione dell'equipaggio in seguito all'evento:* BRAKE LOCKED UP DURING LANDING RESULTING IN 4 MAIN TIRES BLOWN		

Si evince che il 30 settembre durante il rullaggio per il volo in partenza da Barcellona (BCN) per Malaga (AGP), veniva rilevata l'accensione saltuaria della spia "ANTISKID".

A Malaga veniva effettuato l'Antiskid/Autobrake Control Unit Operational Test (AMM TASK 32-42-00-720-801 Rev 22), come previsto dall'AMM 32-42-00, non riscontrando alcuna avaria; alle ore 09:22 l'aeroplano viene rilasciato al volo come efficiente.

L'AMM 32-42-00 è il documento di riferimento che riporta test ed interventi manutentivi per, fra gli altri, i sistemi ANTISKID e AUTOBRAKE.

Il costruttore indica una sequenza raccomandata di test da effettuare, ma la manutenzione dell'operatore può comunque decidere, in base alla sua esperienza, di effettuare test ed interventi con una diversa sequenza, allo scopo di individuare quanto prima l'avaria specifica ed isolarla.

Nelle operazioni di rullaggio per il volo successivo, l'aeromobile tornava al parcheggio per l'accensione della spia dell'antiskid. Veniva a questo punto effettuato l'Antiskid/Autobrake Control Unit BITE Procedure (AMM TASK 32-42-00-740-801), che fa parte dei test riportati nell'AMM 32-42-00. Anche in questo caso non veniva rilevata alcuna avaria all'impianto ANTISKID.

Dalle registrazioni presenti sull'ATL si evince che, veniva deciso di disattivare entrambi i canali del sistema antiskid, come da MEL 32-42-01.

La disattivazione avveniva a cura del tecnico manutentore che provvedeva, in accordo al WO 55475103, ad estrarre e a bloccare con collarino i CB relativi ai due canali (INBOARD e OUTBOARD). Contestualmente, una HIL veniva inserita nel sistema di gestione di compagnia LIDO, informando il MAINTROL.

La limitazione "*antiskid inoperative*", riportata nella HIL, presentava la scadenza del 10/10/2024.

A seguito di tale intervento, il velivolo veniva rilasciato al volo alle ore 11:05 ed effettuava nella stessa giornata 4 tratte, con il termine dell'ultimo volo su BCN alle ore 22:00.

Dalle 00:00 alle ore 00:15 del 1° ottobre, venivano effettuati interventi di manutenzione ordinaria; tra i vari controlli, veniva rilevata anche la pressione degli pneumatici, senza riscontrare anomalie. Al termine delle attività, veniva emesso il *release to service* da parte del tecnico manutentore lasciando il sistema antiskid inoperativo.

Nelle prime ore del 1° ottobre, in conseguenza dell'avaria dell'antiskid, veniva applicato l'Antiskid/Autobrake Control Unit BITE Test che evidenziava il codice di malfunzionamento "XDCR3", veniva applicata il *troubleshooting* IFIM 32-42-00-810-815 Rev.93 che evidenziava l'avaria del transducer 3.

Il tecnico ne chiedeva la sostituzione ed aggiornava la HIL nel sistema LIDO di compagnia.

L'attività manutentiva si concludeva alle 02:00, senza emettere una *release to service.*

Il tecnico dichiarava di aver verificato l'indisponibilità sulla base di Barcellona del *transducer* in avaria tramite il sistema di gestione manutentiva (AMOS) dell'operatore. Chiudeva la posizione in AMOS alle ore 04:11 e rilasciava l'aeromobile per il volo in base alla MEL Item 32-42-01, senza l'applicazione di ulteriori procedure ed interventi manutentivi, lasciando entrambi i canali antiskid disabilitati.

Il velivolo si muoveva dal parcheggio alle ore 04:41, per effettuare il volo BCN-BGY. Dopo l'atterraggio su BGY, il comandante riportava sull'ATL il blocco dei freni durante l'atterraggio e lo scoppio dei quattro pneumatici del carrello principale.

Controlli successivi sul transducer n. 3.

Successivamente all'inconveniente grave, il transducer n. 3 veniva rimosso ed inviato presso il costruttore al fine di individuare le cause della sua avaria. Inizialmente veniva ispezionato e ritenuto idoneo al rientro in servizio. Tuttavia, la manutenzione effettuata veniva riesaminata dall'operatore e ritenuta insoddisfacente, poiché non era stato riscontrato alcun difetto nell'unità. Veniva quindi deciso di rispedire il dispositivo al costruttore per una ulteriore revisione più approfondita, che, ancora una volta, non evidenziava alcuna anomalia.

Carico e centraggio

Nel *loadsheet* accettato dal comandante prima della partenza, erano riportati i seguenti dati di peso e centraggio:

- per il decollo risulta un TOW di 65314 Kg, per FLAPS in posizione 5, una spinta di decollo TO2 e una pista asciutta (condizioni "DRY").

  In conseguenza dell'applicazione delle limitazioni previste per antiskid inoperativo, il massimo peso ammissibile per il decollo, per le condizioni previste (MAX TOW) risulta essere di 66908 Kg; quindi, con un margine di carico residuo ("*Underload Before LMC*") di 1594 Kg.

  I dati di centraggio per il decollo risultano nei limiti previsti. In particolare, è previsto un MACTOW di 20.2, riferibile ai seguenti limiti ammissibili: 14.0 - 26.5;

- per l'atterraggio, in conseguenza di uno stimato consumo di carburante "TRIP FUEL" di 2944 Kg, risulta pianificato un peso di 62370 Kg.

  In conseguenza dell'applicazione delle limitazioni previste per antiskid inoperativo, il massimo peso ammissibile per l'atterraggio sull'aeroporto di Bergamo e per le condizioni previste risultava essere di 67501 Kg.

  Benché tale valore risultasse superiore al MLW che sarebbe stato previsto all'atto del *dispatch*,[1] risultava accettabile secondo i parametri di calcolo previsti dalla valutazione *en-route*[2].

Accessori e impianti dell'aeromobile

Di seguito viene descritto il funzionamento di alcuni sistemi di interesse per la presente investigazione.

Sistema frenante

Il sistema frenante include i seguenti impianti: *normal brakes, alternate brakes, antiskid protection, autobrake system, parking brake* e *brake accumulator*, tutti alimentati idraulicamente. L'impianto idraulico del Boeing 737 MAX è diviso in tre sistemi indipendenti

[1] Il calcolo dell'MLW viene effettuato prima del decollo secondo i parametri previsti per la fase "Dispatch". Nel caso in analisi, dovendo considerare la sola condizione di pista asciutta, la valutazione viene effettuata in accordo al Reg UE 965/2012 CAT.POL.A.230 che, come fattore di sicurezza, determina il MLW considerando il 60% della pista disponibile (LDA).

[2] In volo, viene verificata la pista necessaria alla luce del peso stimato per l'atterraggio, delle condizioni della pista e dati meteorologici, in accordo al Reg. UE 965/2012 CAT.OP.MPA.303 (In-flight check of the landing distance at time of arrival – aeroplanes). In tal caso il coefficiente di sicurezza è meno restrittivo, ovvero il 15% in più della lunghezza di pista teoricamente necessaria. Per "policy" di compagnia, il dato ottenuto secondo la normativa viene ulteriormente incrementato di un ulteriore 30%.

(A, B e *standby*) che lavorano a una pressione di 3000 PSI.

L'impianto frenante è schematizzato nella seguente figura e, per quanto d'interesse, verranno prese in considerazione le sole funzioni *normal brakes, alternate brakes* e *antiskid protection*, con cenni al sistema *autobrake*.

Ogni ruota principale del carrello ha freni indipendenti del tipo *multi disk*.

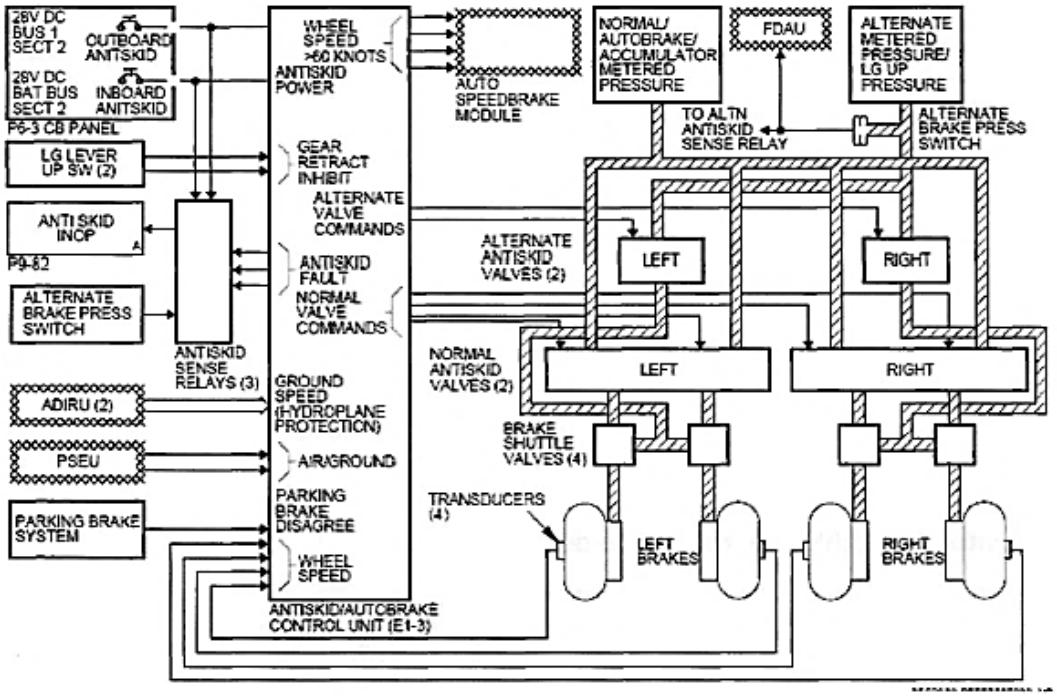

Figura 1: impianto sistema frenante in modalità *normal* (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

In modalità *normal brake*, il sistema è alimentato dall'impianto idraulico B e nella modalità *alternate brakes* l'impianto frenante è alimentato dall'impianto idraulico A.

Le funzionalità dell'*antiskid protection* sono disponibili sia sulla linea della modalità *normal brakes* (dove interviene, nell'eventualità, anche la pressione proveniente dall'accumulatore) che sulla linea della modalità *alternate brakes*.

Queste funzioni permettono di controllare la decelerazione delle ruote, per il tramite del segnale fornito da trasduttori tachimetrici (*transducer* in figura 1), consentendo, quindi, al sistema antiskid di frenare modulando adeguatamente la pressione ai freni.

I *transducer* sono presenti su ogni singola ruota ed inviano al sistema antiskid ed autobrake il segnale della velocità di rotolamento delle ruote.

L'antiskid ha due canali separati: INBOARD, corrispondente alle ruote 2 e 3 ed OUTBOARD, corrispondente alle ruote 1 e 4. Questi canali sono singolarmente disattivabili mediante apposita procedura manutentiva.

Durante la manovra di atterraggio, il sistema *antiskid protection* evita i seguenti fenomeni:

- skid, ovvero il pattinamento dello pneumatico;
- locked wheel, ovvero il blocco dello pneumatico;
- touchdown protection, ovvero il rilascio della pressione nel sistema frenante quando non in presenza del contatto con il suolo, fornito per il tramite dei sensori del sistema "Air/Ground";

- idroplane, ovvero lo scivolamento dello pneumatico dovuto all'eventuale contaminazione della pista di atterraggio.

Nella modalità *normal* la funzione antiskid è assicurata individualmente per ogni ruota.

In modalità *alternate brakes* il sistema è alimentato dal sistema idraulico A, ~~e~~ la modulazione della frenata è assicurata sulle coppie di ruote di sinistra e di destra.

In caso di avaria dei sistemi idraulici A e B, la frenata è assicurata dalla pressione idraulica fornita dall'accumulatore ed è sempre modulabile tramite i pedali, in maniera differenziata (sinistra – destra). Vi è, comunque, la disponibilità dell'antiskid.

Disattivando un canale si disattivano anche i segnali che provengono dai relativi sensori tachimetrici, venendo a perdere le protezioni dell'antiskid di cui sopra.

Il malfunzionamento o la disattivazione del sistema antiskid sono segnalati a bordo mediante l'accensione della spia (di colore ambra) "ANTISKID INOP" (figura 2, punto 3) situata sul pannello di controllo dell'antiskid nella cabina di pilotaggio.

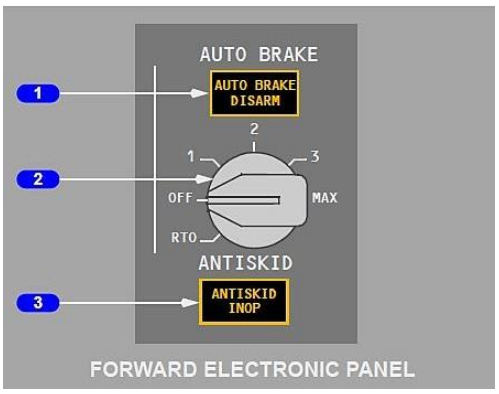

Figura 2: pannello di controllo dei sistemi antiskid e autobrake (FCOM, immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

Autobrake system

L'autobrake funziona solo nella condizione NORMAL BRAKES, ovvero con l'impianto idraulico B operante.

È possibile la disattivazione, portando il selettore autobrake su OFF (figura 2, punto 2). In tal caso la spia "AUTO BRAKE DISARM" rimane spenta (figura 2, punto 1).

Sistema Air/Ground

Il sistema Air/Ground fornisce a vari sistemi di bordo la condizione di "in volo" (AIR) o "a terra" (GROUND) del velivolo, avvalendosi di 6 (sei) sensori, 2 (due) su ogni gamba del carrello.

Sistema Speedbrakes

Il sistema permette l'attuazione degli spoiler, alcuni di questi in volo, tutti a terra, tramite la leva di controllo posizionata sulla sinistra della piantana centrale.

Foto 3: leva comando *speedbrakes* (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

Figura 3: posizione degli *speedbrakes* nel cockpit (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

Gli spoiler sono attuati idraulicamente dai sistemi idraulici A e B e controllati elettricamente dalla *spoiler control electronics unit*. In particolare, i *ground spoilers* sono controllati dal modulo *ground spoiler control module*, in accordo al segnale fornito dal sistema air/ground, precedentemente descritto, e alle logiche di sistema.

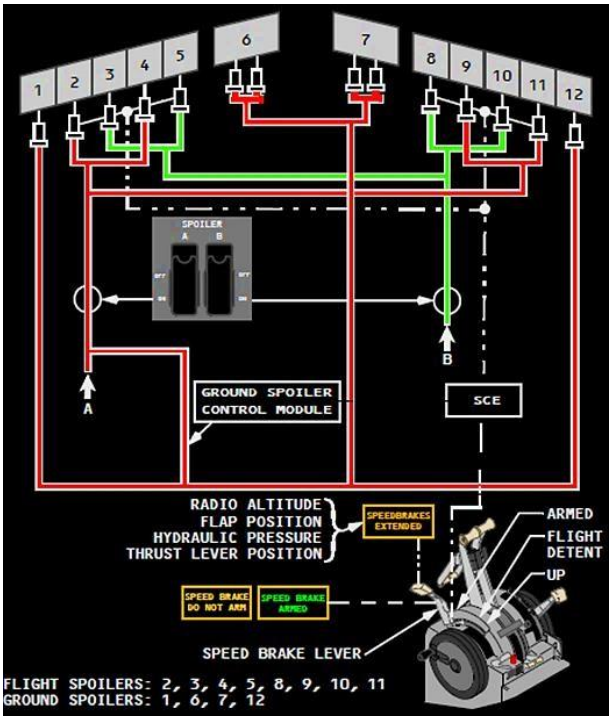

Figura 4: schema di funzionamento degli speedbrake/ground spoiler (FCOM, immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

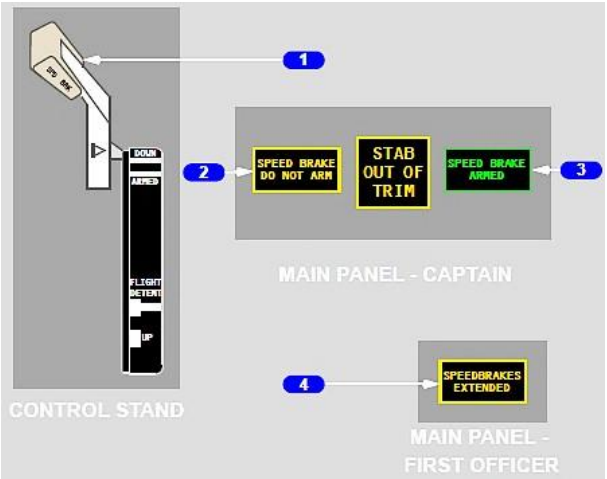

Figura 5: schema comandi ed indicazioni sistema *speedbrake* (FCOM, immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

In atterraggio, la leva SPEED BRAKE può essere posizionata su ARMED o su DOWN. Durante le normali operazioni, questa leva è impostata su "ARMED". In questa posizione si accende la spia di colore verde "SPEED BRAKE ARMED" (figura 5, punto 3) sul pannello principale del lato CAPTAIN (CM1). La leva SPEED BRAKE si muoverà automaticamente nella posizione "UP" e tutti gli spoiler si estenderanno in presenza delle seguenti condizioni:

• quota radio-altimetrica al di sotto dei 6 feet;

• compressione degli ammortizzatori del carrello in atterraggio[3];

• entrambe le manette motore (*thrust levers*) in posizione "IDLE";

• le ruote del carrello principale con rotazione ad una velocità maggiore di 60 kt.

Nel caso in cui, per l'effettuazione dell'atterraggio, la leva degli *speedbrake* viene posizionata su "DOWN", il sistema dell'*auto-speedbrake* opera automaticamente in presenza delle seguenti condizioni:

- le ruote del carrello principale ruotano ad una velocità maggiore di 60 kt;
- entrambe le manette motore (*thrust levers*) sono in posizione "IDLE";
- le leve dei *thrust reverse* sono state posizionate per l'inversione di spinta (possibile solo dopo il *weight on wheels* - WOW).

[3] L'indicazione di rotolamento delle ruote o la compressione di qualsiasi ammortizzatore abilitano l'estensione dei *flight spoiler*. La compressione di entrambi gli ammortizzatori del carrello principale abilita l'estensione anche dei *ground spoiler*.

Diversamente, in assenza del segnale di velocità fornito dai trasduttori, quando la leva è posizionata su "DOWN", l'unica maniera per attuare l'apertura degli *speedbrake* è in manuale.

La presenza del segnale di velocità da parte dei trasduttori di un solo canale non assicura comunque il funzionamento in automatico, come riportato nel QRH.

Sistema *thrust reverse*

I *thrust reverse* permettono di invertire la direzione di parte del flusso dell'aria che entra nel motore. Sono utilizzabili dopo il contatto all'atterraggio per rallentare il velivolo, riducendo la corsa di decelerazione e il consumo dei freni.

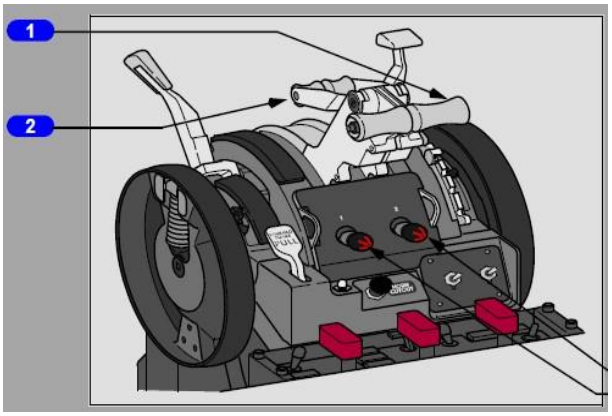

Figura 6: illustrazione comandi di controllo manette motore e *reverse* (FCOM, immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

Ciascun motore è dotato individualmente di *reverse* azionati idraulicamente e attivabili solo quando:

- per il tipo B737-8200, le leve di comando del motore (figura 6 n. 1, *thrust lever*) sono posizionate su IDLE e il radioaltimetro è al di sotto dei 10 piedi in combinazione con un sensore di sicurezza aria/terra in modalità *ground*;
- per il modello B737-800, le leve di comando dei motori (figura 6, n. 1, *thrust lever*) sono posizionate su IDLE e il radioaltimetro indica un'altezza inferiore a 10 piedi oppure quando un sensore di sicurezza aria/terra è in modalità *ground*.

Una volta acquisite le precedenti condizioni, vengono attuate le leve REVERSE THRUST (figura 6, n.2), raggiungendo inizialmente la posizione INTERLOCK (figura 7). Continuando a mantenere una leggera pressione sulle REVERSE THRUST, il sistema consente il rilascio dell'INTERLOCK, che conferma l'inizio del dispiegamento dei *thrust reverse.*

Al raggiungimento della posizione DETENT NO. 1 (figura 7, questa corrisponde ad una spinta di reverse in IDLE).

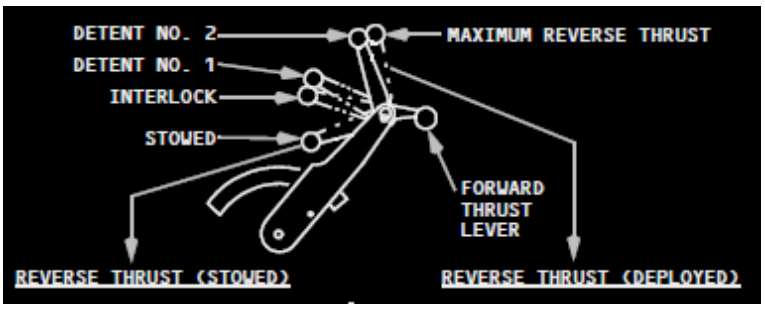

Figura 7: illustrazione del posizionamento delle leve di comando relative al *thrust reverse* (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

In seguito al completo dispiegamento, si avrà, sempre per ogni singolo motore, l'indicazione "REV" in colore verde sullo schermo delle indicazioni motore, come illustrato in figura 8:

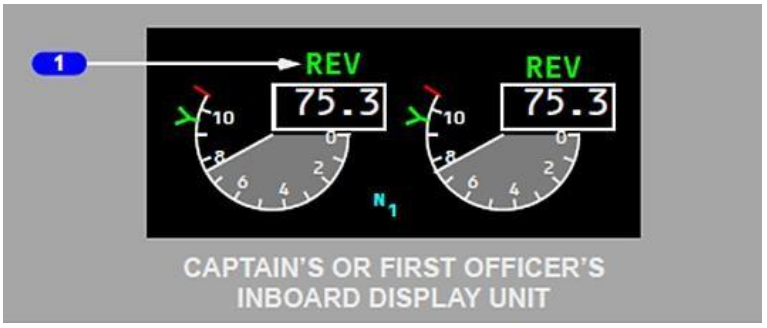

Figura 8: indicazioni del *thrust reverse* corrispondente allo schermo di indicazione parametri motore (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

In questa condizione la leva di controllo può essere arretrata sino al DETENT NO. 2, che consente l'applicazione della richiesta potenza di reverse. Qualora necessario, le leve di controllo possono essere posizionate anche oltre al DETENT NO.2 per fornire la massima spinta in reverse.

Electronic Engine Control (EEC) – Idle operation

L'EEC seleziona automaticamente la soglia di spinta/giri motore per le modalità *ground, flight, icing e approach idle.*

Per quanto d'interesse, l'*approach idle* viene selezionato quando i flap sono in posizione maggiore o uguale a 15° oppure quando non sono in posizione "UP" e l'*anti-ice* dei motori è attivo.

La modalità *approach idle* riduce i tempi di accelerazione nel caso di *go around* ed è mantenuto sino a dopo il contatto, ovvero sino a quando non si attivino le condizioni per la selezione del *ground idle.*

L'EEC seleziona *ground idle* un secondo dopo il contatto, a meno che il *thrust reverse* non sia già stata selezionato. Con la leva dei *thrust reverse* nella posizione di apertura, l'EEC seleziona il regime di *flight idle*, mantenendolo per 8 (otto) secondi dopo il contatto; quindi, viene selezionato il regime di *ground idle*.

Sistemi di allertamento

Overrun Warning System and Runway Awareness and Advisory System Inhibit Operation – RUNWAY INHIBIT switch.

Il velivolo è provvisto di *Runway Awareness and Advisory System Inhibit Operation*, integrato nel sistema GPWS, che fornisce una migliore *situational awareness* nell'ambito delle operazioni a terra, avvicinamento, atterraggio e riattaccata. Questo sistema, qualora attivato, fornisce allarmi visivi e uditivi che dovrebbero indurre il pilota all'applicazione della massima frenata manuale e della massima spinta di reverse.

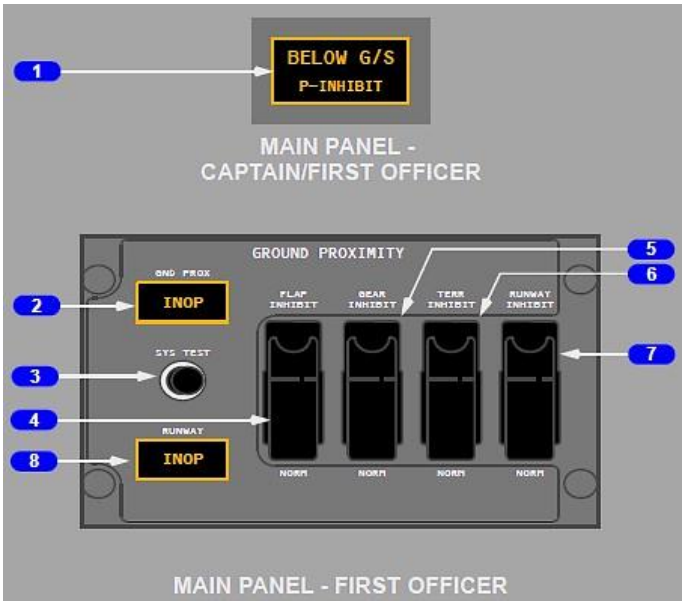

Figura 9: illustrazione dei pannelli correlati al controllo ed alle segnalazioni relative alle funzioni del GPWS (immagine copyright della società Boeing. Riprodotta su autorizzazione).

Quando richiesto dalle procedure, questa funzione può essere disattivata per il tramite dell'interruttore protetto "RUNWAY INHIBIT" (n. 7 in figura 9). Qualora la velocità sia al di sotto dei 250 kt, non si ha nessun avviso sul pannello dedicato "GROUND PROXIMITY".

Procedure manutentive ed operative relative al sistema antiskid inoperativo.

L'AMM e le MEL[4] in uso presso l'operatore recepiscono essenzialmente quanto previsto dal costruttore e sono approvate dall'autorità competente.

In presenza di una generica avaria del sistema antiskid, il costruttore prevede l'applicazione di quanto riportato in AMM 32-42-00 - ANTISKID/AUTOBRAKE SYSTEM - ADJUSTMENT/TEST. Il documento contiene i seguenti tasks:

(1) Antiskid/Autobrake Control Unit Operational Test.

(2) Normal and Alternate antiskid Valve Functional Test.

(3) Antiskid Transducer Functional Test.

(4) Normal and Alternate antiskid Valve Operational Test.

(5) Autobrake Pressure Control Module Functional Test.

(6) Autobrake Shuttle Valve Operational Test.

(7) Antiskid Transducer Operational Test.

(8) Antiskid/Autobrake Control Unit BITE Procedure.

Tale sequenza viene raccomandata dal costruttore, ma è accettabile l'applicazione di una differente sequenza del *trouble shooting* al fine di individuare al più presto l'avaria.

Se l'antiskid non risulta operativo è possibile applicare la MEL 32-42-01. In tal caso la manutenzione e gli equipaggi devono seguire le istruzioni contenute nella correlata Deferred Deviation Guide (DDG).

Di seguito vene riportata la MEL & DDG di compagnia in uso al momento dell'evento, da applicare nel caso di antiskid inoperative: lo specifico item 32-42-01, che rappresenta il documento di riferimento per il personale tecnico-manutentivo e per gli equipaggi di volo.

[4] Le MEL sono derivate dalle MMEL (Master Minimum Equipment List) e costituiscono una lista di equipaggiamenti minimi che devono essere funzionanti per garantire la sicurezza delle operazioni. Le MMEL sono pubblicate dal Costruttore (nel nostro caso BOEING) per lo specifico aeromobile (ovvero Tipo di aeromobile, configurazione e modifiche applicate allo specifico aeromobile). Nel caso dello specifico operatore, in accordo ai Regolamenti EASA, le MEL sono redatte dall'operatore ed approvate dall'Autorità competente. L'Autorità competente è l'Autorità EASA Nazionale che, appunto, approva il Certificato di operatore Aereo (AOC – Air Operator Certificate).

32-42-01 Antiskid System

Interval	Installed	Required	Procedure	LIDO
C	1	0	(M) (O)	32-42-01

May be inoperative provided:

a. Inoperative antiskid channels are deactivated.

b. Autobrake system is not used.

c. Appropriate performance adjustments for antiskid inoperative are applied.

NOTE: *Defect may prohibit operations to or from narrow and or short runways. Please refer to Airfield Brief for further guidance.*

LIDO

Dispatch under this MEL Item will be entered into the LIDO System and Dublin Maintenance Control must be contacted.

PLACARD

INOP - As appropriate

MAINTENANCE (M)

NOTE: An operative antiskid channel should not be deactivated. Antiskid channels that are faulted, must be deactivated.

Deactivate the inoperative antiskid system channels (AMM 32-00-00/901).

1. For inboard antiskid channel inoperative, open and collar the P6-3 panel LANDING GEAR ANTISKID INBD circuit breaker.
2. For outboard antiskid channel inoperative, open and collar the P6-3 panel LANDING GEAR ANTISKID OUTBD circuit breaker.

OPERATIONS (O)

NOTE 1: Reduced thrust takeoff using the assumed temperature method is not permitted.

NOTE 2: Takeoff on wet runways is not permitted unless AFM performance for wet skid-resistant surfaces and antiskid inoperative is applicable and used.

NOTE 3: Operations may be affected at contiguous United States airports impacted by 5G C-Band interference [Ref FAA Airworthiness Directive (AD) 2023-12-11 and associated Boeing Flight Crew Operations Manual Bulletin (OMB)]

1. Base takeoff and landing performance on AFM antiskid inoperative.
2. Set autobrake system OFF.
3. Operate speed brakes manually.

4. Use AFM antiskid inoperative braking procedure for rejected takeoffs and landings, including the following guidance.
   A. Use minimum braking consistent with runway length and conditions to reduce the possibility of a tire blowout.
   B. Do NOT apply the brakes until the nose wheel is on the ground and the speedbrakes have been manually deployed.
   C. Brake initially using light steady pedal pressure Increase pressure as ground speed decreases. Do NOT pump the brakes.
5. Prior to landing, set the GROUND PROXIMITY RUNWAY INHIBIT switch to RUNWAY INHIBIT (if the overrun warning system and GROUND PROXIMITY RUNWAY INHIBIT switch are installed).

NOTE: *Use Boeing OPT MEL 32-42-01 selection as per techlog/HIL status.*

Figura 10: MEL Item 32-42-01 - Antiskid System.

Nel testo in azzurro si rappresentano gli elementi procedurali voluti dall'operatore, in questo caso aggiuntivi, che distinguono la MEL dell'operatore dalla MMEL del costruttore.

Per quanto è d'interesse ai fini della presente investigazione, la MEL prevede:

- nella colonna "Interval", un intervallo di rettifica (Rectification Intervals), sul ripristino della funzionalità del sistema, di categoria "C", che corrisponde a 10 giorni calendariali, escluso il giorno dell'inserimento nelle HIL; la MEL definisce quattro categorie di intervalli: A, B, C e D che determinano la tempistica entro cui un difetto o un'avaria deve essere riparata. In particolare, l'operatore definisce le seguenti categorie:
  - categoria A: non è specificato alcun intervallo standard; tuttavia, elementi/componenti in questa categoria saranno rettificati in conformità con le condizioni specificatamente indicate nella MEL; quando un periodo di tempo è specificato in giorni, il periodo esclude il giorno nel quale l'inefficienza è stata scoperta; quando viene specificato un periodo di tempo diverso dai giorni, esso inizierà dal momento in cui il difetto è stato riportato, in conformità con la MEL approvata dell'operatore;
  - categoria B: le inefficienze di questa categoria dovranno essere risolte all'interno tre (3) giorni calendariali, escluso il giorno della scoperta;
  - categoria C: le inefficienze di questa categoria devono essere risolte entro dieci (10) giorni di calendario, escluso il giorno della scoperta;
  - categoria D: le inefficienze di questa categoria devono essere risolte entro centoventi (120) giorni di calendario, escluso il giorno di scoperta;
- nella colonna "Required", relativa al numero dei sistemi/equipaggiamenti necessari al volo, è contemplata l'indisponibilità del sistema antiskid, anche per voli con passeggeri a bordo "Revenue Flight";
- nella colonna "Procedure", viene data indicazione delle procedure applicabili, successivamente dettagliate. Nel nostro caso vengono interessate le sezioni (M) – Maintenance-, riferimento per il personale della manutenzione, e (O) Operations, riferimento per l'equipaggio di condotta;
- nell'ultima colonna "LIDO", che è il sistema di gestione operativo utilizzato dall'operatore, viene riportato il codice di riferimento della specifica MEL, per il tracciamento e controllo delle operazioni e degli interventi associati, oltre che a permettere il popolamento della documentazione operativa fornita agli equipaggi;
- al punto a. che i canali antiskid non operativi siano disattivati;
- al punto b. che il sistema Autobrake non sia utilizzato;

- al punto c. che siano applicati i settaggi appropriati per le prestazioni con antiskid inoperativo. In particolare, la NOTA di Compagnia, richiama il riferimento al "Airfield Brief" quale guida riferibile alle operazioni su piste strette e/o corte.

La MEL prosegue indicando le istruzioni relative alle singole sezioni, in particolare:

- nella sezione LIDO, l'operatore prevede l'inserimento della MEL nel sistema gestionale di compagnia e di contattare, comunque, il controllo manutentivo di Dublino;
- la sezione PLACARD prevede l'apposizione della targhetta "INOP" come appropriato. Per quanto già evidenziato precedentemente, in sede di sopralluogo era stata riscontrata l'applicazione della sola targhetta relativa al sistema antiskid. Ulteriori informazioni relative all'apposizione delle targhette (PLACARD) sono fornite in seguito, nel contesto della trattazione di dettaglio di alcune specifiche procedure manutentive;
- la sezione MAINTENANCE (M) prevede, nella NOTA iniziale, che un canale dell'antiskid operativo non dovrebbe essere disattivato (*An operative antiskid channel should not be deactiveted*), mentre i canali dell'antiskid che risultassero inoperativi devono essere disattivati (*antiskid channels that are faulted, must be deactivated*).

  La MEL prosegue indicando di disattivare i canali inoperativi, con il generico riferimento all'AMM 32-00-00/901 (posto tra parentesi), quindi specifica nel dettaglio che la disattivazione del canale INBOARD dell'antiskid deve essere effettuata aprendo e installando il collare sul CB, situato sul pannello denominato "LANDING GEAR - ANTISKID - INBD" P6-3; pariteticamente, viene specificato nel dettaglio che la disattivazione del canale OUTBOARD dell'antiskid deve essere effettuata aprendo e installando il collare sul CB situato sul pannello denominato "LANDING GEAR - ANTISKID - OUTBD" P6-3.

  In riferimento alle specifiche istruzioni manutentive contenute in AMM 32-00-00/901, questa procedura viene applicata al fine di preparare l'aeromobile per il volo con sistemi o componenti inoperativi riguardanti il carrello. Inoltre, lo stesso documento contiene i riferimenti ai TASK per riportare l'aeromobile alle condizioni iniziali. In particolare, nel caso di antiskid inoperativo, al punto (15), prevede di applicare la DDG 32-42-01-01 - *antiskid System Inoperative – Preparation*, in accordo alle istruzioni dettagliate all'associato TASK 32-00-00-040-808 DDG 32-42-01-01 *antiskid System Inoperative – Preparation.*

  In merito a questo TASK, si evidenziano i seguenti punti di interesse:

- con la NOTA al paragrafo A. (1), vengono fornite le istruzioni per disattivare il singolo canale antiskid, in seguito all'individuazione del canale inoperativo mediante il BITE Test, ovvero condotto in accordo alle risultanze del TASK 32-42-00-740-801, riportato in AMM 32-42-00 (Trouble shooting numero (8));
- al punto E, Antiskid System Preparation, (2) Deactivate the applicable antiskid channel: la NOTA riporta: "*An operative antiskid channel must not be deactivated. antiskid channels that are faulted must be deactivated*". Questa nota è diversa da quella riportata nella NOTA iniziale della sezione MAINTENANCE (M): dove invece del MUST viene utilizzato lo SHOULD: *"An operative antiskid channel should not be deactivated"*;
- il punto E.(2) fornisce le specifiche azioni manutentive da applicare a fronte dei messaggi di avaria riscontrati. Nel caso in questione, rispetto all'avaria XDCR3, si richiede di estrarre e di installare il blocco di sicurezza al CB LANDING GEAR – ANTISKID – INBD, situato sul pannello elettrico lato FO P6-3. Questa istruzione è coerente con quanto riportato sinteticamente nella MEL;
- al punto E. (3) viene richiesto di apporre la targhetta con denominazione: "AUTOBRAKE INOP – LEAVE OFF" in prossimità del selettore dell'AUTOBRAKE posizionato sul relativo pannello di controllo, P9-82, utilizzato dall'equipaggio.

- la sezione OPERATIONS (O), per quanto d'interesse di questa inchiesta, riporta:
  - per le prestazioni e procedure relative alle fasi di decollo e atterraggio, ai punti 1 e 4, si rimanda genericamente ai contenuti dell'AFM. In merito alle procedure operative, si evidenzia quanto segue:
    - al punto 1, viene riportato che le prestazioni sia per il decollo che per l'atterraggio devono basarsi su quanto riportato in AFM per la condizione di antiskid inoperativo; in merito a tale punto, la NOTA in azzurro a fine pagina, aggiunta dalla compagnia, rimanda all'uso del OPT[5] che permette di soddisfare quanto richiesto sia per decollo che per l'atterraggio;
    - al punto 2, viene riportato che l'Autobrake deve essere selezionato su "OFF";

[5] Lo strumento On Board Performance Tool (OPT) del Boeing 737 è un'applicazione software integrata nel Electronic Flight Bag (EFB) che permette ai piloti e al personale di terra di effettuare calcoli in tempo reale relativi alle prestazioni di volo, come decollo e atterraggio, tenendo conto delle condizioni meteorologiche, della pista e delle normative aziendali.

- al punto 3, viene riportato di operare genericamente "manualmente" sugli *speedbrakes*, senza fornire modalità e procedure specifiche sia per la fase di decollo che per la fase di atterraggio;
- al punto 4., include ulteriori istruzioni, quali:
  A. usare la minima frenata coerente con la lunghezza e le condizioni della pista disponibile;
  B. NON applicare i freni sino a quando il carrello anteriore sia al suolo e gli *speedbrakes* siano stati dispiegati;
  C. frenare applicando una leggera e continua pressione sui pedali ed incrementare la pressione in funzione della riduzione della velocità al suolo. NON "pompare" sui freni;
- al punto 5, riporta di selezionare, prima dell'atterraggio, il "RUNWAY INHIBIT" sul pannello di controllo del sistema GROUND PROXIMITY RUNWAY INHIBIT, qualora installato. Questa azione che dovrebbe essere effettuata in volo prima dell'atterraggio è posta come ultimo punto della MEL.

Procedure operative relative alla fase di avvicinamento e di atterraggio.

Di seguito vengono riportate alcune procedure operative fornite dal costruttore ed indirizzate all'equipaggio di condotta, riguardanti alcuni sistemi impiegati in avvicinamento ed atterraggio, sia nella loro condizione normale, sia nella condizione non normale (*Non Normal Configuration*, NNC).

Nel contesto delle operazioni normali:

- OM Part A cap. 8.3.0.3.12.4 - Reverse Thrust Policy: in assenza di condizioni NNC e per tutti gli atterraggi, il comandante è incoraggiato a usare il Reverse Thrust e l'AutoBrake al fine di liberare la pista usando l'uscita pianificata e minimizzare il tempo per il raggiungimento del parcheggio designato, nel rispetto della sicurezza delle operazioni;
- FCOM (MAX-RYR), paragrafo *Normal Checklist*, QRH[6] NC.5: riportato integralmente di seguito, nei controlli pre-atterraggio, l'equipaggio è tenuto al controllo dell'armamento dello speedbrake e del settaggio dell'autobrake:

[6] Il QRH è una *check-list* che prende in considerazione condizioni Non Normali o di emergenza. Il QRH costruito dal singolo operatore, si basa sulle procedure descritte dall'AOM e adattata alle proprie esigenze operative.
È ovvio che ogni procedura, così come ogni *call and response*, dovrebbero rispettare i criteri di HF aventi lo scopo di ottimizzare l'organizzazione del lavoro; comunque è altrettanto ovvio che gli standard di compagnia possano incorporare elementi derivanti dalla cultura e dalle esperienze acquisite nel corso del tempo dagli equipaggi, formalizzate da chi responsabile degli standard e del training. Tutte le check-list debbono poi essere approvate dalle autorità competenti e dalla casa costruttrice.

LANDING (RYR)

START SWITCHES	CONT
RECALL	CHECKED
SPEEDBRAKE	ARMED, GREEN LIGHT
LANDING GEAR	DOWN, 3 GREEN
AUTOBRAKE	___ SET
FLAPS	___ / ___, GREEN LIGHT
LANDING LIGHTS	ON

Figura 11: FCOM (MAX-RYR) - *Normal Checklist*, QRH NC.5.

- FCTM (MAX), paragrafi 6.8 e 6.9: in assenza di correzioni dovute al vento (vento teso e raffica) la minima "Command Speed" selezionata è la VREF + 5 kt e deve essere mantenuta sino al momento di inizio della fase di "Flare". Applicando l'adeguata tecnica di "Flare" i 5 kt di velocità aggiunta (oltre all'eventuale correzione dovuta al solo vento teso) può essere ridotta prima del contatto. La fase di "*Flare*" (manovra di richiamata in atterraggio) dovrebbe essere iniziata quando il carrello principale è approssimativamente a 20 ft dalla pista.

  Al *touchdown* il contatto con il carrello principale dovrebbe avvenire simultaneamente al raggiungimento della posizione IDLE delle *thrust levers*; dopo il contatto non dovrebbe essere mantenuto sollevato il carrello anteriore oltre il necessario.

  Tali procedure sono pariteticamente applicabili nel contesto *NNC – Antiskid Inoperative*;
- FCOM (MAX-RYR), paragrafo NP.21.139: per il *Landing Rollout*, dopo il contatto sia il PF che il PM devono verificare che la leva degli SPEED BRAKE sia su UP, a cui dovrebbe associarsi la chiamata del PM relativa al posizionamento degli stessi, quindi entrambi i piloti dovrebbero controllare il funzionamento dell'autobrake. A seguire il PF, senza ritardo e dopo il contatto del carrello principale, deve selezionare i *thrust reverse* nella posizione di *interlocks*, mantenendo una leggera pressione sino al rilascio degli *interlocks*, infine applicare la potenza di *reverse* come necessario. In questa fase, il PM deve monitorizzare le indicazioni dei *reverse* e riportare al PF per le opportune azioni.

  Tale procedura è pariteticamente applicabile nel contesto NNC – Antiskid Inoperative.
- OM Part B cap. 2.7.6 – Speedbrakes (Ground Spoilers): viene rimarcata la funzione degli *speedbrakes* in versione *ground spoilers*, al fine di incrementare il peso sulle ruote (*weight on wheels*) ed incrementare quindi l'efficacia dei freni. Questa informazione è valida per tutte le condizioni di atterraggio.
- OM Part B cap. 2.7.7 – Reverse Thrust: richiamata la *policy* di compagnia sull'uso dei *reverse*, dove viene rimarcato che, per ottenere la distanza di frenata prevista, i *reverse*

devono essere selezionati nella posizione di "interlock" entro 2 secondi dal contatto del carrello principale e prima del contatto del carrello anteriore. Se questa selezione viene ritardata sino al contatto del carrello anteriore (normalmente dai 3 ai 5 secondi dopo il contatto del carello principale), la distanza richiesta per fermarsi aumenterebbe.

Si riportano di seguito le procedure di interesse per la fase di avvicinamento ed atterraggio effettuate in condizioni di NNC in caso di antiskid inoperativo:

- OM Part B cap. 2.7.9 – Antiskid System Inoperative: l'uso del sistema autobrake non è permesso, gli speedbrakes sono attuabili solo in modalità "Manual".
- OM Part B cap. 2.10.6 - QRH NNC Landing Performance: in caso di dispiegamento manuale degli *speedbrake*, la loro attuazione deve avvenire entro 2 secondi dal *touchdown*. Questa azione da parte del PF non è prevista nelle procedure per le operazioni normali, dove l'attuazione degli speedbrake avviene in maniera automatica.
- La MEL 32-42-01, contempla la disconnessione di uno o più canali dell'antiskid, (sezione MAINTENANCE (M): *antiskid channels that are faulted must be deactivated*) e tale condizione è comunque assimilabile ad un contesto procedurale *NNC – antiskid Inoperative.*

Oltre alle indicazioni contenute nella MEL, il QRH-NNC fornisce ulteriori procedure per l'equipaggio di volo in caso di atterraggio con il sistema antiskid inoperativo.

In particolare, il documento riporta:

- nella *caution*, che la protezione riguardo il bloccaggio della ruota non è disponibile;
- al punto 1. che l'AUTO BRAKE sia selezionato su OFF;
- al punto 2 prevede che gli speedbrake non siano armati e che devono essere dispiegati manualmente immediatamente all'atterraggio;
- nel rimando ai *deferred items*, ovvero nella *Landing Procedure Review*, vengono rimarcate le seguenti azioni:
  - usare la minima capacità di frenata relativa alle condizioni della lunghezza e delle condizioni di pista, al fine di ridurre la possibilità di fare scoppiare le ruote;
  - non applicare i freni prima che il ruotino anteriore sia al suolo e gli *speedbrakes* siano stati dispiegati manualmente;
  - iniziare a frenare usando una leggera e continua pressione sui pedali, quindi incrementare la pressione in relazione alla decrescita della velocità al suolo. Non pompare sui freni;

- la checklist prosegue, secondo un ordine temporale di azioni, prendendo in considerazione i controlli specifici da effettuare durante la discesa (Descent Checklist), l'avvicinamento (Approach Checklist), l'inibizione del GROUND PROXIMITY RUNWAY e l'atterraggio (Landing Checklist) dove, in particolare, viene evidenziato il controllo del posizionamento della leva degli speedbrake su "DOWN" e l'autobrake su "OFF".

In volo, l'equipaggio verificava la prestazione per l'atterraggio, calcolata secondo i parametri del Performance Landing Enroute che, per il peso previsto per l'atterraggio di 62370 kg e le condizioni meteorologiche presenti, richiedeva una lunghezza di pista minima di 2603 m, calcolata applicando il fattore richiesto dalle regole di compagnia (+30%), a fronte di una LDA di Bergamo per pista 28 pari a 2741 m.
Altre procedure operative dell'operatore relative al sistema antiskid inoperativo, sono trattate nel paragrafo 1.17 della presente relazione.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Le condizioni meteorologiche presenti a LIME al momento dell'atterraggio sono desumibili dal METAR e dagli ATIS prossimi all'orario di atterraggio.
Le condizioni meteorologiche riportate sull'aeroporto alle 05:50, con atterraggio avvenuto alle 05:55, erano le seguenti:

METAR LIME 010550Z AUTO 02002KT 9999 FEW055/// 15/11 Q1017=

Quindi vento pressoché calmo, ottima visibilità, leggera nuvolosità a circa 7000 ft, temperatura di 15°C e una pressione di 1017 hPa.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative agli aiuti disponibili per la navigazione aerea e sul relativo stato di efficienza.

1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio

L'avvicinamento è stato effettuato in accordo alla procedura ILS Z per RWY28. Le radioassistenze di terra, necessarie per l'avvicinamento e l'atterraggio di precisione, risultavano efficienti al momento dell'inconveniente grave.

1.9. COMUNICAZIONI

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative ai mezzi disponibili per le comunicazioni e sul relativo stato di efficienza.

1.9.1. Servizio mobile

La qualità delle comunicazioni radio è sempre risultata chiara e non si sono registrate difficoltà di ricezione o trasmissione sulle frequenze interessate.

1.9.2. Servizio fisso

Le comunicazioni previste dal piano di emergenza aeroportuale sono state effettuate senza rilevare alcuna problematica tecnica del servizio.

1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni

Viene riportata di seguito la trascrizione delle comunicazioni TBT, intervenute dal primo contatto fra EI-IGI e la TWR e fino all'intervento dei soccorsi a terra.

Orario UTC	*Stazione Che Chiama*	*Testo Della Comunicazione*
Col. 1	Col. 2	Col. 3
05:52:08	RYR3LD	Orio Tower Ryanair3LD buongiorno, we are fully established runway 28 and we need full length since the performance issues.
05:52:18	LIME	Ryanair28WV runway 28 clear for take off, wind variable 2 knots.
05:52:22	RYR28WV	Clear for take off Ryanair28WV.
05:52:25	LIME	Ryanair3LD goodday, QNH 1017, wind 010 degrees 2 knots, continue approach and roger, vacate AF at the end.
05:52:35	RYR3LD	And we continuing, 1017, and copied AF Ryanair3LD.
05:53:16	LIME	Ryanair3LD clear to land, wind 010 degrees, 2 knots.
05:53:20	RYR3LD	Clear to land runway 28 Ryanair3LD
05:53:40	LIME	Ryanair28WV radar contact, Milano 1263. Ciao.
05:53:43	RYR28WV	1263 ciao Ryanair28WV.
05:55:31	LIME	Ryanair3LD ok, we saw the fire on the….on the engines, did you make a backtrack?

05:55:37	RYR3LD	Negative we had brake issues Ryanair3LD, stand by.
05:55:42	LIME	Ok roger.
05:55:48	RYR3LD	Aaaah tower what do you see please?
05:55:51	LIME	I saw just something like an explosion and fire eeeh and it seemed eeeh coming out from the engine, but I'm not sure about that.
05:56:02	RYR3LD	Ok, thank you. Stand by.
05:56:19	RYR3LD	Tower Ryanair3LD we need some assistance. We cannot taxi on our own for the moment.
05:56:23	LIME	Yeah Yeah, no problem, maintain that position. We have the….fire brigades and something eeeh someone is coming.
05:56:30	RYR3LD	Thank you very much.
05:56:32	LIME	Welcome sir.
05:56:53	LIME	3LD tower.
05:56:55	RYR3LD	Eeeeh go ahead.
05:56:56	LIME	Yeah mmm observing the runway I see eeeh pieces of tyres, I suppose, like 200 metres behind you. So maybe it was an explosion of the tyres.
05:57:01	RYR3LD	AAH yeah, thank you.
05:57:18	RYR3LD	Aaaah Ryanair3LD we are stuck over here. Can you send us the fire brigades please?
05:57:22	LIME	Yeah, they are coming. 30 seconds and they will be there.
05:57:26	RYR3LD	Perfect, thank you.

Figura 12: comunicazioni TBT, sulla frequenza di TWR (Fonte ENAV).

Gli elementi principali da tali comunicazioni sono:

- al primo contatto con la TWR, alle 05:52:08, l'equipaggio riportava che era completamente stabile sull'ILS e che per motivi prestazionali avrebbero preso in considerazione l'utilizzo dell'intera pista;
- la TWR autorizzava l'atterraggio alle 05:53:20;
- la stessa TWR, alle 05:55:31, effettuava una prima comunicazione ipotizzando problemi al motore; una volta realizzato, in seguito alla richiesta di assistenza da parte dell'equipaggio, alle 05:56:19, la TWR confermava l'attivazione dei mezzi antincendio;
- alle 05:56:56 la TWR riportava la presenza di pezzi di pneumatico, riconducibili all'esplosione delle gomme.

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

L'aeroporto di Bergamo Orio al Serio (ICAO LIME) ha coordinate ARP di 45°40'08''N 009°42'01''E ed una elevazione di 782 ft. La RWY è orientata per 10/28 (4E), ha una dimensione di 2874 m x 45 m. La LDA per RWY28 è 2741 m.

Figura 13: aeroporto LIME (Bergamo).

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative agli apparati di registrazione presenti a bordo.

1.11.1. Generalità

L'aeromobile era equipaggiato con un FDR e CVR della Honeywell, il primo DMF 102021 PN D51728-1-0 ISS01, SN A25584-001, il secondo DMF 062022 PN D51728-0-0 ISS01, SN A26743-002. Tali *recorder* risultano essere di recente progettazione ed impiego. Lo scarico dei dati è stato effettuato con il supporto del BEA francese.

1.11.2 Dati FDR

Al tempo 05:54:47, il velivolo si trovava ad una quota dalla pista di 55 ft, con A/T e A/P disconnessi, correttamente configurato (Gear DOWN, Flap a 40°), stabile sulla traiettoria prevista dall'avvicinamento di precisione (ILS) e parametri di volo nei limiti previsti.

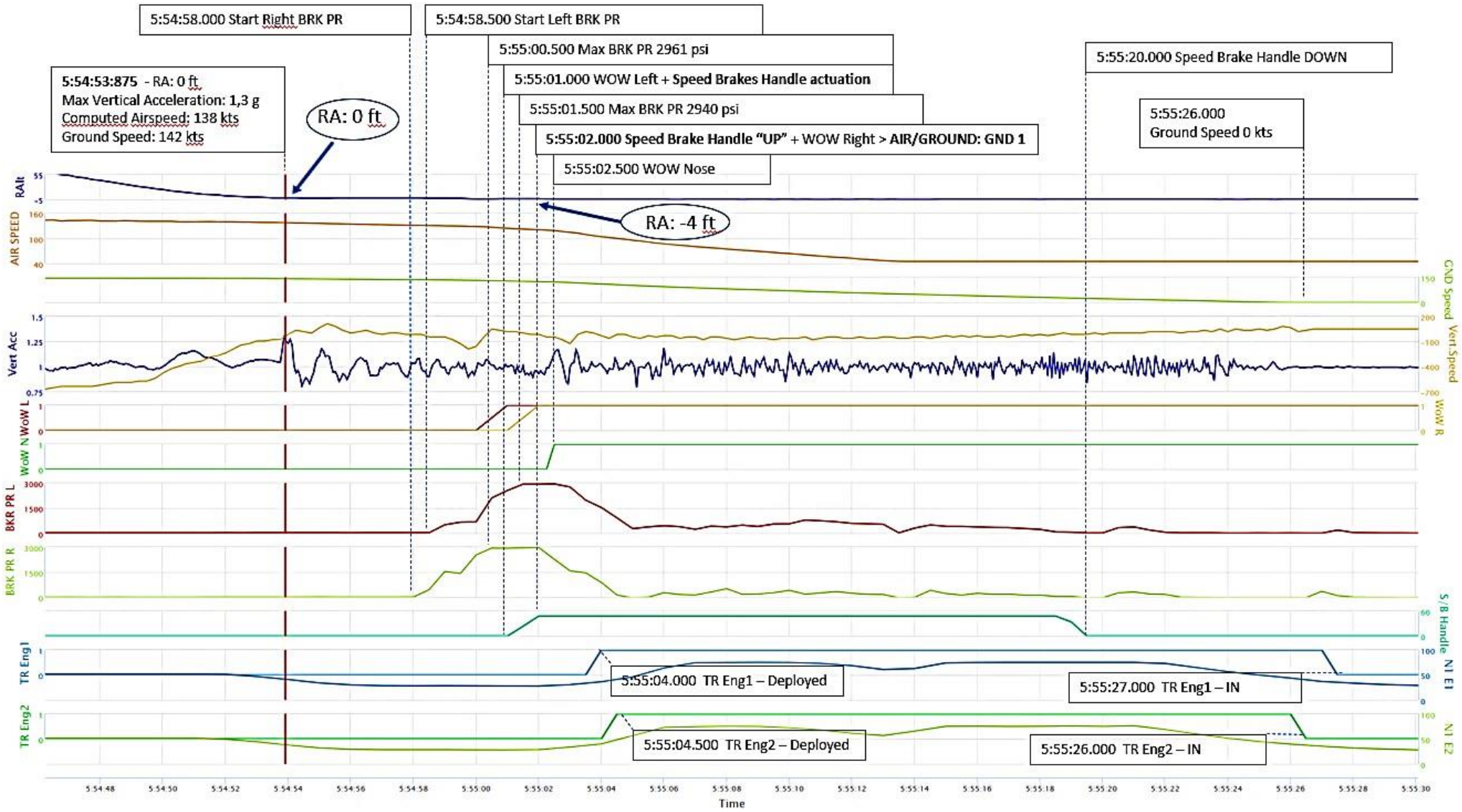

Figura 14: parametri di interesse dalla fase dal corto finale sino al fermo in pista (fonte dati: FDR).

Al tempo 5:54:53.875 viene registrato il segnale correlato al valore di 0 ft di radio altimetro ed una massima accelerazione verticale di 1,3 g; in tale istante verosimilmente avviene il primo contatto con la pista, con una KIAS di 138 kt, una GS di 142 kt e una VS di 100 ft/min. A questo orario il segnale AIR/GROUND e nessuno dei sensori WOW si è ancora attivato.

Al tempo 5:54:58.000, inizia l'applicazione di una pressione sui freni lato destro, con una pressione di 1500 psi, che aumenta velocemente fino sino a raggiungere i 2961 psi, al tempo 5:55:00.500

Al tempo 5:54:58.500, inizia l'applicazione di una pressione sui freni lato sinistro, inizialmente ad una pressione di 660 psi, sino a raggiungere i 2940 psi al tempo 5:55:00.500.

Al tempo 5:55:01.000, viene registrata l'attuazione degli *speedbrake* e la presenza del segnale WOW del carrello di sinistra. L'indicazione del radio altimetro è di -4 ft[7], compatibile con l'indicazione di aeromobile al suolo.

Al tempo 5:55:02.000:

- la leva di comando degli *speedbrake/spoiler* risulta in completa apertura, con l'apertura di tutti gli *speedbrake* nella funzione *ground spoiler*;
- è presente il segnale WOW del carrello di destra e l'attivazione del segnale AIR/GROUND su GROUND;
- viene registrato l'inizio del rilascio della pressione freni sul lato destro.

Al tempo 5:55:02.500, viene registrato il segnale WOW del carrello anteriore.

Al tempo 5:55:03, viene registrato l'inizio del rilascio della pressione freni sul lato sinistro.

Al tempo 5:55:04.000, viene registrato il dispiegamento del *thrust reverse* del motore 1.

Al tempo 5:55:04.500, viene registrato il dispiegamento del *thrust reverse* del motore 2.

Al tempo 5:55:20.000, viene registrata l'attuazione della leva di comando degli *speedbrake /spoiler* in chiusura, ovvero posizione "DOWN".

Al tempo 5:55:26.000, viene registrata la fermata dell'aeromobile sulla pista.

Allo stesso tempo 5:55:26, viene registrato il rientro del *thrust reverse* del motore 2 , al tempo 5:55:27 il rientro del *thrust reverse* del motore 1.

Il velivolo si ferma sulla pista approssimativamente a 1680 m dalla soglia RWY 28 ed a circa 1000 m dal fine pista.

[7] In accordo a quanto è contenuto nell'AMM, TASK-34-33-00-710-801 – Low Range Radio Altimeter (LRRA) System – Operational Test, la calibrazione del radio altimetro, per un velivolo al suolo (Sistema Air/Ground su Ground), corrisponde all'indicazione del radio altimetro di – 4 ft ± 2 ft (-1.2 ± 0.6 m).

1.11.3. TRASCRIZIONE DEL CVR

Si riporta, di seguito, una sintesi delle comunicazioni, rilevanti ai fini della presente investigazione, avvenute nella cabina di pilotaggio tra i due piloti.

Alle 05:22:05 il PF è ancora il FO, l'equipaggio inizia ad effettuare il briefing per l'avvicinamento.

Alle 05:22:50 il PM/CPT richiama l'attenzione sulla procedura di atterraggio prevista con antiskid inoperativo, enfatizzando la necessità di non agire sui freni in maniera intensa, se non necessario (CPT: *so .. braking because of the runway length. Basically, don't brake hard, if not needed*; FO*: OK).*

Alle 05:23:28 il PM/CPT specifica che l'applicazione dei freni debba avvenire solo dopo che le ruote anteriori (*nose wheel*) siano al suolo ed in seguito al dispiegamento manuale degli *speedbrake*, chiedendo al FO di porre attenzione alla suddetta sequenza (CPT: *do not apply the brakes until the nose wheel is on the ground, and the speedbrake has been manually deployed, I'll try to do that, look up, yeh.).*

Il PM/CPT prosegue specificando che inizialmente la frenata dovrà essere effettuata mediante l'applicazione di una continua pressione sui pedali, in funzione della diminuzione della velocità al suolo *(*CPT: *braking initially using like steady pedal pressure as ground speed decrease, you know?*).

Seguono alcune considerazioni tra il CPT e FO sul termine "gently", usato dal CPT, inteso come "light" da parte del FO (CPT: *I'll try to be gentle on the brakes, basically, ok;* FO: *... or light?).*

Alle 05:23:38, avviene il passaggio del controllo del velivolo, il CPT diventa PF, quest'ultimo chiama l'effettuazione dei "DESCENT CHECKLIST", che vengono completati alle 05:23:45.

Alle 05:24:10, il PF/CPT richiama la condizione sul fatto che gli *speedbrake* dovranno essere selezionati manualmente e che i freni, almeno inizialmente, non intende utilizzarli (CPT: *so that those things, manually speedbrakes and no brakes, basically).*

Alle 05:24:25, il FO chiede al CPT se vi siano restrizioni nell'uso del reverse. Il CPT conferma l'assenza di restrizioni (FO: *on the Reverse, there is any restriction?; CPT: no, there is no restriction).*

Alle 05:25:05, il CPT richiama il fatto che i dati per l'atterraggio sono già stati inseriti nell'FMS, in considerazione dell'antiskid inoperativo (CPT: *... landing on the FMS, antiskid already OFF; FO: already OFF).*

Successivamente il CPT prosegue commentando che gli *speedbrake* sarebbero stati attuati manualmente, come previsto dalla checklist per l'atterraggio del QRH, e ricordando che questi

dovevano, appunto, essere selezionati su "DOWN" (CPT: *speedbrake is manually, ok. I just have to, .. is not a real point, I will use the QRH checklist for the Landing. So, we .. to remember that it should be DOWN).*

Alle 05:25:20, il CPT effettua la selezione del Ground Proximity Runway Limit nella posizione Runway Limit, a cui segue la conferma del FO (PF: *... Set the Ground Proximity Runway Limit to Runway Limit. So, Runway Limit Switch is here, confirm? FO: yes).*

Alle 05:45:28, i piloti completano i previsti controlli relativi all'avvicinamento, che si concludono con l'annuncio del FO a seguito del completamento degli stessi (FO: "*APPROACH CHECKLIST completed")*.

A questo segue la richiesta del CPT, rivolta al FO, di comunicare alla Cabina passeggeri i "10 minuti all'atterraggio", comunicazione che viene effettuata dal FO, tramite PA, alle 05:46:41 (*CPT: give ten minutes on That; FO: cabin crew ten minutes to Land).*

Alle 05:48:57, il PF/CPT, confermando la selezione della successiva quota di 4000 ft e di aver ricevuto la comunicazione di cabina passeggeri pronta per l'atterraggio, chiama al PM/FO la selezione dei flaps a 1. Il PM/FO, dopo il controllo della velocità, seleziona i flaps a 1 e conferma la Cabina passeggeri sicura per l'atterraggio (CPT: *next altitude 4000, we are ready with the cabin … flaps 1; FO: speed check, flaps 1, cabin secure).*

Alle 05:49:38, il PF/CPT chiama la selezione dei flaps a 5, a cui il PM/FO, replica con il controllo di velocità, seguito dalla conferma dell'estensione dei flap nella posizione richiesta che viene, a sua volta, recepita dal PF/CPT.

Alle 05:52:43, il PF/CPT suggerisce di rivedere quanto predisposto per l'atterraggio, in tal senso annuncia che il selettore dell'*autobrake* è nella posizione "OFF", la frenata (presumibilmente riferita agli *speedbrake*) sarà effettuata in *manual* e che la frenata sarà applicata il più tardi possibile. A seguire ribadisce che la sua aspettativa è di vedere l'aeromobile fermarsi "per proprio conto" (CPT: *I suggest to review: Autobrake is OFF, this one will be manual, and I'll try to brake as late as possible. In general, the plane will kind of stop on itself, would see how…* (frase prosegue in modo non comprensibile).

Alle 05:52:58, il PF/CPT chiama l'estensione del carrello, a cui il PM/FO replica con il controllo di velocità; a seguire, vengono effettuati alcuni controlli relativi all'atterraggio, verificando che la leva di controllo degli speedbrake sia in posizione "DOWN", il carrello sia esteso mediante la correlata segnalazione delle 3 (tre) luci verdi e l'autobrake sia selezionato su "OFF" *(CPT: let's go for gear down, FO: Gear Down, Speed check ..* (non intelligibile) ... *landing checks: turn switch? CPT: continuous; FO: recall?; CPT: checked; FO:*

speedbrakes?; CPT: is down; FO: Landing Gear; CPT: down three green; FO: autobrake? CPT: OFF).

Proseguendo per la predisposizione della configurazione finale di atterraggio, il PF/CPT chiama prima la selezione dei flap a 25, quindi a 40, seguita, alle 05:53:30, dalla conferma finale del PM/FO del posizionamento corretto dei flap in posizione 40 *(FO: flaps forty green light).*

Alle 05:54:05.500 il PF/CPT decide di disconnettere l'autopilota e l'*autothrottle* (*CPT: ok, disconnetting*), a cui segue il suono generato dal sistema di allerta e l'assenso del PM/FO alla continuazione dell'atterraggio (FO: *continue*).

Il primo contatto con la pista avviene alle 05:54:54 (corrispondente alla linea rossa sul grafico FDR riportato in Figura 14), 3 secondi dopo, alle 05:54:57 il PF/CPT annuncia "*REVERSE AND SPEEDBRAKE*".

Alle 05:54:58 sono udibili evidenti rumori di vibrazioni all'interno del cockpit, alle 05:54:59, il PF/CPT percepisce che le ruote possano essere bloccate (*CPT: wheels are locked).*

Alle 05:55:03, 9 secondi dopo il primo contatto, il PM/FO effettua la chiamata "*SPEEDBRAKE"* e, a seguire, annuncia che gli *speedbrake* sono in uscita e che il reverse è normale *(FO: speedbrake come here, reverse is normal).*

Alle 05:55:16, il PF/CPT inizialmente riconduce le vibrazioni alla mancanza di antiskid, ma successivamente manifesta le sue titubanze sugli effetti che stava sperimentando, sino a richiedere al PM/FO di comunicare alla TWR di aver avuto problemi ai freni durante l'atterraggio.

Da qui in poi seguono conversazioni interne e con la TWR al fine di chiarire le cause del problema e attuare i relativi coordinamenti con il Senior Cabin Crew Manager per la gestione della cabina passeggeri.

Alle 05:56:13 viene confermata alla TWR la necessità di assistenza, vista anche l'impossibilità di muoversi dalla posizione; contestualmente proseguono i coordinamenti per la gestione dei passeggeri.

Alle 05:56:26, la TWR conferma che i VVF stanno intervenendo.

Dalle 05:56:34 alle 05:56:44, l'equipaggio di condotta considera la possibilità dell'eventuale esplosione delle ruote, ma allo stesso tempo il PF/CPT manifesta la sua convinzione di non aver agito sui freni.

Da qui in poi, si susseguono comunicazioni e conversazioni interne e verso la TWR, finalizzate all'informazione e coordinamento delle azioni riguardanti la gestione dei

passeggeri, l'analisi della situazione e delle azioni da effettuare per la gestione dell'evento, all'ipotesi di uno sbarco mediante normali mezzi e bus.

In questa fase l'equipaggio provvede inoltre a confermare la non selezione del freno di parcheggio, a procedere con l'accensione dell'APU, a spegnere entrambi i motori.

I soccorritori comunicano all'equipaggio la presenza di una perdita di olio in corrispondenza del carrello di destra, comunque sotto controllo.

Si procede successivamente allo sbarco dei passeggeri.

Alle 06:23:06, si interrompe la registrazione del CVR.

1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DELL'IMPATTO

In questo paragrafo sono riportate le informazioni acquisite dall'esame dell'aeromobile e del luogo dell'evento.

1.12.1. Luogo dell'inconveniente grave

L'aeromobile si è arrestato sulla RWY28 dell'aeroporto di Bergamo (LIME), nel punto di coordinate 45°40'06,982" N 9°42'09,859" E, a circa 1700 m dalla THR28.

1.12.2. Tracce al suolo

Seguono alcune fotografie che evidenziano le strisciate e il danneggiamento sulla pista.

Foto 4: tracce bloccaggio pneumatici sulla pista (Fonte SACBO).

Foto 5: danni alla pista (Fonte SACBO).

Foto 6: area della pista, in prossimità dell'aeromobile, interessata da danni e detriti (Fonte: SACBO).

In particolare, risulta evidente il distacco di due pneumatici del carrello destro. La distribuzione dei detriti è mostrata nella figura che segue.

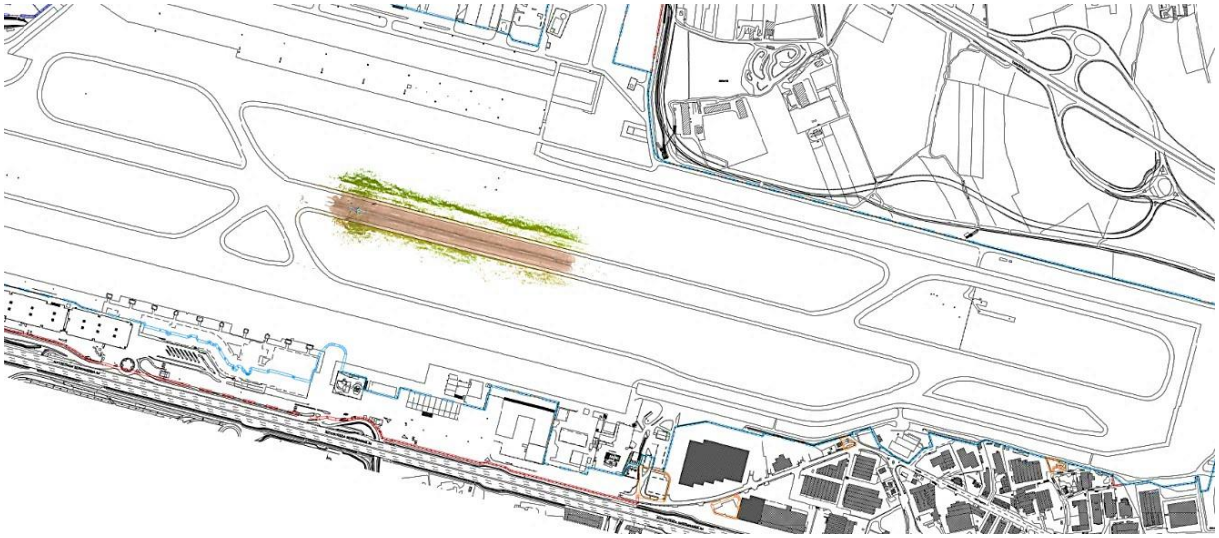

Figura 15: illustrazione della distribuzione dei detriti sulla pista (Fonte SACBO).

1.12.3. Esame dell'aeromobile

In questo paragrafo verranno presentate con maggiore dettaglio le parti danneggiate dell'aeromobile e le evidenze di interesse per l'inchiesta.

Le immagini che seguono sono relative alla situazione delle ruote, lato sinistro e destro.

Foto 7: carrello principale dal lato sinistro dell'aeromobile (fonte SACBO).

Foto 8: carrello principale dal lato destro dell'aeromobile (fonte SACBO)

Foto 9: Dettaglio visione anteriore del carrello principale sinistro dell'aeromobile (fonte SACBO).

Foto 10: dettaglio visione posteriore del carrello principale destro dell'aeromobile (fonte SACBO).

Segue la descrizione, in dettaglio, delle parti del velivolo che sono risultate danneggiate.

Ruote e pneumatici del carrello principale 1 e 2 (ovvero lato sinistro)

Il pacco freni delle due ruote 1 e 2 risultava bloccato in chiusura; gli pneumatici esplosi erano ancora in sede e le ruote mostravano evidenze di un considerevole consumo per attrito sul manto bituminoso, maggiore sulla ruota 1.

Foto 11: ruota 1 e relativo ceppo freno.

Foto 12: pneumatico 1.

Foto 13: ruota e pneumatico ruota 2.

Ruote e pneumatici del carrello principale 3 e 4 (lato destro)

Gli pneumatici delle ruote 3 e 4 risultavano esplosi. In particolare, lo pneumatico della ruota 3 risultava divelto e la ruota riportava segni di attrito con la pista. La ruota 4 era ancora in grado di ruotare.

Foto 14 ruota 3.

Foto 15: pneumatico 3.

Foto 16: ruota 4 con relativo pneumatico.

Ulteriori danni all'aeromobile sono stati riscontrati sul lato destro, causati dalla proiezione di parti degli pneumatici 3 e 4 dopo la loro esplosione e distacco: la parte destra ha subito maggiori danni secondari rispetto al lato sinistro.

Carrello principale (MLG)

Relativamente alla struttura del carrello principale di destra, si è riscontrata la rottura della pannellatura, del leveraggio del portello e il danneggiamento del sensore *air to ground*. Seguono foto di dettaglio.

Foto 17: struttura, pannellatura, leveraggi gamba carrello destra.

Foto 18: sensore *air-ground* del carrello principale di destra.

Fusoliera

Si sono riscontrati numerosi danneggiamenti sulla parte posteriore destra della fusoliera.

Foto 19: danneggiamenti sulla fusoliera lato destro.

Semiali e relative superfici mobili

Sono stati riscontrati danneggiamenti relativi alle strutture della semiala destra. In particolare, sono stati interessati i pannelli dei flaps di destra e suoi leveraggi.

Foto 20: danneggiamenti *inner flap* lato destro.

Transducer

Conseguentemente all'evento, i 4 trasduttori sono stati rimossi; il 3, riportato nella foto seguente, è quello che risultava in avaria a seguito dei test e ricerche guasti sul sistema frenante effettuati dalla manutenzione.

Foto 21: trasduttore ruota 3.

Cockpit

Il selettore relativo all'AUTOBRAKE appariva nella posizione "OFF".

I *circuit breaker* relativi al LANDING GEAR – ANTISKID sia INBD che OUTBD (posizione P6-3), venivano rilevati estratti e protetti con "collarino". Inoltre, risultava applicata la targhetta sul relativo pannello impianto antiskid, come da foto di dettaglio.

Foto 22: dettaglio estrazione e protezione, tramite "collarino", degli interruttori ANTISKID (INBOARD ed OUTBORD).

Foto 23: spia antiskid INOP ed evidenza dell'etichetta gialla di avviso di sistema inoperativo.

La schermata dell'impianto A indicava 14RF (RF: *refill*) e l'impianto B indicava 85%.

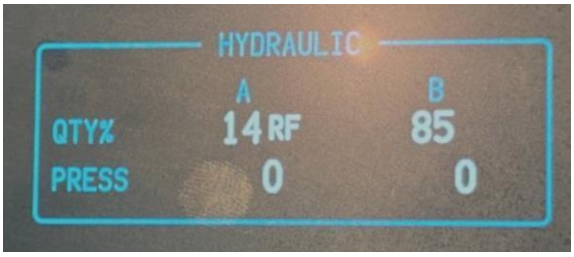

Foto 24: indicazioni relative agli impianti idraulici.

1.12.4. Dinamica di impatto

Dopo un avvicinamento stabile, l'aeromobile viene a contatto per la prima volta con la pista alle 05:54:54, con un'accelerazione verticale di 1,3 g, a cui corrisponde una iniziale indicazione radio altimetrica di 0 ft, ad una KIAS di 138 kt, GS di 142 kt ed una VS di -100 ft/min.

Immediatamente dopo questo primo contatto, il PF/CPT annuncia "*REVERSE AND SPEEDBRAKE*".

Dopo circa 4" dal primo contatto, viene registrato l'inizio dell'applicazione di pressione sui freni ed iniziano ad essere udibili rumori di vibrazioni all'interno del cockpit.

Dopo circa 6" dal contatto, viene applicata la massima pressione sui freni di destra, dopo circa 7", la massima pressione sui freni di sinistra e WOW sul lato sinistro.

Dopo circa 8", viene attuata manualmente la leva di comando degli "Speedbrake/Ground Spoiler" e si realizza il WOW sul lato destro, quest'ultimo ha fornito le condizioni per l'attivazione del segnale AIR/GROUND su GROUND di velivolo al suolo, a cui corrisponde una indicazione Radio altimetrica di – 4 ft.

Dopo circa 10" dal contatto si registra l'attivazione dei reverse e il velivolo ferma la sua corsa dopo circa 32" dal primo contatto.

Il velivolo si ferma sulla pista approssimativamente a circa 1700 m dalla soglia pista, a circa 1000 m dal fine pista.

1.12.5. Avarie connesse con l'evento

Dalle dichiarazioni dell'equipaggio, dalla documentazione tecnica esaminata e dai dati del FDR, non sono emerse evidenze di avarie agli impianti di bordo manifestatesi durante il volo, oltre alla disconnessione dell'antiskid in seguito all'applicazione della MEL.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Non pertinente.

1.14. INCENDIO

I VVF hanno effettuato i controlli e le operazioni necessarie per la messa in sicurezza dell'area, senza riscontrare la presenza di principi d'incendio.

Gli stessi contenevano una evidente perdita idraulica dal carrello destro, mediante l'utilizzo di specifici materiali assorbenti.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

Successivamente alla messa in sicurezza dell'area da parte dei VVF, lo sbarco dei passeggeri e dell'equipaggio dell'aeromobile avveniva in accordo alle procedure e mediante i normali mezzi, senza riscontrare anomalie e problematiche. I passeggeri hanno raggiunto l'aerostazione mediante autobus.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Un evento riconducibile a problematiche in atterraggio con antiskid inoperativo è accaduto a Singapore il 3 dicembre 2021 ed ha riguardato l'aeromobile 737-8 (MAX) con marche 9V-MBF. L'aeromobile era partito con il sistema antiskid disattivato in seguito all'applicazione delle MEL 32-42-01 e 31-42-03 (antiskid e autobrake disattivati).

Tali azioni manutentive erano state implementate in seguito all'individuazione di una avaria dell'AACU o della valvola dell'antiskid. Non venivano effettuate ulteriori indagini tecniche e il velivolo veniva rilasciato con il sistema antiskid, e relativo sistema autobrake, disconnessi.

Durante l'atterraggio, dopo un leggero contatto (1,1 g), si è registrata l'applicazione di una pressione sulle ruote di sinistra (1500 psi), prima dell'estensione degli *speedbrake* e quando ancora non si era avuta la compressione delle gambe di forza del carrello principale (sensori in condizione AIR). Ne è risultato lo scoppio della ruota esterna e lo sgonfiamento di quella più interna, lato sinistro.

Le cause dell'inconveniente sono state attribuite ad una deviazione dalle procedure da parte dell'equipaggio che non ha selezionato primariamente l'estensione degli *speedbrake*, per invece agire sui thrust reverse.

L'operatore ha effettuato un *remedial training* per l'equipaggio coinvolto e ha condiviso al suo interno come *lesson learnt* quanto accaduto.

La raccomandazione da parte della SIA di Singapore, indirizzata all'operatore, è stata quella di sensibilizzare gli equipaggi al rispetto di quanto previsto nella MEL.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

1.17.1. Manutenzione

Il giorno 30 settembre, in seguito a due riporti di avaria che interessavano l'impianto antiskid, veniva inserita nelle HIL l'item MEL 32-42-01 (WO 55475103) che informava della disattivazione del sistema antiskid. Ciò avveniva mediante l'estrazione dei *circuit breakers* degli impianti INBOARD ed OUTBOARD.

In seguito alla rimessa in linea dell'aeromobile, avvenuta alle ore 11:00, lo stesso effettuava 4 tratte nel giorno, con l'ultimo atterraggio a BCN alle 22.00.

Da ATL, risulta che il giorno successivo, il 1° ottobre, alle ore 02:00 il tecnico in servizio a BCN (turno: 30/09 19:00 – 01/10 07:00) effettuava test e ricerche guasti sul sistema antiskid, in accordo ad istruzioni specifiche ricevute dal MAINTROL, rilevava il messaggio di avaria XDCR3 e, applicando la relativa IFIM, determinava l'inefficienza del transducer n. 3.

Come già riportato, il tecnico non riceveva ulteriori istruzioni e tramite il sistema di gestione manutentiva AMOS in uso presso l'operatore, riscontrava l'indisponibilità del trasduttore in avaria sull'aeroporto di Barcellona, ne richiedeva quindi l'approvvigionamento.

Alle 04:11 chiudeva la posizione su AMOS e rilasciava il velivolo per il volo, senza effettuare ulteriori interventi.

Lo stesso tecnico, oltre ai task relativi all'antiskid, effettuava nel corso del suo turno di lavoro anche l'ispezione RAMP 1, un engine compressor wash e una aircraft disinfection.

Il velivolo si muoveva dal parcheggio alle 04:41 per l'effettuazione del volo BCN-BGY, al termine del quale si è verificato l'evento.

Ryanair ha condotto una investigazione in ambito manutentivo rilevando che il "Duty Materials Coordinator" il giorno 30/09 attivava l'ordine di approvvigionamento del transducer come AOG (Aircraft On Ground) alle ore 17.42 (mentre il velivolo EI-IGI era in volo), il suo invio avveniva tramite il volo FR9044 da Stansted per Barcellona, che giungeva su BCN alle ore 21:40 dello stesso giorno. Sempre l'investigazione interna rilevava che a causa di ritardi nelle pratiche doganali ed alla momentanea indisponibilità della linea LAN/Ethernet della compagnia, il particolare risultava disponibile a BCN soltanto alle 13:17 del 01 ottobre.

1.17.2. Addestramento

L'applicazione della MEL 32-42-01 prevede la disconnessione di uno o più canali dell'antiskid, (sezione MAINTENANCE (M): *antiskid channels that are faulted must be deactivated*).

Nonostante la MEL riporti le informazioni e le istruzioni necessarie e sufficienti, secondo quanto dichiarato dalla compagnia, gli equipaggi che si trovano in una condizione NNC, vengono comunque addestrati, nell'ambito del TEM[8] e CRM, ad utilizzare i riferimenti procedurali più specifici e relativi alla particolare condizione.

Nel caso in questione, l'equipaggio ha preso come riferimento il FCOM/QRH (MAX-RYR), NNC paragrafi 14.1 e 2, relativo proprio alle procedure da seguire nel caso di ANTISKID INOPERATIVE.

Nell'OSD[9] (Operational Suitability Data - Boeing 737-8/-8200/-9 (MAX) ed. 19 Febrary 2021) del costruttore, approvati dall'EASA per la certificazione di tipo B737 300-900, non è inclusa alcuna guida di addestramento per l'antiskid inoperativo destinata agli equipaggi di

---

[8] Threat and Error Management (TEM): è una formazione proattiva per la sicurezza aerea progettata per aiutare gli equipaggi di volo a gestire le complessità operative anticipando, riconoscendo e mitigando i rischi. Si concentra sulla gestione delle minacce esterne (ad esempio, condizioni meteorologiche, traffico), degli errori interni (ad esempio, errori nelle checklist, errori di calcolo) e degli stati indesiderati dell'aeromobile per mantenere i margini di sicurezza, avvalendosi del CRM (Crew Resource Management).

[9] OSD - Operational Suitability Data.

In senso generale, il principio dei dati di idoneità operativa (OSD - Operational Suitability Data) è che i produttori di aeromobili sono tenuti a stabilire determinati dati considerati importanti per il funzionamento sicuro del tipo di aeromobile. Nel caso specifico, in ambiente EASA, questi dati sono approvati dall'Agenzia nell'ambito del certificato di tipo (TCDS) e vengono quindi utilizzati dalle organizzazioni di formazione e dagli operatori.
L'articolo 5 del Regolamento Basico è stato modificato al fine di includere i Dati di Idoneità Operativa (Operational Suitability Data – OSD) come parte della procedura di omologazione di Tipo ed i relativi standard attuativi sono stati definiti nel Regolamento (UE) n. 1321/2014, che tiene conto degli OSD per gli aspetti relativi alla Continuing Airworthiness proposti da EASA con la pubblicazione dell'Opinion n. 07/2011.
Tali dati sono composti dai seguenti elementi:
1- la lista delle dotazioni minime master (MMEL);
2- dati per l'addestramento dei piloti;
3- dati per l'equipaggio di cabina;
4- dati per la formazione del personale addetto alla manutenzione;
5- dati per la qualificazione dei simulatori.
Pertanto, l'OSD è il punto di riferimento per i corsi di formazione personalizzati e MEL sviluppati da operatori e organizzazioni di formazione, e contribuiscono quindi a diminuire il gap fra il settore di Airworthiness e quello delle Operazioni, costituendo un elemento cardine ai fini dell'impatto positivo sulla safety che ci si attende. I nuovi requisiti coinvolgono i costruttori di aeromobili, i progettisti di modifiche, gli operatori e le organizzazioni di addestramento. Al fine quindi di rendere cogenti le variazioni regolamentari proposte con l'Opinion EASA n.07/2011, a quest'ultima è seguita l'emissione di quattro regolamenti della Commissione Europea che hanno tenuto conto dell'interessamento degli OSD per le aree di "Initial Airworthiness", "Continuing Airwothiness", "Air Operations" e "Aircrew".

volo.

Infatti, le Master Differences Requirements, le Specifications for Pilot Training e le Training Area of Special Enphasis appicabile anche al B737 MAX, non conteplano alcun addestramento per antiskid inoperativo nell'addestramento iniziale, di conversione, per le differenze e ricorrente triennale.

L'OM Part D dell'operatore, negli scenari previsti per l'attività di addestramento ricorrente, tratta della MEL che prevede l'antiskid inoperativo; tuttavia, a tale procedura non è però associata alcuna attività pratica al simulatore, in linea con i requisiti OSD, mentre è prevista la manovra di frenata in atterraggio sempre con antiskid operativo.

Nei programmi di addestarmento ricorrente dell'operatore, viene previsto al simulatore l'evento di esplosione di una ruota.

Il documento di familiarizzazione sulle differenze tra il B737-800 e il B737-8200 emesso dall'operatore, in linea con i requisiti OSD, non tiene conto dei diversi consensi necessari per l'attivazione degli inversori di spinta fra B737 MAX e 800.

1.17.3 SMS

In seguito all'investigazione interna, l'operatore è intervenuto nell'ambito della riduzione del rischio, riducendo il massimo intervallo di tempo per il ripristino dell'avaria, previsto originariamente dalla MMEL, da 10 giorni (C nella casella Interval, figura 10) ad 1 solo ciclo di volo, come riportato al punto "d" nella figura che segue.

RYANAIR

Section 2 B737-8200 MEL & DDG ATA 32

32-42-01 Antiskid System

Interval	Installed	Required	Procedure	LIDO
A	1	0	(M) (O)	32-42-01

May be inoperative provided:

a. Inoperative antiskid channels are deactivated.

b. Autobrake system is not used.

c. Appropriate performance adjustments for antiskid inoperative are applied.

d. *INOP Antiskid system is limited to 1FC, Contact Maintenance Control & Duty Pilot prior to dispatch under this MEL item to ensure engineer is available at downline station.*

NOTE: *Defect may prohibit operations to or from narrow and or short runways. Please refer to Airfield Brief for further guidance.*

LIDO

Dispatch under this MEL Item will be entered into the LIDO System and Dublin Maintenance Control must be contacted.

PLACARD

INOP - As appropriate

MAINTENANCE (M)

NOTE: An operative antiskid channel should not be deactivated. Antiskid channels that are faulted, must be deactivated.

Deactivate the inoperative antiskid system channels (AMM 32-00-00/901).

1. For inboard antiskid channel inoperative, open and collar the P6-3 panel LANDING GEAR ANTISKID INBD circuit breaker.
2. For outboard antiskid channel inoperative, open and collar the P6-3 panel LANDING GEAR ANTISKID OUTBD circuit breaker.

OPERATIONS (O)

NOTE 1: Reduced thrust takeoff using the assumed temperature method is not permitted.

NOTE 2: Takeoff on wet runways is not permitted unless AFM performance for wet skid-resistant surfaces and antiskid inoperative is applicable and used.

NOTE 3: Operations may be affected at contiguous United States airports impacted by 5G C-Band interference [Ref FAA Airworthiness Directive (AD) 2023-12-11 and associated Boeing Flight Crew Operations Manual Bulletin (OMB)]

1. Base takeoff and landing performance on AFM antiskid inoperative.
2. Set autobrake system OFF.

Apr 28, 2025 2.32-42-01.1

Figura16: edizione del 28 aprile 2025 della MEL 32-42-01.

Con la modifica della MEL 32-42-01, l'operatore ha inteso ridurre l'esposizione al rischio di operare in uno scenario di antiskid inoperative.

Inoltre, l'operatore ha introdotto una fase aggiuntiva, in cui l'equipaggio deve contattare il Duty Pilot, disponibile 24 ore su 24, 7 giorni su 7, e ricevere un briefing operativo dettagliato sulle procedure, le limitazioni e i rischi correlati a questa MEL.

Oltre a queste modifiche alla MEL, l'operatore ha prodotto un pacchetto di formazione e-learning che tratta questo evento come caso di studio, evidenziando la corretta sequenza di azioni prevista nella MEL e nel QRH - NNC Antiskid Inoperative.

In ambito manutentivo, l'investigazione interna ha individuato come fattore contributivo la poca chiarezza delle MEL e delle IFIM specifiche. Questo ha indotto il tecnico a BCN a non completare la IFIM relativa all'avaria del transducer 3, rilevata mediante BITE, per mancanza della parte di ricambio. Egli ha quindi considerato quanto fatto all'apertura della HIL come corretto. La stessa investigazione interna ha individuato una serie di azioni di prevenzione per evitare il ripetersi dell'errore:

1. aggiungere la nota "An inoperative antiskid channel MUST not be deactivated" e "antiskid channels that are faulted MUST be deactivated", o similari, all'interno degli antiskid FIM task 32-42-00-810-815 XDCR3 (presente solo nell'AMM Task 32-00-00-040-808 antiskid inoperative - Preparation);
2. pubblicazione di istruzioni indirizzate ai tecnici che informano di riferirsi sempre alle AMM DDG e MEL applicabili, quando una HIL rimane aperta dopo la ricerca guasti (troubleshooting);
3. aggiornamento del MOE con integrazioni riguardanti le HIL e la gestione dei WO;
4. revisione delle procedure per l'invio di parti urgenti (AOG).

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Di seguito sono riportati gli elementi ritenuti significativi e rilevati dalle interviste e dichiarazioni rilasciate dai piloti e tecnici coinvolti nell'evento.

1.18.1. Testimonianze e dichiarazioni

Testimonianze Piloti

L'equipaggio di condotta veniva intervistato presso l'ANSV.

Dall'intervista è stato possibile ricavare i seguenti punti rilevanti per l'investigazione:

- erano entrambi certamente consapevoli di dover atterrare senza l'antiskid;
- entrambi confermavano che la procedura da seguire è quanto riportato nella MEL per l'antiskid inoperativo, ma che, alla luce di quanto appreso nell'addestramento al CRM e TEM, è stato possibile per loro avvalersi di altre procedure, come quella prevista nel QRH;

- entrambi non erano consapevoli che durante l'atterraggio i freni erano stati azionati prima dell'azionamento degli *speedbrake* e abbassamento del ruotino anteriore;
- il FO/PM dichiarava di aver visto il comandante insistere sulle manette dei *thrust reverse* e di aver osservato, quindi, chiamato, lo spostamento della leva degli *speedbrakes* da parte del CPT/PF, dopo qualche secondo dal presunto contatto con la pista;
- entrambi i piloti non ricordano di aver svolto addestramenti correlati all'atterraggio con antiskid inoperativo. Solo il CPT dichiarava di aver effettuato tale procedura in ambiente operativo per 2, forse 3 volte, in tutta la sua carriera.

Dichiarazioni personale manutentore

Il tecnico in servizio presso il MAINTROL di Dublino ha dichiarato quanto segue:

- a seguito del mancato riscontro di avarie dopo l'*operational test*, effettuato da un tecnico presso AGP il giorno 30 settembre, e del successivo rientro dell'aeromobile per la ripresentazione dell'avaria, veniva deciso di porre il velivolo in AOG al fine di consentire le necessarie indagini tecniche;
- sempre a Malaga, veniva successivamente effettuata la procedura di BITE, senza che questa rilevasse avarie;
- in seguito del presentarsi di multiple avarie spurie e per evitare il loro ripetersi, veniva deciso di disattivare il sistema antiskid, mediante applicazione della relativa MEL, quest'ultima veniva inserita nelle HIL e nel sistema gestionale LIDO.

Il tecnico in servizio presso l'aeroporto di Barcellona dichiarava:

- che il suo turno di servizio era iniziato alle 19:00 del 30 settembre e terminato il 01 ottobre alle 07:00, rispettando quindi i tempi di riposo previsti;
- di aver rilevato l'avaria del transducer 3, chiedendone il ripristino ed aggiungendolo alla HIL già aperta in LIDO;
- che non avendo motivo di pensare che quanto applicato precedentemente al momento dell'apertura della HIL fosse errato, non ha effettuato un controllo della MEL o applicato ulteriori interventi manutentivi sul sistema antiskid.

1.18.2. Immagini dalle telecamere aeroportuali.

L'aeroporto in Bergamo è dotato di un sistema di telecamere a circuito chiuso. Dai vari filmati registrati è stato possibile ricavare una serie di immagini relative a momenti salienti dell'atterraggio. La prima immagine evidenza l'azione dei freni di destra.

La seconda l'azionamento anche dei freni di sinistra.

Dalla successiva immagine, ingrandita, si nota come gli *speedbrake/spoiler* non erano ancora dispiegati.

Dalle successive due immagini si nota il dispiegamento degli *speedbrake/spoiler.*

Dalle informazioni FDR, questo è avvenuto quando si è realizzato il WOW sul carrello principale e sul carrello anteriore.

L'aeromobile continuava nella sua corsa con le ruote del carrello principale bloccate. Si verificava incendio e proiezione di parti.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente

CAPITOLO II
ANALISI

2. GENERALITÀ

Di seguito vengono analizzati gli elementi oggettivi acquisiti nel corso dell'inchiesta, descritti nel capitolo precedente.

L'obiettivo dell'analisi consiste nello stabilire un nesso logico tra le evidenze acquisite e le conclusioni.

2.1 CONDOTTA DEL VOLO

L'equipaggio del velivolo B737-MAX marche EI-IGI operante il volo FR846 era alla prima tratta della giornata. Erano stati rispettati i tempi di riposo previsti per l'equipaggio.

Il volo di linea, con a bordo 162 passeggeri, era anche a carattere addestrativo. Infatti, nel contesto del programma di addestramento LFUS del FO, quindi, con il Com.te in qualità di LT (Line Trainer).

Il Com.te accettava il velivolo a fronte di una procedura MEL, la 32-42-01, con entrambi i canali dell'antiskid (INBOARD ed OUTBOARD) disattivati.

Il volo si svolgeva in maniera regolare: in fase di avvicinamento all'aeroporto di Bergamo, l'equipaggio si predisponeva ad effettuare l'atterraggio senza antiskid tramite un briefing riguardante le limitazioni e la corretta sequenza di azioni da effettuare.

Da quanto registrato dal CVR, l'equipaggio era pienamente cosciente delle implicazioni relative ad un atterraggio senza il sistema antiskid, in linea con l'addestramento ricevuto e con le indicazioni disponibili nella MEL e nel QRH.

L'equipaggio effettuava un avvicinamento ILS per la RWY28 dell'aeroporto di Bergamo, tenendo un profilo di volo stabile, con parametri di volo corretti.

L'equipaggio riceveva l'autorizzazione all'atterraggio alle 05:53:20, in presenza di un vento pressoché calmo (10°, 2 kts).

Pochi istanti prima del contatto con il suolo, durante la fase di *flare*, la velocità di discesa veniva ridotta a una VS di circa -100 ft/min, fino al contatto con la pista.

Il primo contatto del velivolo con la pista avveniva alle 5:54:53, dove la quota radar altimetrica raggiungeva il valore di 0 ft e l'accelerazione verticale il valore più alto. Ai fini dell'analisi che segue, a questo tempo si attribuirà il riferimento T0 (tempo zero).

A questo tempo T0 corrisponde una KIAS di 138 kt (VREF+ 4 kt), e una GS di 142 kt (VREF+ 8 kt) che lascia presupporre la presenza di una leggera componente di vento in coda. Il PF/CPT annunciava *"Reverse and Speedbrake"*, ma dichiarerà nell'intervista di aver avuto una iniziale difficoltà di attuare i *thrust reverse*.

È ancora assente il segnale di AIR/GROUND su GROUND e, ancorché le manette motore siano posizionate su IDLE, la spinta dei motori è ancora corrispondente ad APPROACH IDLE.

È probabile che il velivolo si sia trovato in una condizione di "effetto suolo[10]" che non ha consentito al peso del velivolo di gravare pienamente sulle gambe di forza del carrello principale, allungando in tal modo la distanza di atterraggio ed i tempi di decelerazione, in assenza di azioni correttive da parte del pilota.

Al tempo T0+4.125", veniva applicata pressione sui freni lato destro, inizialmente raggiungendo una pressione di 1500 psi che poi incrementava fino a raggiungere al tempo T0+7.125", i 2961 psi (praticamente la massima pressione).

Al tempo T0+4.625" (ovvero dopo 0.500" dall'applicazione della prima pressione sui freni di destra), veniva applicata pressione sui freni lato sinistro, inizialmente raggiungendo i 700 psi, per poi incrementare e raggiungere, al tempo T0+6.625", i 2940 psi.

In questo lasso di tempo iniziavano ad essere udibili chiaramente in cabina di pilotaggio i rumori causati dalle vibrazioni, il PF/CPT percepiva che avrebbero potuto essere riconducibili ad un blocco delle ruote.

Al tempo T0+7.125", veniva registrato l'inizio dell'attuazione degli *speedbrake*, in contemporanea con il segnale di WOW del carrello di sinistra.

Al tempo T0+8.125", veniva registrato il posizionamento della leva di comando degli *speedbrake/spoiler* su "UP" (correlabile all'effettiva apertura delle superfici) e, allo stesso tempo, veniva registrato il segnale di WOW dal carrello di destra, con conseguente riconoscimento, da parte del sistema, di velivolo al suolo.

---

[10] Effetto suolo. La differenza di pressione tra la superficie superiore e quella inferiore di un'ala fa sì che l'aria all'estremità dell'ala sia costretta a spostarsi dalla superficie inferiore a quella superiore, generando vortici conici noti come vortici di estremità, che sono tra le fonti della resistenza indotta. La vicinanza al suolo ostacola la formazione di questi vortici, con conseguente riduzione della resistenza e quindi aumento dell'efficienza alare. Inoltre, con angoli di attacco elevati durante la fase finale di atterraggio, l'aria al di sotto della superficie inferiore dell'ala viene leggermente compressa tra l'ala e il suolo, formando un «cuscino» che tende a sollevare l'aeromobile più di quanto avverrebbe, nelle stesse condizioni di volo, se l'aeromobile fosse più distante dal suolo. In assenza di interventi correttivi, l'effetto pratico di questo fenomeno si traduce in un aumento indesiderato della distanza di atterraggio.

A seguire, il FO/PM annunciava che gli *speedbrake* erano stati estesi (controllo che può essere effettuato solo tramite l'osservazione del posizionamento della leva di comando degli *speedbrake*) e che i reverse erano stati dispiegati (indicazione "REV" in verde sopra l'indicazione degli N1 dei motori), il PF agiva per aumentare la spinta sui *reverse*.
Sempre allo stesso tempo T0+8.125" veniva registrato l'inizio del rilascio della pressione freni sul lato destro.
Al tempo T0+8.650" veniva registrato il segnale di WOW del carrello anteriore.
Al tempo T0+9.125" veniva registrato l'inizio del rilascio della pressione freni sul lato sinistro.
Al tempo T0+10.125" veniva registrato il dispiegamento del *thrust reverse* motore 1.
Al tempo T0+10.625 veniva registrato il dispiegamento del *thrust reverse* motore 2.
Al tempo T0+26.125" veniva registrata l'attuazione della leva di comando degli *speedbrake/spoiler* in chiusura, ovvero posizione "DOWN" (indicativo dell'effettiva chiusura delle superfici).
Al tempo T0+32.125", l'aeromobile si fermava sulla pista. Allo stesso tempo veniva registrato il rientro del *thrust reverse* del motore 2, seguito, al tempo T0+33.125", dal rientro del *thrust reverse* motore 1.
Al tempo T0+37.125", la TWR segnalava la presenza di un probabile fuoco al motore.
Al tempo T0+43.125" l'equipaggio, dopo aver valutato la situazione, comunicava alla TWR di aver avuto problemi ai freni durante l'atterraggio e richiedeva quindi l'intervento dei soccorsi.
A seguire l'equipaggio predisponeva l'effettuazione delle procedure e coordinamenti per la messa in sicurezza dell'aeromobile, dei passeggeri, dei soccorritori intervenuti sul luogo dell'inconveniente grave. Il velivolo si ferma sulla pista approssimativamente a circa 1700 m dalla soglia pista, a circa 1000 m dal fine pista.
Si procedeva infine allo sbarco dei passeggeri con i normali mezzi di sbarco ed autobus.

2.2. FATTORE TECNICO

Il sistema antiskid dell'aeromobile era inoperativo a causa del guasto del trasduttore n. 3.
Nell'ambito delle procedure manutentive si è riscontrata una discordanza tra le istruzioni manutentive.
Infatti, la sezione MAINTENANCE (M) della MEL 32-42-01 prevede, nella NOTA iniziale, che un canale dell'antiskid operativo non dovrebbe essere disattivato (*An operative antiskid*

*channel **should** not be deactiveted*), mentre i canali dell'antiskid che risultassero inoperativi devono essere disattivati (*antiskid channels that are faulted, must be deactivated*).
Una volta riscontrata una inefficienza sul sistema antiskid, l'AMM 32-00-00/901 -landing Gear – Maintenance Procedures (15) DDG 32-42-01-01 antiskid System Inoperative – Preparation (coincidente con il documento in uso presso l'operatore AMM RYR D633AM101-RYR, TASK 32-00-00-040-808, punto 16. DDG 32-42-01-01 Rev. 23 antiskid System Inoperative – Preparation) indica di usare il BITE test per capire quale dei canali antiskid sia effettivamente inefficiente.
Nella NOTA al paragrafo E. (2) dello stesso documento si riporta: **an operative channel must not be deactivated"**. Ciò è sostanzialmente difforme dalla stessa nota contenuta nella MMEL/MEL in cui si si riporta "**An operative channel should not be deactivated".**
Fra le due note dovrebbe prevalere quella nell'AMM che, come argomentato precedentemente, fornisce informazioni tecnico-manutentive più specifiche rispetto a quelle contenute nella MMEL/MEL.
Questa discrepanza fra *must* e *should* potrebbe aver ragionevolmente portato alla scelta non ottimale, da parte del personale manutentore, di confermare la disattivazione di entrambi i canali dell'antiskid.
Nello specifico dell'evento in esame, il personale dell'operatore eseguiva un primo BITE Test che non dava alcun esito specifico; successivamente a questo, veniva riportata nell'ATL (pag. 55475103) la disattivazione di entrambi i canali antiskid e aperta la correlata HIL.
Dai contenuti dell'ATL, si evince che veniva effettuato un secondo BITE Test, che consentiva di individuare il canale antiskid inoperativo (INBORD); a questa verifica seguiva l'applicazione della IFIM 32-42-00-810-815 Rev. 93, grazie alla quale il tecnico individuava l'avaria del trasduttore 3 (ANTISKID WHEEL SPEED TRANSDUCER #3).
Alla luce di tali risultati, ne richiedeva la sostituzione.
Il risultato del *trouble shooting* avrebbe dovuto tuttavia portare ad una disattivazione del solo canale INBOARD.
L'esclusione di un singolo canale antiskid avrebbe ragionevolmente mitigato i danni che sono stati causati da una non corretta procedura di atterraggio effettuata con entrambi i canali antiskid inoperativi, come avvenuto nell'evento in esame.

In aggiunta a quanto sopra riportato, la MMEL/MEL costituisce la documentazione di riferimento per l'equipaggio di condotta anche per le operazioni da effettuare in volo. Infatti, la sezione OPERATIONS (O) delle MMEL/MEL indica una procedura non usuale per decollo

e atterraggio con antiskid inoperativo. Tuttavia, quanto contenuto nella procedura MEL risulta generico e non fornisce indicazioni specifiche, così come altra manualistica del costruttore o operatore applicabile all'atterraggio senza antiskid. Nello specifico, la procedura riporta solamente al punto 3 di operare gli speedbrakes manualmente ("*Operate speedbrakes manually"*) e al punto 4.B di non frenare prima di aver estratto gli speedbrake e con il carrello anteriore a terra (*Do NOT apply the speedbrakes until the nose is on the ground and speedbrakes have been deployed)*.

Per un atterraggio in queste condizioni sono previste predisposizioni ed azioni che attualmente non sono presenti nelle procedure operative riportate dalle MMEL/MEL. In maggior dettaglio, alla luce di quanto previsto dalla manualistica del costruttore (AFM, QRH ed altri), così come dall'OM dell'operatore, è necessario che:

- gli speedbrakes vengano posizionati su "DOWN detent" (QRH NNC antiskid Inoperative);
- l'attuazione degli speedbrakes sia effettuata immediatamente dopo il contatto, e che il loro funzionamento automatico potrebbe non essere disponibile (QRH NNC antiskid Inoperative);
- l'attuazione degli speedbrakes avvenga per ridurre la possibilità di esplosione degli pneumatici (QRH, NNC antiskid Inoperative - Deferred Items).
- l'attuazione degli speedbrakes venga effettuata per trasferire il peso dell'aeromobile sul carrello principale, fornendo la migliore efficacia dei freni, ed ulteriormente per prevenire un "over-run" (FCTM cap. "Landing Roll", pag. 6.44);
- gli speedbrake (ground spoiler) vengano dispiegati per incrementare il WOW (OMB cap. 2.7.6. – Speedbrakes, Ground Spoiler);
- l'attuazione degli speedbrakes avvenga entro 2 secondi dal touchdown (AFM A180643 e OM part. B cap. 2.10.6. QRH NNC Landing Performance).

Riguardo all'utilizzo dei freni, le MMEL/MEL, al punto 4. B riportano: "*Do NOT apply the brakes until the nose wheel is on the ground and the speedbrakes have been manually deployed".*

Questa indicazione non enfatizza né evidenzia adeguatamente che i freni non devono essere attuati prima del dispiegamento degli speedbrake e del contatto del carrello anteriore.

Questo aspetto andrebbe adeguatamente evidenziato tramite una CAUTION dedicata e, per meglio rispettare la reale sequenza delle azioni, andrebbe invertita la sequenza, ponendo attenzione prima agli speedbrake, poi al carrello anteriore.

La MMEL/MEL risulta inoltre carente riguardo i controlli da effettuare nelle fasi di Descent, di Approach, nella applicazione degli Additional Deferred Item e Landing, controlli considerati certamente utili ai fini della conduzione del volo in sicurezza.
In particolare, per l'atterraggio, le istruzioni operative contenute nella MMEL/MEL sono riportate anche nei FCOM/QRH Antiskid Inoperative, ma in questi ultimi documenti sono arricchite con una serie di istruzioni e controlli che includono tutte le fasi riportate nel precedente paragrafo.
Il QRH, al punto 2, riporta integralmente quanto segue:

2 Do **not** arm the speedbrakes for landing. Manually deploy the speedbrakes immediately upon landing. Automatic speedbrake extension may be inoperative.

Questa procedura, una NNC, prevede una sequenza motoria diversa da quella utilizzata nelle operazioni normali, dove le azioni richieste al PF, sono monitorate dal PM.
La procedura precedentemente riportata avrebbe una maggiore efficacia qualora la frase: "Manually deploy the speedbrakes immediately upon landing", venisse numerata separatamente e debitamente evidenziata, eventualmente arricchita da importanti indicazioni riguardanti il possibile ritardo nell'avere il WOW.
In particolare, tale ritardo nell'avere il WOW, unito all'inavvertita applicazione dei freni, potrebbe causare l'esplosione degli pneumatici, per cui sarebbe opportuno inserire tali indicazioni in una CAUTION dedicata.
Il QRH prevede già una CAUTION riguardante la mancanza della protezione dal bloccaggio delle ruote, ma non è certamente sufficiente per dare all'equipaggio di condotta una chiara comprensione del rispetto della sequenza delle azioni richieste e delle conseguenze associate ad un loro mancato rispetto.

2.3. FATTORE ORGANIZZATIVO

Le MMEL/MEL prevedono l'utilizzo del velivolo anche con antiskid inoperativo e l'equipaggio aveva debitamente trattato la procedura da applicare attraverso il briefing precedente l'atterraggio.

Dall'analisi dell'addestramento effettuato presso l'operatore, conforme alla normativa (OSD compreso), i membri dell'equipaggio dell'operatore ricevono una formazione relativa all'avaria del sistema antiskid tramite un modulo e-learning dedicato. Pertanto, si ritiene che la non corretta sequenza delle azioni applicate non sia stata dovuta alla carente conoscenza delle procedure, quanto al mancato esercizio pratico della procedura stessa che, come acquisito dalle testimonianze, non è mai stata esercitata in un simulatore (FSTD) da entrambi i piloti. Solo il comandante l'aveva applicata due o tre volte nell'attività di volo reale svolta negli anni precedenti. Infatti, a fronte della possibilità di atterrare senza antiskid, le OSD non prevedono alcuna tipologia di addestramento dedicato.

Va comunque evidenziato che il Manuale di addestramento dell'equipaggio di condotta (FCTM) del Boeing 737 NG/MAX fornisce le seguenti indicazioni nella sezione 6 "*Landing – Landing roll – Wheel brakes"* sotto titolo "*Braking with antiskid Inoperative"*

Quando il sistema antiskid è inoperativo, la procedura NNC fornisce le seguenti indicazioni:

- assicurarsi che le ruote anteriori siano a terra e che gli speedbrakes siano estesi prima di azionare i freni;
- avviare la frenata delle ruote esercitando una pressione molto leggera sul pedale e aumentare la pressione man mano che la velocità al suolo diminuisce;
- applicare una pressione costante;
- utilizzare una frenata minima, compatibile con la lunghezza e le condizioni della pista, per ridurre il rischio di scoppio degli pneumatici;
- non pompare i freni: ogni volta che i freni vengono rilasciati, la distanza di arresto necessaria aumenta. Inoltre, ogni volta che i freni vengono azionati nuovamente, aumenta la probabilità di sbandamento.

Secondo il costruttore, i test di volo hanno dimostrato che l'efficacia della frenata su una pista bagnata e scanalata è simile a quella su una pista asciutta. Tuttavia, è necessario prestare attenzione quando si frena su qualsiasi porzione bagnata e non scanalata della pista con il sistema antiskid disattivato, per evitare il danneggiamento degli pneumatici.

L'organizzazione manutentiva, una volta accertato tramite il BITE che il transducer n. 3 fosse inefficiente, ha comunque confermato la decisione, già presa il giorno precedente, di escludere entrambi i canali (INBOARD e OUTBOARD) dell'antiskid, nonostante il transducer inefficiente appartenesse soltanto al canale INBOARD.

Questa decisione viene presa disattendendo quanto previsto dalla MEL di riferimento "An operative antiskid channel should not be deactivated" ma soprattutto da quanto previsto dalla

DDG 32-42-01-01 - antiskid System Inoperative – Preparation TASK 32-00-00-040-808 antiskid System Inoperative – Preparation, dove, al punto E. la NOTA riporta: "An operative antiskid channel must not be deactivated. antiskid channels that are faulted must be deactivated".

Quest'ultima indicazione è riportata nella Deferred Deviation Guide (DDG), che è parte integrante dell'AMM, quindi, come detto, di un manuale certamente più specifico rispetto alla MEL, pertanto prevalente rispetto a quest'ultima.

La decisione di escludere entrambi i canali, nonostante l'indicazione da BITE che soltanto uno dei due fosse inoperativo, non è giustificata da quanto previsto sia dalla MEL che dall'AMM, ed ha, di fatto, rimosso una importante mitigazione, che avrebbe certamente consentito un minore livello di danni una volta applicata dai piloti una non corretta sequenza delle azioni richieste per un atterraggio senza antiskid.

Non risulta che a valle dell'inconveniente grave sia stata effettuata attività addestrativa/divulgativa verso lo stesso, enfatizzando l'importanza di mantenere operativi i canali antiskid che non presentano avarie e, più in generale, come seguire un buon processo di *decision making* in ambito manutentivo.

2.4 SMS

Una azione intrapresa dall'operatore successivamente all'inconveniente grave, è stata quella di realizzare un briefing sull'accaduto da erogare nell'ambito del CRM recurrent training, in cui si enfatizza il rispetto della corretta sequenza di azioni da svolgere nel caso di atterraggio con antiskid inoperativo.

L'operatore ha anche ridotto la frequenza dell'evento atterraggio con antiskid inoperativo, attraverso il ripristino dell'avaria dopo un solo volo (dai 10 gg precedenti di operazioni).

Inoltre, l'operatore ora impone all'equipaggio di contattare il Duty Pilot di turno, disponibile 24 ore su 24, 7 giorni su 7, per un briefing operativo sulle procedure, le restrizioni e i rischi correlati al volo con il sistema antiskid inoperativo.

L'investigazione interna in ambito manutentivo ha individuato una serie di cause e le seguenti azioni preventive:

- aggiunta la nota "An inoperative antiskid channel MUST not be deactivated" e "antiskid channels that are faulted MUST be deactivated" all'interno degli antiskid FIM task, dove assente;

- pubblicazione di istruzioni indirizzate ai tecnici che informano di riferirsi sempre alle AMM DDG e MEL applicabili, quando una HIL rimane aperta dopo la ricerca guasti;
- revisione delle procedure per l'invio di parti urgenti (AOG).

2.5 FATTORE UMANO

La gestione della condizione non normale dovuta all'assenza dell'impianto antiskid è evidentemente una situazione inusuale per i piloti. Tuttavia, come discusso precedentemente, la trattazione dell'argomento e le relative procedure risultano frammentate, disseminate fra vari manuali, talvolta ripetute, senza comunque offrire una esatta sequenza temporale delle azioni da effettuare.

L'operatore, attraverso l'addestramento basico degli equipaggi, che contempla anche il TEM e CRM, confida che questi ultimi possano essere in grado di avvalersi di altra documentazione disponibile quale supporto gestionale della condizione di NNC. Nel caso in esame, l'equipaggio ha deciso di riferirsi a quanto contenuto nel QRH NNC ANTISKID INOPERATIVE, applicabile con un solo canale inoperativo dell'antiskid o con entrambi.

Anche il QRH, che rispetto ad altri manuali fornisce una procedura maggiormente esaustiva, in realtà non indica una sequenza sufficientemente chiara all'equipaggio di condotta, demandando allo stesso equipaggio, in particolare al PF, la costruzione di una sequenza mentale delle azioni da compiere durante l'atterraggio.

Il monitoraggio, da parte del PM, della sequenza delle azioni durante l'atterraggio con l'antiskid inoperativo, è lo stesso delle operazioni normali, ovvero: controllo dell'apertura degli *speedbrake*, controllo dell'applicazione della frenata e call-out relativa alla disponibilità dei reverse.

Le azioni che il PF deve effettuare in un atterraggio con antiskid inoperativo sono diverse da quelle di un atterraggio in condizioni normali e, il brevissimo lasso di tempo fra una azione ed un'altra potrebbe non consentire al PM un suo tempestivo ed efficace intervento di monitoraggio.

Di seguito si riporta la sequenza delle azioni, sia del PF che del PM, in caso di atterraggio con antiskid inoperativo, associata ad una illustrazione della piantana centrale con la localizzazione dei comandi interessati dalla procedura.

La sequenza temporale di azioni che il PF (nel nostro caso il CPT/CM1) deve effettuare durante un atterraggio senza antiskid, coerente con le istruzioni disseminate nelle varie procedure (AFM, FCOM, QRH, FCTM, OM) è la seguente:

1. il PF, inizia la “flare” a circa 20 ft dalla pista e posiziona le thrust levers su idle (anche se i motori rimangono su Approach Idle sino al WOW (leve n. 1 nella figura che segue);
2. immediatamente dopo il contatto, sposta la mano dalle thrust levers sulla leva degli speedbrakes, per estrarli manualmente (leve n. 2);
3. una volta estratti completamente gli spoiler/speedbrake, controllati dal PM (Call-out: “SPEED BRAKE UP”), il PF sposta la mano sulle leve di comando dei reverse (leve n. 3), applicando una continua leggera pressione sulle e attendendo il consenso del WOW per lo sblocco degli interlock. Contestualmente il PM controlla ed effettua le chiamate standard per la disponibilità dei singoli reverse, cui segue l’applicazione della potenza di reverse ritenuta necessaria da parte del PF;

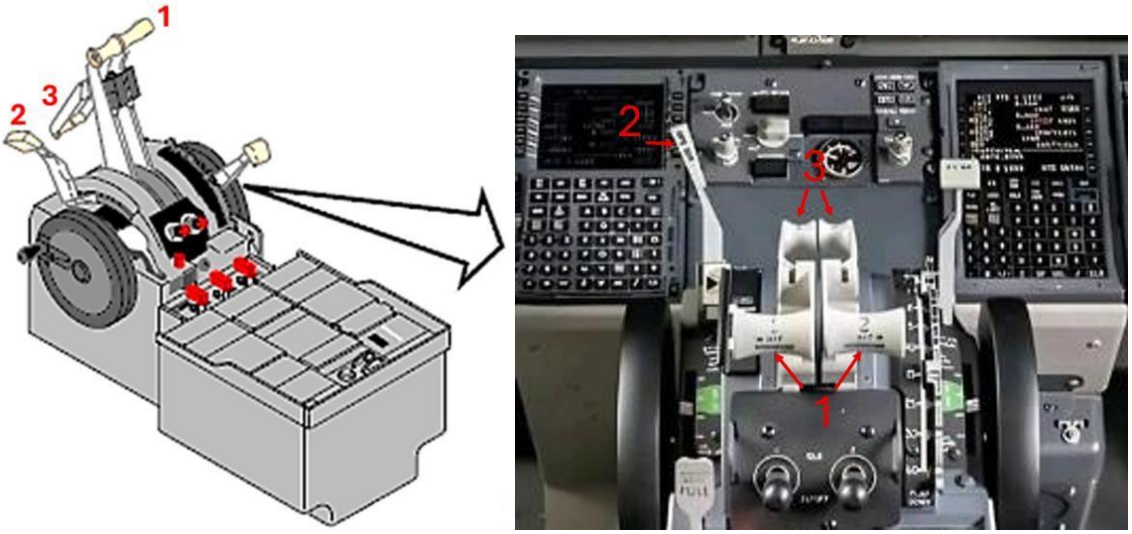

Figura 17: sequenza temporale di azioni che il PF (nel nostro caso il CPT/CM1) deve effettuare durante un atterraggio senza antiskid.

4. il PF deve seguire e accompagnare l’abbassamento del ruotino anteriore e, con questo a terra, applicare ai freni una leggera e continua pressione, eventualmente incrementandola in funzione della effettiva riduzione della velocità al suolo.

La sequenza descritta differisce dall’atterraggio con antiskid operativo; si riportano di seguito le principali differenze.

L’azionamento degli speedbrakes, normalmente posizionati su “ARM”, e dei freni, normalmente selezionati su “Autobrake” , avviene automaticamente.

Per l’azionamento dei reverse, il comandante è incoraggiato ad usarli quanto prima, in accordo alla policy di compagnia (OM Part A cap. 8.3.0.3.12.4 – Reverse Thrust Policy) che, per tutti gli atterraggi in assenza di NNC applicabili, richiede la loro aplicazione subito dopo il contatto

del carrello principale. Lo stesso OM, alla part.B cap. 2.7.7 – Reverse Thrust, rimarca che il reverse deve essere selezionato nella posizione di "interlock" entro 2 secondi dal contatto del carrello principale e prima del contatto del carrello anteriore. Rimarca che se questa selezione viene ritardata sino al contatto del carrello anteriore (normalmente dai 3 ai 5 secondi dopo il contatto del carrello principale), la distanza richiesta per fermarsi aumenta.
Inoltre, è utile notare che l'addestramento sulle differenze tra il B737-800 e il B737-8200 non tiene conto dei diversi consensi richiesti per l'attivazione dei reverse. Infatti, nel caso del B737-800, dopo aver portato la manetta del motore al minimo, per l'attivazione dei reverse è richiesta solo una delle due seguenti condizioni: altitudine radio inferiore a 10 piedi o sensori di sicurezza aria/terra in modalità terra, mentre sono necessarie entrambe sul 737 MAX.
Anche se la procedura di atterraggio è identica per tutte le varianti dell'aeromobile, i diversi consensi richiesti per l'attivazione corretta dei reverse potrebbero aver contribuito all'azione prolungata del pilota ai comandi sulla leva dei reverse ed aver eventualmente ritardato l'attivazione degli speedbrakes.
Nell'evento il PF (CPT) prima dell'avvicinamento effettua più volte richiami alla procedura e alla sequenza delle azioni che di lì a poco avrebbe dovuto effettuare per un atterraggio con antiskid inoperativo, manifestando la volontà di considerare la risposta in decelerazione dell'aeromobile prima di utilizzare i freni, da modulare in relazione alla decelerazione effettivamente ottenuta. Tuttavia, il PF (CPT), immediatamente dopo il contatto, ha annunciato *"REVERSE AND SPEEDBRAKE"*.
Questo comportamento è frutto della memoria procedurale dovuta ai tanti atterraggi effettuati con antiskid funzionante, nel quale gli automatismi sono attivi ed il pilota è concentrato sull'attuazione dei *reverse* invece che sulla inusuale estensione manuale degli *speedbrake/spoiler.*
A questa sequenza di azioni ha verosimilmente contribuito la mancata previsione di un addestramento dedicato alla gestione di una condizione con antiskid inoperativo, preferendo piuttosto confidare nella capacità del pilota di gestire adeguatamente una condizione comunque inusuale ed estranea alle sue esperienze recenti.

Per quanto riguarda la manutenzione, si è visto come il tecnico, pur identificando il transducer #3 (indisponibile a Barcellona) come causa del problema, abbia comunque lasciato entrambi i canali antiskid inoperativi.
Questa decisione è stata influenzata dal fatto che quest'ultimo tecnico non si sia riferito all'AMM ed alla MEL, ma esclusivamente alle IFIM relative all'antiskid, dove non è

menzionata la necessità (con must nel caso dell'AMM o should nel caso della MEL) di escludere soltanto il canale inefficiente.

Questa carenza di conoscenza e di fonti informative non equivocabili, che ha portato ad una decisione non ottimale da parte del manutentore, è stata oggetto delle azioni di prevenzione intraprese e riportate nel precedente punto, nella parte in cui si sono analizzate le carenze in ottica S.M.S.

2.6 FATTORE AMBIENTALE

Le condizioni riportate nel METAR delle ore 05:50 e quelle nell'autorizzazione all'atterraggio da parte della TWR, sono di un vento con direzione tra i 010° e 020° ed un'intensità di 2 kt, ovvero pressoché calmo.

Dai dati registrati dall'FDR, risulta che l'atterraggio sia avvenuto ad una KIAS di 138 kt, ovvero VREF +4 kt, a cui corrisponde una GS di 142 kt (VREF + 8 kt).

Tale condizione può verosimilmente essere ricondotta ad una presenza di una leggera componente di vento in coda che potrebbe aver contribuito all'allungamento della *flare* ed al ritardo nell'acquisire il WOW.

2.7 SOPRAVVIVENZA

L'equipaggio ha affrontato l'evento in questione con relativa calma, in accordo alle procedure previste.

CAPITOLO III
CONCLUSIONI

3. GENERALITÀ

In questo capitolo sono riportati i fatti accertati nel corso dell'inchiesta e le cause dell'evento.

3.1. EVIDENZE

- Nessuna tra le persone coinvolte nell' inconveniente grave ha riportato lesioni;
- l'aeromobile ha subito danni alle ruote del carrello principale e minori danni alla fusoliera e al flap interno lato destro;
- ulteriori danni si sono avuti al manto bituminoso della pista, tali da essere riparati dopo qualche ora da parte del gestore aeroportuale, in seguito alla rimozione del velivolo;
- i membri dell'equipaggio di condotta erano in possesso dei necessari titoli aeronautici e qualificati per l'effettuazione del volo in questione;
- i tecnici erano in possesso dei necessari titoli aeronautici e qualificati per l'effettuazione della manutenzione effettuata;
- la massa ed il centraggio dell'aeromobile in atterraggio a Bergamo erano entro i limiti prescritti;
- in conseguenza di anomalie tecniche rilevate dall'equipaggio di condotta presso AGP, i tecnici hanno applicato quanto previsto dalle procedure di ricerca guasto contenute in AMM 32-42-00. In assenza di riscontri di specifiche avarie, l'aeromobile è stato rilasciato al volo con la disattivazione del sistema antiskid;
- dopo 4 voli senza inconvenienti e ulteriori controlli (effettuati a BCN), è stato individuato il guasto del trasduttore n. 3;
- la spedizione come AOG del particolare (*transducer 3*), ancorché avvenuta prima dell'effettuazione del BITE, non ha comunque permesso di effettuare il ripristino dell'avaria per sopraggiunte problematiche di carattere logistico;
- il tecnico in servizio, dopo aver constatato l'indisponibilità del componente, nonostante il BITE test e la ricerca guasti della IFIM avessero rilevato l'avaria di un *tranducer* relativo al canale INBOARD, lasciava entrambi i canali dell'antiskid disattivati;
- Le procedure contenute nelle MMEL e relativa MEL hanno evidenziato aspetti critici relativi all'interpretazione e all'attuazione delle istruzioni di manutenzione stabilite nell'AMM. Nel MMEL/MEL, nella sezione MANUTENZIONE (M), la nota recita: « An

operative antiskid channel should not be deactivated» e differisce dalla formulazione contenuta nell'AMM TASK 32-00-00-040-808 DDG 32-42-01-01 Antiskid System Inoperative – Preparation, che recita: « An operative antiskid channel must not be deactivated»;

- la MEL, pur essendo conforme alle norme, non fornisce le stesse istruzioni operative in caso di antiskid inoperativo come riportato nell'OM;
- le MEL prevedono le operazioni senza antiskid anche per voli con passeggeri a bordo "Revenue Flight";
- comparando la MMEL/MEL al QRH NNC antiskid Inoperative, si è constatato che quest'ultimo fornisce informazioni molto più dettagliate per le operazioni con antiskid inoperativo;
- nonostante il QRH fornisca istruzioni ed informazioni più specifiche di quelle contenute nella MEL, comunque non fornisce una sequenza temporale applicabile alle reali azioni che il PF e il PM devono effettuare, costringendo i piloti a crearsi una propria sequenza mentale;
- il QRH non evidenzia adeguatamente l'azionamento manuale degli speedbrake;
- il QRH non evidenzia la necessità di astenersi dall'azionare i freni prima di azionare gli speedbrake e di abbassare il NLG, in quest'ordine;
- le condizioni meteorologiche non erano significative e non sono state un fattore concorrente;
- l'equipaggio ha correttamente pianificato e preparato l'aeromobile per l'atterraggio senza il sistema antiskid e si è mostrato consapevole delle implicazioni di un atterraggio senza antiskid, il PF (CPT) ha cercato di crearsi una sequenza mentale delle azioni da effettuare durante l'atterraggio;
- l'equipaggio si è avvalso del QRH relativo all'antiskid inoperativo per affrontare le operazioni di discesa, avvicinamento, applicazione dei relativi "Deferred Item" ed atterraggio;
- gli speedbrake sono stati posizionati su "DOWN", l'autobrake è stato selezionato su "OFF" e il "GROUND PROXIMITY RUNWAY INHIBIT switch selezionato su "RUNWAY INHIBIT";
- l'inizio della *flare* è avvenuto ad una quota corretta ed il rateo di discesa dell'aeromobile è stato ridotto a -100 ft/min;
- l'interazione del velivolo con la pista di atterraggio è avvenuta alla velocità e al rateo di discesa corretti (KIAS pari a VREF+4 kt, GS pari a VREF+8 kt);

- il PF non ha esteso manualmente gli *speedbrake* entro i 2 secondi dal presumibile contatto;
- il PF ha inizialmente cercato di agire sui reverse, come nelle operazioni normali, che prevedono, nello stesso arco di tempo di 2 secondi dal contatto, l'attivazione dei reverse;
- il segnale WOW è stato ritardato a causa della mancata attivazione tempestiva degli *speedbrakes* e della spinta fornita dall'Approach Flight Idle, che ha probabilmente causato una condizione di "effetto suolo" per circa 7-8 secondi;
- nell'intervallo di tempo trascorso tra il primo contatto con il suolo e l'attivazione dei freni aerodinamici, è stata inavvertitamente esercitata una pressione sui freni, prima sulle ruote di destra e poi su quelle di sinistra, raggiungendo valori di pressione vicini al massimo consentito dal sistema;
- la pressione sui freni, applicata prima dell'apertura degli *speedbrake* ha provocato il blocco dei ceppi freno, con conseguente scoppio degli pneumatici, contatto dei cerchioni con la pista, blocco del rotolamento delle ruote 1, 2 e 3 e forte attrito con la pista, con danni all'aeromobile e alla pista;
- • con l'aeromobile fermo, l'equipaggio di volo ha effettuato tutte le valutazioni necessarie e appropriate; ha successivamente chiesto alla torre di controllo (TWR) di allertare i servizi antincendio e di soccorso aeroportuali (VVF) e ha poi applicato le procedure e il coordinamento necessari per garantire la sicurezza dell'aeromobile, dei passeggeri e del personale di soccorso intervenuto sul luogo dell'incidente grave; i passeggeri sono stati quindi fatti sbarcare secondo le procedure standard;
- l'inconveniente grave non ha comportato danni alle persone a bordo dell'aereo, all'equipaggio o ai soccorritori intervenuti;
- l'OSD non prevede nessuna tipologia di addestramento per gli equipaggi (part FC - Flight Crew);
- i programmi dell'operatore per l'addestramento iniziale e ricorrente non includono sessioni di addestramento pratico su FSTD con il sistema antiskid disattivato;
- nell'ambito dell'SMS, in seguito all'investigazione interna, l'operatore è intervenuto per ridurre il rischio, attraverso la modifica del massimo intervallo di tempo per il ripristino dell'avaria, passato da 10 giorni ad 1 solo ciclo di volo;
- l'operatore ora impone all'equipaggio di contattare il proprio pilota di turno, disponibile 24 ore su 24, 7 giorni su 7, per un briefing operativo sulle procedure, le restrizioni e i rischi legati al funzionamento con il sistema antiskid inoperativo;

- in ambito manutentivo, sono state migliorate alcune procedure interne e sono state emesse nuove istruzioni per far riferimento alle MEL e AMM DDG Task ogni volta che una HIL rimane aperta a seguito di *troubleshooting*.

3.2. CAUSE

L'inconveniente grave è stato causato dal bloccaggio delle ruote del carrello principale, dovuto ad una inadeguata sequenza di azioni non intenzionalmente applicate dall'equipaggio durante l'atterraggio, avvenuto con l'antiskid inoperativo.

Il ritardo nell'apertura dei freni aerodinamici ha causato un ritardo nel WOW, con conseguenti ripercussioni sulla tempestiva attivazione dei reverse; l'azionamento dei freni ha preceduto sia gli speedbrake che il WOW, causando il blocco dei freni delle ruote ed il conseguente danneggiamento sia dell'aeromobile che della pista.

Al verificarsi dell'evento hanno significativamente contribuito:

- la prevalenza degli automatismi presenti nella memoria procedurale dovuti ai tanti atterraggi effettuati con antiskid funzionante;
- il mancato/carente addestramento dell'equipaggio all'atterraggio con antiskid inoperativo;
- l'aver disattivato entrambi i canali dell'antiskid, in presenza di indicazioni che soltanto il canale inboard fosse inefficiente;

Inoltre, si ritiene possano aver contribuito anche:

- la discrepanza presente fra l'obbligatorietà riportata nell'AMM ed il condizionale riportato nelle MEL riguardo la necessità di escludere soltanto i canali antiskid inefficienti;
- l'insufficienza delle indicazioni contenute nei manuali applicabili relative alle azioni richieste per eseguire un atterraggio con il sistema antiskid inoperativo;
- i diversi consensi richiesti per estrarre i *reverse* tra le varianti differenti del velivolo potrebbero aver contribuito all'azione prolungata del PF sulla leva dei *reverse* e aver eventualmente ritardato l'azionamento dei freni aerodinamici.

CAPITOLO IV
RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV ritiene necessario emanare le seguenti raccomandazioni di sicurezza.

4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-6/408-24/1/SI/26

Motivazione: le MMEL prevedono l'utilizzo del velivolo anche con antiskid inoperativo; a fronte di tale previsione, le OSD non prevedono alcuna tipologia di addestramento dedicato. Questo comporta, come nel caso in questione, che l'equipaggio si trovi nella condizione di non aver effettuato eventi addestrativi che prevedano l'avaria del sistema antiskid, ed applicare una sequenza motoria diversa dalle normali operazioni.

Stanti le conseguenze derivanti da una non corretta sequenza delle azioni per ANTISKID inoperativo, si ravvede la necessità di prevedere nell'OSD un adeguato addestramento sia iniziale che ricorrente.

Destinatario: Boeing

Testo: l'ANSV raccomanda di integrare nell'OSD un adeguato addestramento per antiskid inoperativo, prevedendo addestramento in adeguato FSTD, sia iniziale che ricorrente.

4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-7/408-24/2/SI/26

Motivazione: la MMEL/MEL costituisce la documentazione di riferimento per l'equipaggio di condotta anche per le operazioni da effettuare in volo, al fine di affrontare un atterraggio senza antiskid.

La sezione OPERATIONS (O) delle MMEL/MEL, indica una procedura non usuale per decollo e atterraggio con antiskid inoperativo. Quanto contenuto nella procedura MEL risulta generico e non fornisce indicazioni specifiche così come altra manualistica del costruttore o operatore applicabile all'atterraggio senza antiskid.

La procedura riporta al punto 3 di operare manualmente gli speedbrake "*Operate speedbrakes manually"* e, al punto 4.B, di non applicare i freni prima di avere il carrello anteriore a terra e aver dispiegato gli speedbrake "*Do NOT apply the speedbrakes until the nose is on the ground and speedbrakes have been deployed";* pur citando le azioni, non enfatizza a sufficienza l'importanza dell'attivazione manuale degli *speedbrake* prima dell'utilizzo dei freni.

La manualistica del costruttore (AFM, FCOM, QRH e FCTM), così come l'OM dell'operatore, prevedono azioni ed informazioni che non sono presenti nelle procedure operative delle MMEL/MEL.

Queste informazioni ed azioni, sono "sparse" fra varie pubblicazioni e in nessuna di queste viene riportata una sequenza di azioni esaustiva, nella quale evidenziare adeguatamente, tramite CAUTION, le azioni critiche nella sequenza, quale quella di estrarre manualmente gli *speedbrake* al touchdown e di farlo prima dell'azionamento dei *thrust reverse* e soprattutto dei freni.

Gli stessi freni non devono essere attuati prima del contatto del carrello anteriore e del dispiegamento degli *speedbrake*.

Questi aspetti della procedura andrebbero adeguatamente evidenziati tramite CAUTION dedicate.

Destinatario: Boeing

Testo: l'ANSV raccomanda di inserire nella MMEL od altra pubblicazione, per l'atterraggio con antiskid inoperativo, una sequenza di azioni da effettuare che sia esaustiva e nella quale evidenziare adeguatamente, tramite CAUTION, le azioni critiche nella sequenza.

4.3. RACCOMANDAZIONE ANSV-8/408-24/3/SI/26

Motivazione: si è riscontrata una discordanza tra le istruzioni manutentive riportate nella MMEL/MEL, e le istruzioni riportate nei task specifici inclusi nella AMM 32-00-00/901 per la disattivazione di uno o più canali dell'antiskid.

Questi ultimi documenti dovrebbero avere maggiore rilevanza, in quanto specifici, rispetto a quanto previsto nelle MMEL/MEL.

Infatti, nella MEL 32-42-01 antiskid system dell'operatore, al punto a., riporta che i canali non operativi dell'antiskid vengono disattivati. I canali a cui si riferisce sono l'INBOARD e l'OUTBOARD:

Nella stessa MEL, alla sezione MAINTENANCE (M), la prima NOTA conferma nella sua seconda parte che i canali inefficienti dell'antiskid devono essere disattivati, ma aggiunge che un canale operativo dell'antiskid non dovrebbe essere disattivato.

Una volta riscontrata una inefficienza sul sistema antiskid, l'AMM 32-00-00/901 -landing Gear – Maintenance Procedures (15) DDG 32-42-01-01 antiskid System Inoperative – Preparation (coincidente con il documento in uso presso l'operatore AMM RYR D633AM101-RYR, TASK 32-00-00-040-808, punto 16. DDG 32-42-01-01 Rev. 23 antiskid

System Inoperative – Preparation) indica di usare il BITE test per capire quale dei canali antiskid sia effettivamente inefficiente.

La nota riportata nell'AMM "An operative channel must not be deactivetad." è sostanzialmente difforme dalla stessa nota contenuta nella MMEL/MEL, in cui si riporta "An operative channel should not be deactivetad.".

La prevalenza fra le due note dovrebbe essere data alla nota presente nell'AMM che, come argomentato precedentemente, fornisce informazioni tecnico-manutentive più specifiche rispetto a quelle contenute nella MMEL/MEL.

Questa discrepanza fra *must* e *should* potrebbe aver portato alla scelta non ottimale, da parte del personale manutentore, di disattivare e mantenere disattivati entrambi i canali dell'antiskid.

Destinatario: Boeing

Testo: l'ANSV raccomanda di uniformare le indicazioni presenti sulla MMEL/MEL e sull'AMM relative alla non disattivazione dei canali operativi dell'antiskid, con l'adozione del termine *must* su tutte le procedure rilevanti.