

RELAZIONE FINALE D'INCHIESTA

**INCIDENTE
OCCORSO ALL'AEROMOBILE
ATR 72, MARCHE TS-LBB,
ammarraggio al largo di Capo Gallo (Palermo)
6 agosto 2005**

AGENZIA NAZIONALE
PER LA SICUREZZA DEL VOLO

www.ansv.it

e-mail: safety.info@ansv.it

INDICE

INDICE	I
GLOSSARIO	VII
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA	XIII
PREMESSA	XIV
CAPITOLO I – INFORMAZIONI SUI FATTI	1
1.1. STORIA DEL VOLO	1
1.1.1. Attività di volo e operazioni al suolo effettuate il giorno precedente (5 agosto 2005)	1
1.1.2. Ricerca e sostituzione del FQI effettuate dal personale di manutenzione	4
1.1.3. Programmazione attività operativa del 6/8/2005 e pianificazione del volo TUI 1153	6
1.1.4. Preparazione del volo	7
1.1.5. Decollo da Tunisi (volo TUI 152F)	9
1.1.6. Operazioni effettuate a Bari e decollo per Djerba (volo TUI 1153)	11
1.1.7. La fase di crociera e la dichiarazione di emergenza (MAYDAY)	12
1.1.8. Comunicazioni con Palermo Avvicinamento (APP)	13
1.1.9. Operazioni in cabina di pilotaggio	15
1.1.10. Preparazione per l'ammarraggio	16
1.1.11. Operazioni in cabina passeggeri	17
1.1.12. L'ammarraggio	17
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	19
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	19
1.4. ALTRI DANNI	21
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE	21
1.5.1. Equipaggio di condotta	21
1.5.1.1. Comandante (CBD)	21
1.5.1.2. Copilota (OPL)	22
1.5.1.3. Esperienza di volo	22
1.5.1.3.1. Comandante	22
1.5.1.3.2. Copilota	22
1.5.1.4. Equipaggio di cabina	23

1.5.2.	Controllori del traffico aereo interessati	23
1.5.2.1.	Controllore di Roma ACC	23
1.5.2.2.	Controllore di Palermo APP	24
1.5.3.	Passeggeri	24
1.5.3.1.	Testimonianze passeggeri	25
1.5.4.	Personale del servizio di manutenzione dell'operatore coinvolto nell'evento	26
1.5.4.1.	Capo squadra	26
1.5.4.2.	Tecnico manutentore che ha sostituito il FQI sul TS-LBB	27
1.5.4.3.	Tecnico manutentore (meccanico) a bordo dell'aeromobile	27
1.6.	INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	28
1.6.1.	Dati tecnico-amministrativi aeromobile	28
1.6.2.	Dati tecnici generali TS-LBB	28
1.6.3.	Informazioni relative al gruppo motopropulsore	29
1.6.4.	Motori ed eliche installati sul TS-LBB	32
1.6.5.	Impianto carburante ATR 72	33
1.6.5.1.	Descrizione e principali caratteristiche	33
1.6.5.2.	Sistema di indicazione carburante	35
1.6.5.3.	Modalità di rifornimento centralizzato	37
1.6.5.4.	L'indicatore di consumo di carburante	39
1.6.6.	Impianto elettrico	40
1.6.7.	Sistema di avviso centralizzato	41
1.7.	INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	42
1.8.	ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	44
1.9.	COMUNICAZIONI	45
1.10.	INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO	46
1.11.	REGISTRATORI DI VOLO	48
1.11.1.	Descrizione degli apparati	48
1.11.2.	Condizioni degli apparati	50
1.11.3.	Operazioni di lettura e decodifica dei dati	52
1.11.4.	Sincronizzazione dei dati CVR, FDR e ATC	53
1.11.5.	Elementi significativi emersi dall'esame del CVR e del FDR	55
1.12.	ESAME DEL RELITTO	58
1.12.1.	Posizione geografica del relitto	58
1.12.2.	Recupero del relitto	60

1.12.3.	Ispezioni visive sul relitto	60
1.13.	INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	73
1.14.	INCENDIO	74
1.15.	ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA	74
1.15.1.	Ricerca e recupero del relitto	74
1.15.1.1.	Generalità	74
1.15.1.2.	Operazioni di localizzazione del relitto condotte dalla Marina Militare Italiana. . .	75
1.15.1.2.1.	Pianificazione delle operazioni	77
1.15.1.2.2.	Strumenti e tecniche utilizzate	77
1.15.1.2.3.	Principali risultati	80
1.15.1.3.	Operazioni di recupero del relitto	82
1.15.1.3.1.	Generalità	82
1.15.1.3.2.	Tempistica operazioni	89
1.15.2.	Ricerca e salvataggio	100
1.15.2.1.	Introduzione	100
1.15.2.2.	Azioni iniziali	102
1.15.2.3.	Operazioni svolte dalla Capitaneria di Porto di Palermo	105
1.15.3.	Lesioni riportate dai passeggeri e loro posizione a bordo	110
1.16.	PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	111
1.16.1.	Introduzione	111
1.16.2.	Analisi tecniche sul relitto, componenti e sistemi	112
1.16.2.1.	Analisi motori	114
1.16.2.1.1.	Risultanze delle indagini sui motori	115
1.16.3.	Prove di rifornimento al suolo	115
1.16.3.1.	Risultati delle prove di rifornimento.	118
1.16.4.	Simulazione della ricerca di un FQI di ricambio	119
1.16.5.	Prove verifica prestazioni aeromobile	121
1.16.5.1.	Programma di calcolo ATR.	121
1.16.5.2.	Prove al simulatore	122
1.16.5.2.1.	Principali risultati	125
1.17.	INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	128
1.18.	INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	131
1.18.1.	Coordinamento tra l'inchiesta dell'Autorità giudiziaria e quella tecnica dell'ANSV	131
1.18.2.	Procedure operative di compagnia per la gestione del carburante	133

1.18.3.	L'ammarraggio	134
1.18.4.	Procedure anormali (<i>Procedures following failure</i>) e d'emergenza di interesse ATR 72	136
1.18.4.1.	Operazioni con un solo motore (<i>Engine flame out e Single engine operation</i>)	136
1.18.4.2.	Entrambi i motori in avaria (<i>Both engines flame out</i>)	137
1.18.4.3.	Procedura di ammaraggio (<i>ditching</i>) per l'ATR 72	138
1.18.5.	Qualificazione del personale tecnico aeronautico	142
1.18.6.	Istruzioni manutentive per la sostituzione del FQI.	142
1.18.7.	Part Number identificativo del FQI	142
1.18.8.	Azioni di prevenzione	144
1.18.8.1.	ANSV	144
1.18.8.2.	EASA	146
1.18.8.3.	ATR	147
1.18.8.4.	ENAC	148
1.18.8.5.	Azioni effettuate dall'operatore	149
1.18.8.6.	Azioni conclusive	149
1.19.	TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI.	150
CAPITOLO II - ANALISI.		151
2.	GENERALITA'	151
2.1.	PREPARAZIONE DEL VOLO	151
2.1.1.	Quantità di carburante a bordo dell'aeromobile	151
2.1.2.	Considerazioni.	154
2.2.	CONDOTTA DEL VOLO E GESTIONE DELL'AVARIA	155
2.2.1.	Volo TUI 152F (Tunisi-Bari, <i>ferry flight</i>) e operazioni di rifornimento a Bari	155
2.2.2.	Volo TUI 1153 (Bari-Djerba) - Fase di decollo e crociera	157
2.2.3.	Analisi operazioni in cabina di pilotaggio – Motori in avaria	159
2.2.4.	Considerazioni su azioni equipaggio	165
2.3.	FASE FINALE DEL VOLO E DINAMICA AMMARAGGIO	170
2.4.	OPERAZIONI IN CABINA PASSEGGERI	173
2.5.	CONSIDERAZIONI SU PROCEDURA DI AMMARAGGIO ATR 72	174
2.6.	SIMULAZIONI AVARIA	175
2.6.1.	Premessa	175
2.6.2.	Considerazioni su risultati delle simulazioni effettuate	175

2.6.3.	Stima di massima della distanza teorica percorribile	177
2.7.	COMUNICAZIONI RADIO	180
2.8.	RICERCA E SOCCORSO	181
2.9.	IMPIANTO CARBURANTE E FQI	182
2.9.1.	Effetti del montaggio di FQI tipo ATR 42 su di un aeromobile ATR 72	182
2.9.2.	Altri casi di errata sostituzione del FQI	183
2.9.3.	Considerazioni sul Part Number identificativo del FQI	185
2.10.	INDAGINI SUI MOTORI	186
2.11.	PROCEDURE MANUTENTIVE DELL'OPERATORE	186
2.12.	CONSIDERAZIONI IN ORDINE AL RAPPORTO TRA L'INCHIESTA DELL'AUTORITÀ GIUDIZIARIA E QUELLA TECNICA DELL'ANSV	188
2.13.	ANALISI SECONDO IL MODELLO DELL'INCIDENTE ORGANIZZATIVO (<i>organizational accident</i>) DI JAMES REASON	190
2.13.1.	Introduzione	190
2.13.2.	Genesi e analisi incidente	191
	CAPITOLO III - CONCLUSIONI	197
3.	CONCLUSIONI	197
3.1.	EVIDENZE	197
3.2.	CAUSA E FATTORI CONTRIBUTIVI	203
	CAPITOLO IV – RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA	207
4.	RACCOMANDAZIONI	207
4.1.	INTRODUZIONE	207
4.2.	RACCOMANDAZIONI GIÀ EMESSE	208
4.3.	ULTERIORI RACCOMANDAZIONI	208
	ELENCO ALLEGATI	216

GLOSSARIO

AC: Alternate Current, corrente alternata

ACC: Area Control Centre o Area Control, Centro di controllo regionale o Controllo di regione

AFM: Airplane Flight Manual

AGL: Above Ground Level, al di sopra del livello del suolo

AIP: Aeronautical Information Publication, pubblicazione di informazioni aeronautiche

AMASIS: Aircraft Maintenance and Spare Information System

AMI: Aeronautica Militare Italiana

AMSL: Above Mean Sea Level, al di sopra del livello medio del mare

ANSV: Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo

AOA: Angle Of Attack, angolo di attacco o di incidenza (angolo formato dalla corda del profilo alare con la direzione dell'aria che investe l'ala stessa durante il volo)

AOC: Air Operator Certificate, certificato di operatore aereo (COA)

APP: Approach control office o Approach control o Approach control service, Ufficio di controllo di avvicinamento o Controllo di avvicinamento o Servizio di controllo di avvicinamento

ATC: Air Traffic Control, controllo del traffico aereo

ATPL: Airline Transport Pilot Licence, licenza di pilota di linea

ATR: Avion de Transport Régional

ATS: Air Traffic Services, servizi del traffico aereo

CAM: Cockpit Area Microphone, microfono di area in cabina di pilotaggio

CAS: Calibrated Air Speed, velocità calibrata rispetto all'aria

CAVOK: visibilità, nubi e tempo presente migliori dei valori o delle condizioni prescritti

CBD: Commandant De Bord, comandante a bordo

CC: Chef de Cabine, capo cabina passeggeri

CG: Center of Gravity, baricentro

CHECK LIST: lista dei controlli

CHIME: campanello, avviso sonoro

CL: Condition Levers

CM1/CM2: Crew Member 1 (comandante o posto di pilotaggio a sinistra, normalmente occupato dal comandante)/Crew Member 2 (primo ufficiale o copilota)

CMA: Corda Media Aerodinamica

CMM: Component Maintenance Manual

CP: Capitaneria di Porto

CPL: Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale

CRM: Compte-Rendu Matériel de l'exploitant

CSO: Capo Sala Operativo

CTR: Control zone, zona di controllo di avvicinamento

CVR: Cockpit Voice Recorder, registratore delle comunicazioni, delle voci e dei rumori in cabina di pilotaggio

DC: Direct Current, corrente continua

DEW POINT: temperatura di rugiada (termine meteorologico per definire la temperatura di riferimento alla quale la massa d'aria in raffreddamento condensa)

DGAC: Direzione Generale dell'Aviazione Civile

DME: Distance Measuring Equipment, apparato misuratore di distanza

EASA: European Aviation Safety Agency, Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea

EGPWS: Enhanced Ground Proximity Warning System

ELT: Emergency Locator Transmitter, apparato trasmittente per la localizzazione di emergenza

ENAC: Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

ENAV SpA: Società nazionale per l'assistenza al volo

FAA: Federal Aviation Administration

FCOM: Flight Crew Operation Manual, Manuale operativo per gli equipaggi di volo

FD: Flight Dispatcher

FDAU: Flight Data Acquisition Unit, unità di acquisizione dati di volo

FDR: Flight Data Recorder, registratore analogico di dati di volo

FF: Fuel Flow

FOD: Foreign Object Damage, danno per ingestione di corpo estraneo

FQI: Fuel Quantity Indicator, indicatore di quantità di carburante

FL: Flight Level, livello di volo

ft: feet, piedi

FTR: feather, posizione delle eliche in bandiera (condizione di minima resistenza all'avanzamento)

FU: Fuel Used

GND: Ground, suolo

GS: Ground Speed, velocità al suolo

HDG: Heading, prua

hPa: hectoPascal, unità di misura della pressione

HPC: High Pressure Compressor, compressore di alta pressione

Hz: Hertz, unità di misura della frequenza

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

IFR: Instrument Flight Rules, regole del volo strumentale

IMC: Instrument Meteorological Conditions, condizioni meteorologiche di volo strumentale

IMRCC: Italian Maritime Rescue Coordination Center, Centro Nazionale di Coordinamento del Soccorso Marittimo

IPC: Illustrated Part Catalog, manuale o catalogo illustrato delle parti

IR: Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale

JAA: Joint Aviation Authorities

JAR: Joint Aviation Requirements, disposizioni tecniche predisposte dalle JAA

kt/kts: knot/knots, nodo/nodi, unità di misura, miglio nautico per ora

JIC: Job Instruction Card, istruzioni manutentive per la rimozione, installazione e verifica installativa di componenti

lb: libbra

LPC: Low Pressure Compressor, compressore di bassa pressione

ME: Multi Engine

METAR: Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine

MFCU: Main Fuel Control Unit

MHz: megahertz

MIC: microfono

MMI: Marina Militare Italiana

MRSC: Maritime Rescue Sub Centre, Centro di soccorso marittimo secondario

MSL: Mean Sea Level, livello medio di mare

MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo

NLG: Nose Landing Gear, carrello anteriore

NM: Nautical Mile, miglio nautico

NOTAM: Notices To Air Men, avvisi per il personale interessato alle operazioni di volo

OPL: Officier Pilote de Ligne, primo ufficiale o copilota

PF: Pilot Flying, pilota che aziona i comandi

PL: Power Levers

P/N: Part Number, è un numero di serie con cui individuare un elemento in quanto tale

PNF: Pilot Not Flying, pilota che assiste il PF

QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto

QRH: Quick Reference Handbook

ROV: Remotely Operated Vehicle, veicolo a pilotaggio remoto

RWY: Runway, pista

SIGMET: termine aeronautico per definire informazioni relative a fenomeni meteorologici in rotta che possano influenzare la sicurezza delle operazioni di volo

SO: Shut Off

S/N: Serial Number, individua l'ennesimo P/N

T/B/T: comunicazioni radio terra-bordo-terra

TAS: True Air Speed, velocità vera all'aria

TRANSPONDER: apparato ricetrasmittente di bordo che consente l'abbinamento della traccia radar dell'aeromobile ad un preciso codice assegnato

TUI: codice ICAO che identifica l'operatore del TS-LBB

TVOR/DME: Terminal VHF Omnidirectional radio Range con DME, radiosentiero terminale omnidirezionale in VHF con DME

TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto

UG: codice IATA che identifica l'operatore del TS-LBB

ULB: Underwater Locator Beacon, apparato trasmittente per la localizzazione subacquea

UTC: Coordinated Universal Time, orario universale coordinato

VHF: Very High Frequency (from 30 to 300 MHz), altissima frequenza (da 30 a 300 MHz)

VOR: VHF Omnidirectional radio Range, radiosentiero omnidirezionale in VHF

VVF: Vigili del Fuoco

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA

L'inchiesta tecnica relativa all'evento in questione, così come disposto dall'art. 827 del codice della navigazione, è stata condotta in conformità con quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561 (conosciuto anche come Annesso 13 ICAO).

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), per quanto di competenza, nell'espletamento dell'inchiesta tecnica in questione ha cercato di garantire l'osservanza di quelle previsioni normative contenute nell'Annesso 13 ICAO che riconoscono, in capo a determinati Stati, precisi diritti. Parte di quei diritti, tuttavia, hanno trovato limitazione alla luce di quanto contemplato dal vigente ordinamento di procedura penale, in pendenza della contemporanea inchiesta dell'Autorità giudiziaria.

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo conduce le inchieste tecniche di sua competenza con ***“il solo obiettivo di prevenire incidenti e inconvenienti, escludendo ogni valutazione di colpa e responsabilità”*** (art. 3, comma 1, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, per ciascuna inchiesta relativa ad un incidente, redige una relazione, mentre, per ciascuna inchiesta relativa ad un inconveniente, redige un rapporto. Le relazioni ed i rapporti possono contenere raccomandazioni di sicurezza, finalizzate alla prevenzione di incidenti ed inconvenienti (art. 12, commi 1 e 2, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

Nelle relazioni è salvaguardato il diritto alla riservatezza delle persone coinvolte nell'evento e di quelle che hanno fornito informazioni nel corso dell'indagine; nei rapporti è altresì salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento (art. 12, comma 3, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

“Le relazioni e i rapporti d'inchiesta e le raccomandazioni di sicurezza non riguardano in alcun caso la determinazione di colpe e responsabilità” (art. 12, comma 4, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

La diffusione della presente relazione d'inchiesta avviene nel rispetto di quanto previsto dal decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66; la sua riproduzione e la diffusione totale o parziale per fini commerciali sono vietate. Questa relazione d'inchiesta è stata tradotta ed è disponibile in lingua inglese, così come previsto dalla normativa internazionale in materia. Benché grande attenzione sia stata prestata nella traduzione, il testo di riferimento ufficiale rimane quello in lingua italiana.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 6 agosto 2005, alle ore 13.39 UTC (15.39 ora locale), ed ha interessato un velivolo ATR 72-202, marche di immatricolazione TS-LBB, che operava il volo TUI 1153 da Bari a Djerba (Tunisia). L'aeromobile ha effettuato un ammaraggio al largo di Capo Gallo (Palermo) a seguito dell'arresto di entrambi i motori.

L'aeromobile era decollato da Bari alle 12.32 UTC con 39 persone a bordo (4 membri di equipaggio e 35 passeggeri, tra cui un tecnico della compagnia). Durante la fase di crociera, circa 50 minuti dopo il decollo, al livello di volo 230 (FL 230, 23.000 piedi), si verificava l'arresto del motore destro (n. 2) e dopo circa 100 secondi si verificava anche l'arresto del motore sinistro (n. 1). L'equipaggio di condotta decideva di dirigersi sull'aeroporto di Palermo Punta Raisi per un atterraggio precauzionale. L'equipaggio ha riferito di avere tentato di riavviare entrambi i motori, ma con esito negativo. Dopo una planata di circa 16 minuti, l'aeromobile è ammarato a circa 23 miglia nautiche Nord-Est dall'aeroporto di Palermo Punta Raisi, in acque territoriali italiane. All'impatto con la superficie del mare, l'aeromobile si è spezzato in tre parti; 14 passeggeri, il tecnico della compagnia ed un membro dell'equipaggio (capo cabina) sono deceduti. Gli altri occupanti hanno riportato lesioni gravi o lievi.

L'ANSV è stata prontamente informata dell'evento da parte dell'ENAV SpA e dell'ENAC per le vie brevi, consentendo al personale investigativo di coordinare con tempestività le prime operazioni necessarie per la conduzione dell'inchiesta tecnica.

L'ANSV, ai sensi del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66, ha condotto l'inchiesta tecnica in conformità all'Annesso 13 ICAO. L'ANSV, per quanto di competenza, nell'espletamento dell'inchiesta tecnica in questione ha cercato di garantire l'osservanza di quelle previsioni normative contenute nell'Annesso 13 ICAO che riconoscono, in capo a determinati Stati, precisi diritti. Parte di quei diritti, tuttavia, hanno trovato limitazione alla luce di quanto contemplato dal vigente ordinamento di procedura penale, in pendenza della contemporanea inchiesta dell'Autorità giudiziaria.

Come previsto dal citato Annesso 13 ICAO, l'ANSV ha notificato l'evento ai seguenti soggetti stranieri preposti, nei rispettivi Stati, allo svolgimento delle inchieste tecniche:

- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA), Francia, come Stato di costruzione dell'aeromobile;

- Direzione Generale dell'Aviazione Civile (DGAC) tunisina, come Stato di immatricolazione e dell'operatore dell'aeromobile;
- Transportation Safety Board (TSB), Canada, come Stato di costruzione dei motori;
- National Transportation Safety Board (NTSB), Stati Uniti d'America, come Stato di costruzione delle eliche dei motori.

Dette organizzazioni hanno accreditato un proprio rappresentante per assistere l'investigatore incaricato dell'ANSV nel corso dell'inchiesta, nei limiti e con le modalità previsti dallo stesso Annesso 13 ICAO.

La DGAC tunisina, il BEA e il TSB, come previsto dall'Annesso 13 ICAO, dopo aver ricevuto la bozza della relazione finale di inchiesta (data di invio 8 ottobre 2007) hanno inviato dei commenti alla stessa bozza di relazione finale. Nessun commento è pervenuto dal NTSB.

Tali commenti, che hanno spaziato sull'intera relazione e sulle raccomandazioni di sicurezza proposte, sono stati ampiamente approfonditi nel corso di tre riunioni svoltesi presso la sede dell'ANSV il 24 ottobre 2007, il 25-26 novembre 2007 ed il 4 dicembre 2007. A tali riunioni hanno partecipato rappresentanti della DGAC tunisina, del BEA, dell'ATR (in qualità di consulente tecnico del BEA), dell'operatore dell'aeromobile (in qualità di consulente tecnico della DGAC tunisina) ed altri consulenti della stessa DGAC tunisina, tra cui uno in qualità di esperto legale della stessa.

Nel corso delle riunioni sono state ampiamente esposte ai partecipanti, da parte dell'ANSV, le evidenze disponibili a supporto delle analisi e delle conclusioni effettuate. Laddove richiesto, è stata inoltre fornita copia del materiale disponibile utilizzato a supporto delle analisi condotte, in aggiunta a copia di altro materiale già fornito in precedenza.

Alla luce di quanto presentato da parte dell'ANSV, sono pervenuti i commenti finali alla bozza di relazione di inchiesta, i quali, così come previsto dall'Annesso 13 ICAO, sono stati posti in Appendice alla presente relazione.

Appena venuta a conoscenza dell'evento, l'ANSV, così come previsto dal decreto legislativo n. 66/1999 nonché dall'Annesso 13 ICAO, ha provveduto a stabilire il necessario coordinamento con la competente Autorità giudiziaria nonché con le Autorità marittime italiane, per assicurare il regolare e tempestivo recupero di tutti gli elementi utili all'accertamento delle cause dell'evento.

L'evento è stato analizzato non soltanto come errore umano commesso da parte dei meccanici/tecnici che hanno ricercato e sostituito il FQI e da parte dell'equipaggio dell'aeromobile che, nonostante avesse avuto la possibilità di accorgersi dell'errata sostituzione, non ha intrapreso alcuna azione correttiva, ma anche come un insieme di errori organizzativi.

Tutte le persone coinvolte in vario modo nell'evento non hanno avuto dal sistema in cui operavano un ausilio sufficiente ad evitare il cosiddetto "errore fatale".

Tra i fattori che hanno contribuito all'evento si evidenziano la non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio (con particolare riguardo alla intercambiabilità dei pezzi) e l'assenza di un efficace controllo del sistema stesso. Gli stessi standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore al momento dell'evento non sono stati considerati soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili.

Nel corso dell'inchiesta sono state emesse tre raccomandazioni di sicurezza, altre quindici a conclusione della stessa.

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1.1. STORIA DEL VOLO

1.1.1. Attività di volo e operazioni al suolo effettuate il giorno precedente (5 agosto 2005)¹

Il giorno precedente l'evento, l'aeromobile marche TS-LBB era stato impiegato per effettuare cinque tratte di volo (Djerba-Tunisi, Tunisi-Catania-Tunisi il mattino e ancora Tunisi-Catania-Tunisi nel primo pomeriggio). In particolare, lo stesso comandante, coinvolto poi nell'incidente, aveva effettuato le quattro tratte finali, regolarmente riportate nel quaderno tecnico di bordo (Performance Record – parte relativa all'indicazione delle tratte effettuate e della quantità di carburante rifornita e consumata – vedasi figure 1 e 2). Il copilota interessato dall'evento, invece, aveva effettuato le ultime due tratte. L'aeromobile era stato rifornito a Tunisi due volte nel corso della stessa mattina, rispettivamente con 1560 kg (volo TUI 172) e 1600 kg (volo TUI 1140); queste operazioni sono state riportate, come previsto, nel Performance Record (figura 2). Il carburante rimanente dalla prima tratta Djerba-Tunisi era di 770 kg, come riportato nel riquadro "REMAINING F" (figura 2).

REVIEW	FO FE	CAPT STAFF NBR & SIGN 	PERFORMANCE RECORD		LOG NBR		
			ALL AIRCRAFT		№: 075635		
			A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y		
			ATR 72	TS LBB	DATE 05 08 05		
LEG FLT NBR DEP ARR OUT UTC OFF UTC ON UTC IN UTC							
1		172	TUN	CTA	07 05 07	10 08 05	08 10
2		173	CTA	TUN	09 15 09	20 10 35	10 40
3		1140	TUN	CTA	11 15 11	20 12 20	12 25
4		1141	CTA	TUN	13 55 14	00 15 10	15 15
5							
6							
						READ	

Figura 1: voli effettuati il 5 agosto 2005 dal TS-LBB con lo stesso comandante del TUI 1153.

¹ Gli orari riportati nella relazione sono espressi in UTC, corrispondenti all'ora locale meno due ore, salvo diversa indicazione.

	TOTAL FUEL	FUEL USED 1	FUEL USED 2	FUEL USED 3	FUEL USED 4	TOTAL USED	REMAINING F	ADDED FUEL
1	2290	321	330			650	1630	✓
2	1630	410	420			830	770	1600
3	2260	322	338			660	1670	✓
4	1670	404	410			814	790	
5								
6								

Figura 2: parte pagina del Performance Record relativa ai rifornimenti ed alla quantità di carburante.

Nel corso della prima tratta Tunisi-Catania, il comandante aveva constatato l'inefficienza dell'indicatore di quantità carburante (Fuel Quantity Indicator, FQI); in particolare, il valore riportato dal FQI relativamente al serbatoio destro non era regolare: alcuni *led* del display non erano funzionanti e pertanto la quantità di carburante non era correttamente indicata. Nella foto 1 si possono notare, infatti, le luci del display destro inefficienti: una è quella relativa alle migliaia e l'altra è quella relativa alle unità. Il FQI fornisce all'equipaggio il valore della quantità di carburante, espressa in kg o in libbre - in funzione della versione dell'aeromobile - contenuta nei serbatoi alari. Ulteriori dettagli sul funzionamento di tale strumento sono riportati nel successivo paragrafo 1.6.5.2.



Foto 1: FQI installato sul TS-LBB prima della sostituzione.

Al termine della quarta tratta, volo TUI 1141 da Catania a Tunisi, il comandante annotava nel quaderno tecnico di bordo dell'aeromobile, nella parte relativa all'indicazione delle avarie, l'inefficienza dell'indicatore di carburante del serbatoio alare destro (figura 3), come previsto dalle procedure di compagnia.

FLT NBR	STA	A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y	SEQ	S/N OFF	P/N OFF
1141	DR	ATR 72	ISL BBO	05 05 20	4	179	748681-2
S/N ON						0238	P/N ON
SUBJECT: INSTRUMENT						ACTION TAKEN: Replace fuel g. ty	
COMPLAINTS: FUEL QTY INDICATOR						Indicator error ok	
R.T.K. PARCIS						UTC D D M M Y Y	
						05 08 20	
CREW IDENT	FILING					OIL REFILLING US QUAR	
ATA NBR	LAST SEQ					HINNESS RELEASE	
FIRM CODE						IDENT : SIGN :	

Figura 3: parte pagina del quaderno tecnico di bordo con indicazione delle avarie.

La sera stessa il FQI è stato sostituito. In particolare, è stato rimosso il FQI inefficiente P/N 748681-2, S/N 179, e montato il FQI P/N 749-158, S/N 238, corrispondente, però, ad un FQI previsto per l'ATR 42, le cui funzionalità e caratteristiche di impiego sono diverse da quelle relative al modello ATR 72, sebbene da un punto di vista installativo non vi sia alcuna differenza. Nel successivo paragrafo 1.1.2. saranno illustrate in dettaglio le operazioni effettuate dai meccanici interessati alla sostituzione del pezzo.

Il FQI è uno strumento che elabora il segnale proveniente dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari in funzione di un algoritmo caratteristico per ciascun tipo di velivolo, dipendente dalla forma dei serbatoi, dalla loro dimensione e dal numero delle sonde. I serbatoi alari dei velivoli ATR 42 e ATR 72 sono diversi in termini di capacità massima, di forma, numero e posizione delle sonde capacitive; conseguentemente, i FQI tipo ATR 42 e tipo ATR 72 utilizzano algoritmi diversi e non sono intercambiabili. Come si vedrà in seguito, le indicazioni del FQI tipo ATR 42, montato su di un aeromobile ATR 72, sono superiori rispetto alla quantità realmente presente nei serbatoi alari.

La procedura di sostituzione del FQI, secondo quanto previsto dalla procedura applicabile (Job Instruction Card Removal And Installation, JIC-RAI) allora in vigore, non prevedeva una verifica manuale, attraverso le cosiddette astine graduate (*dripstick*), della effettiva quantità di carburante presente in ogni serbatoio e la relativa comparazione con il valore indicato dal FQI.

L'aeromobile, completati gli interventi manutentivi, si presentava pertanto nuovamente efficiente e la quantità di carburante a bordo, come indicata nel Performance Record, era di 790 kg. Ma, con la sostituzione del FQI del tipo ATR 42, l'indicazione era, in realtà, pari a circa 3050-3100 kg (somma della quantità indicata per i due serbatoi alari).

1.1.2. Ricerca e sostituzione del FQI effettuate dal personale di manutenzione

Come evidenziato nel paragrafo precedente, nel corso della prima tratta Tunisi-Catania, l'equipaggio aveva constatato l'inefficienza del FQI relativamente alle luci del display destro. Il tecnico di volo, presente a bordo durante le prime due tratte Tunisi-Catania-Tunisi, dopo l'arrivo a Tunisi ha provveduto ad effettuare la ricerca di un FQI di ricambio, in modo da poterlo sostituire al rientro dell'aeromobile dall'ultimo volo della giornata.

Egli, quindi, consultava a video-terminale l'Illustrated Part Catalog (Manuale illustrato delle parti, IPC, che è l'unico documento di riferimento per l'operatore) in formato elettronico, fornito dal costruttore dell'aeromobile, individuando tre Part Number (P/N) corrispondenti al FQI da sostituire, ciascuno dei quali installabile sul velivolo ATR 72:

- 748-681-2;
- 749-160;
- 749-759.

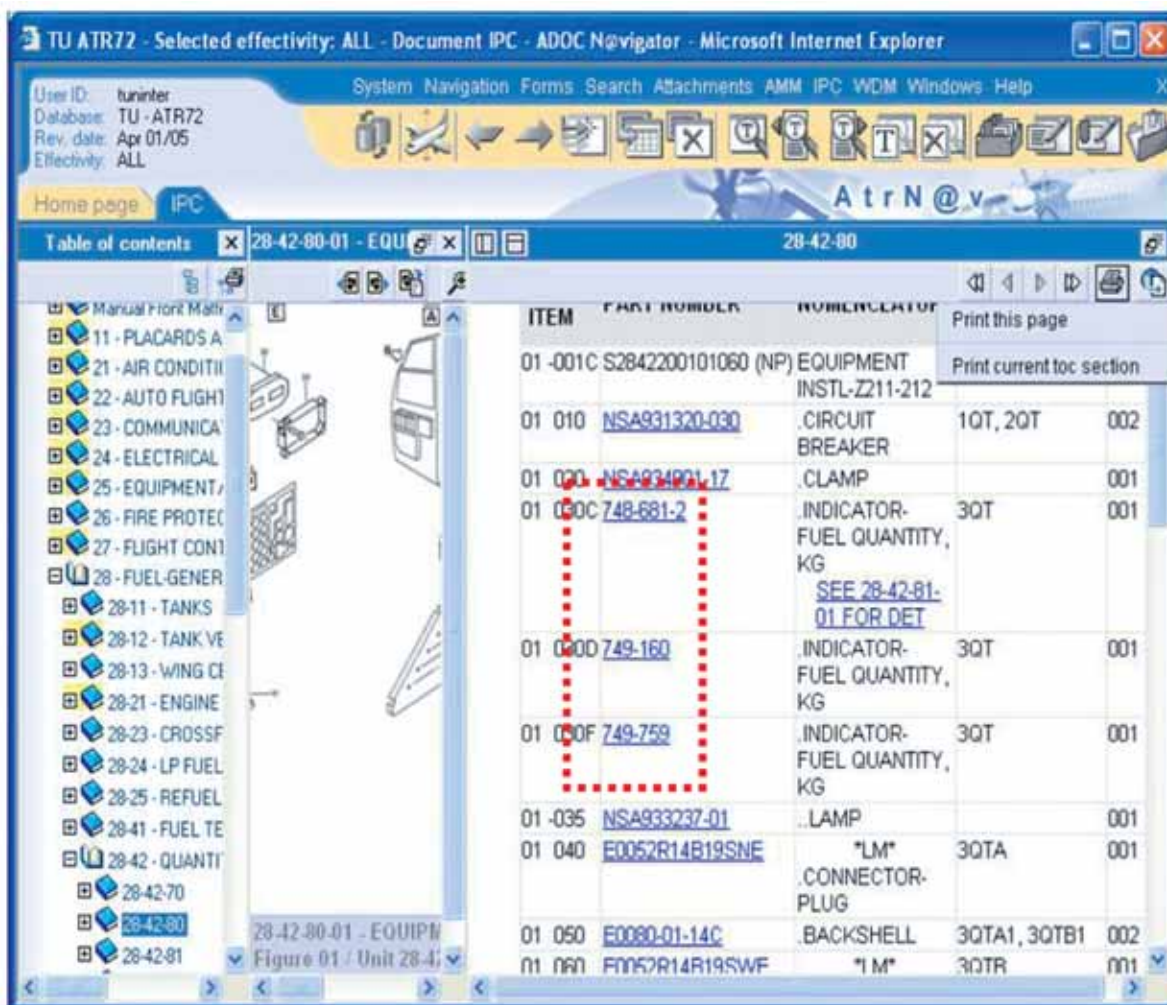


Figura 4: pagina a video dell'IPC.

Il tecnico verificava la situazione dei FQI, contraddistinti da uno dei tre P/N applicabili al velivolo ATR 72, eventualmente disponibili come scorta o installati sui velivoli della flotta dell'operatore, interrogando il sistema di gestione delle parti di ricambio ([®]AMASIS) in uso presso la compagnia, attraverso un diverso video-terminale dedicato.

L'esito della ricerca era negativo, in quanto nessun FQI contraddistinto da uno dei tre P/N applicabili era riconosciuto dal sistema di gestione delle parti di ricambio. Come si vedrà in seguito, non vi era, in effetti, una mancanza di quelle parti di ricambio, ma FQI con quel P/N non erano stati caricati nel *database* utilizzato dal sistema di gestione.

Poiché il fatto era evidentemente anomalo, in quanto almeno i FQI installati a bordo degli aeromobili della compagnia dovevano essere presenti nel sistema informativo, il tecnico provava a verificare se vi fossero FQI registrati con P/N diversi da quelli riportati dall'IPC; il tecnico interrogava pertanto il *database* indicando solo le prime tre cifre del P/N seguito dal trattino ("748-") e scorrendo quindi la lista alla ricerca di FQI installabili sul velivolo ATR 72.

Procedendo in tal modo, ed utilizzando le modalità di interrogazione previste dal sistema [®]AMASIS, il tecnico individuava il particolare denominato "IND QTE CARB" contraddistinto dal P/N 748-465-5AB, per il quale il sistema forniva a video l'applicabilità sia al velivolo ATR 42 sia al velivolo ATR 72, nonché l'intercambiabilità con il FQI P/N 749-158.

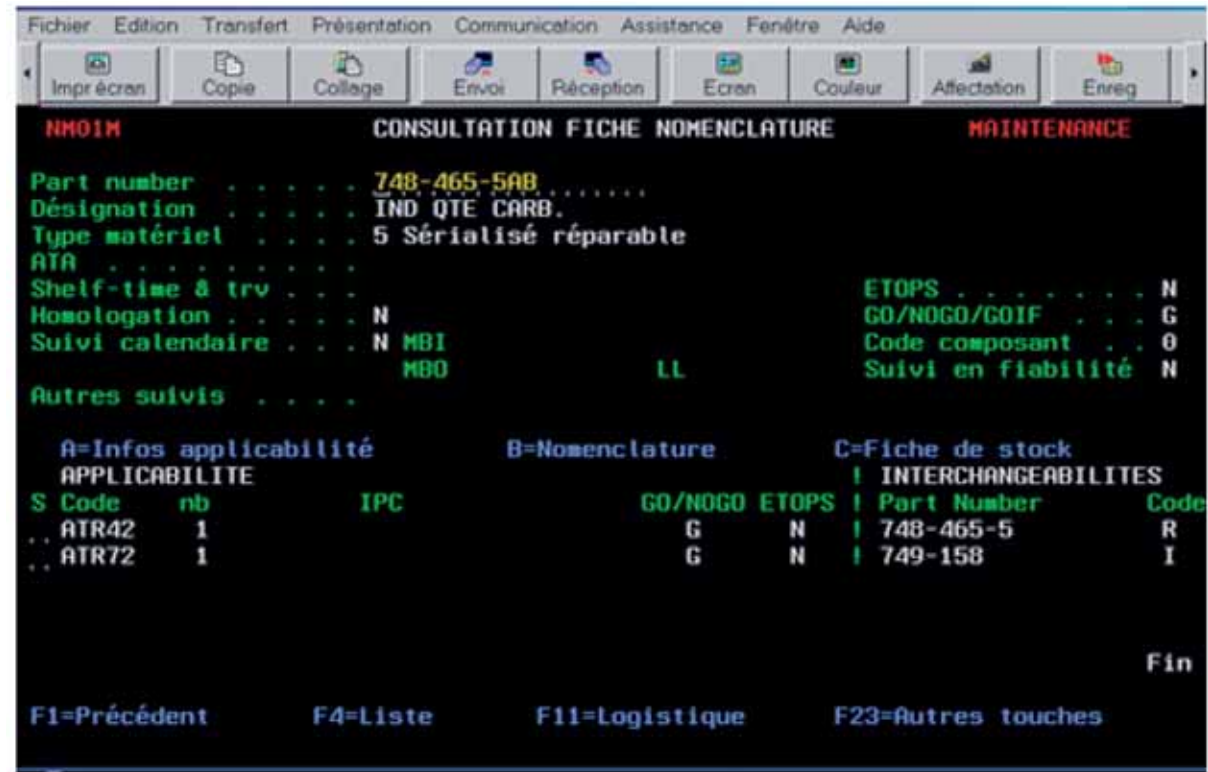


Figura 5: informazioni fornite a video da [®]AMASIS.

Nella sezione “APPLICABILITÉ” (in basso a sinistra nella figura 5), infatti, il campo “Code” indica il tipo o la famiglia di aeromobili su cui poter installare il particolare, il campo “nb” indica la quantità prevista su ogni aeromobile ed il codice IPC riportato nella schermata[®] AMASIS dovrebbe indicare capitolo, pagina, sezione e figura dell’IPC in cui è riportato il particolare. Nella sezione “INTERCHANGEABILITÉS” in basso a destra, sempre nella figura 5, sono invece elencati i P/N di altri particolari intercambiabili, mentre il campo “Code” indica eventuali restrizioni (“I” significa piena intercambiabilità, “R” intercambiabile con restrizioni indicate dal costruttore).

L’informazione relativa all’applicabilità era errata, in quanto il P/N 748-465-5AB contraddistingue un FQI applicabile al solo velivolo ATR 42 e non anche alla versione ATR 72.

Il tecnico continuava la ricerca verificando la disponibilità di un FQI contraddistinto da uno dei tre P/N (748-465-5AB o 748-465-5 o 749-158).

La ricerca consentiva di individuare la disponibilità, presso il magazzino di Tunisi, di un FQI P/N 749-158, S/N 238, efficiente. Il tecnico compilava pertanto il buono di prelevamento del particolare e provvedeva al ritiro dello stesso dal magazzino. Essendo terminato il suo turno di lavoro, lasciava il particolare, pronto per l’installazione, al collega che entrava in servizio successivamente.

Il tecnico incaricato della sostituzione provvedeva a smontare il FQI P/N 748681-2, S/N 179, inefficiente, dal TS-LBB ed a sostituirlo con l’indicatore P/N 749-158, S/N 238, seguendo le istruzioni dettagliate nella Job Instruction Card JIC 28-42-81 RAI 10000 (procedura indicata dal costruttore ATR per effettuare la sostituzione, si veda Allegato “C”), che non prevedeva una verifica della correttezza delle indicazioni fornite dallo strumento, ma solo un test delle luci del display dopo il montaggio.

Il tecnico che ha eseguito la sostituzione non ha effettuato, comunque, attraverso l’IPC, un controllo dell’applicabilità del particolare P/N 749-158 al velivolo ATR 72, né prima né dopo la sua sostituzione.

1.1.3. Programmazione attività operativa del 6/8/2005 e pianificazione del volo TUI 1153

Il volo Bari-Djerba (TUI 1153) del 6 agosto 2005 faceva parte di un pacchetto di 4 voli charter richiesti il 1° agosto 2005 da un tour operator all’operatore del TS-LBB. Il giorno successivo l’operatore confermava la disponibilità ad effettuare i voli ed inseriva nella programmazione dell’attività operativa del giorno 6 agosto 2005 il volo di trasferimento da Tunisi per Bari ed il volo da Bari a Djerba. In particolare, la pianificazione dei voli per l’aeromobile TS-LBB preve-

deva, per il giorno 6 agosto 2005, l'effettuazione delle seguenti tratte:

- Tunisi- Djerba, alle 06.30 UTC, volo UG 002, con 70 passeggeri previsti;
- Djerba-Tunisi, alle 08.30 UTC, con 60 passeggeri previsti;
- Tunisi-Bari, alle 10.00 UTC, *ferry flight* (volo di trasferimento) volo TUI 152F (UG 152F), con a bordo un tecnico di manutenzione, come previsto dall'operatore in caso di operazioni su aeroporti privi di assistenza tecnica a terra;
- Bari-Djerba, alle 12.30 UTC, volo TUI 1153, con 46 passeggeri previsti;
- Djerba-Cagliari, alle 15.30 UTC;
- Cagliari-Djerba, alle 17.45 UTC;
- Djerba-Tunisi, alle 19.45 UTC.

1.1.4. Preparazione del volo

I primi due voli programmati il giorno 6 agosto 2005 con il TS-LBB non sono stati effettuati con tale aeromobile per i motivi di seguito riportati.

L'equipaggio titolare del primo volo (UG 002 Tunisi-Djerba), in sede di pianificazione, ha comunicato al Flight Dispatcher (FD), responsabile della preparazione del piano di carico, la quantità di carburante necessaria ad effettuare la tratta, equivalente a 1400 kg di *block fuel* (carburante che deve essere a bordo dell'aeromobile prima della messa in moto e successivo rullaggio). Quest'ultimo ha così coordinato la richiesta dell'autobotte per il rifornimento dell'aeromobile.

Secondo le procedure dell'operatore, il rifornimento degli aeromobili viene effettuato sempre alla presenza di un meccanico di linea che assiste l'operatore della società di rifornimento nell'effettuare le operazioni previste. In particolare, il meccanico apre lo sportellino del rifornimento posto in fusoliera, predispone il valore della quantità totale che deve essere presente a bordo (il valore del *block fuel* comunicatogli dal FD), assicura che le prese statiche siano collegate a terra e presenza alle operazioni stesse di rifornimento, per assicurarsi che siano effettuate in sicurezza. Al termine delle operazioni viene rilasciata la distinta di rifornimento che viene controfirmata dal meccanico. Quest'ultimo ha il compito di consegnarla all'equipaggio per poterla inserire nella documentazione ufficiale riguardante il volo (nel caso specifico, in un raccoglitoro di colore blu dove sono raccolte tutte le informazioni tecnico-operative riguardanti il volo).

Nel caso in esame, il rifornimento non è stato effettuato, in quanto la quantità richiesta come *block fuel* (1400 kg) era inferiore a quella effettivamente indicata dalla strumentazione di bordo (dal FQI e dal ripetitore posizionato sul pannellino di rifornimento). Infatti, la quantità indicata risultava essere di circa 3100 kg. Veniva, quindi, compilata una distinta di rifornimento nella

quale si annotava che l'operazione di rifornimento non era stata effettuata, in quanto la quantità indicata di carburante presente a bordo era superiore a quanto richiesto. Ciò è stato fatto al fine di giustificare la movimentazione dell'autobotte dal deposito; tale metodo rientrava nelle normali procedure in uso.

Il meccanico ha comunicato poi al FD che la quantità di carburante indicata era di circa 3100 kg. Il FD ha riferito pertanto all'equipaggio previsto per la tratta TUN-DJB che a bordo vi erano circa 3100 kg ed era necessario effettuare la procedura di svuotamento (*defueling*). La disponibilità dell'autobotte specifica per lo svuotamento era stimata in circa due ore e, pertanto, per non ritardare il volo, il FD ha proposto all'equipaggio di effettuare la tratta con un altro aeromobile ATR 72, il TS-LBC che era appena atterrato, proveniente da Djerba. Normalmente è il responsabile delle operazioni al suolo che decide o propone un cambio di aeromobile, ma al momento egli non era presente in aeroporto ed era pertanto il FD che poteva proporre il cambio di aeromobile.

L'equipaggio, per non incorrere in ritardi eccessivi, ha accettato di effettuare il volo TUN-DJB con il TS-LBC.

Nel frattempo, all'equipaggio che doveva effettuare il volo UG 1148 da Tunisi a Palermo, previsto con il TS-LBC, veniva notificato un cambio di aeromobile che prevedeva l'utilizzo del TS-LBB. Il copilota del volo UG 1148, in attesa dell'arrivo del comandante, verificava, sia attraverso il pannello di rifornimento sia sul FQI a bordo, che la quantità di carburante comunicata dal FD non era propriamente di 3100 kg, ma di circa 3150 kg. Dopo circa 10 minuti è giunto sotto-bordo il comandante, che, dopo aver verificato la documentazione tecnica dell'aeromobile relativa alla parte manutentiva, si rifiutava di utilizzare tale aeromobile (TS-LBB). Questo in quanto era già stato ripetutamente segnalato in voli precedenti con lo stesso aeromobile un malfunzionamento del Nose Wheel Steering (NWS, sistema che permette di controllare la guida dell'aeromobile al suolo). Tale avaria, a suo avviso, non era stata adeguatamente gestita e risolta. Il NWS non era inefficiente, ma, in precedenza, aveva manifestato dei problemi di funzionalità quando alla massima escursione (producendo vibrazioni eccessive sul comando associate anche ad un forte e fastidioso rumore). Segnalazioni in tal senso erano state effettuate dallo stesso comandante. Egli, come previsto dalle procedure di compagnia, ha riportato sulla documentazione tecnica di bordo le motivazioni del rifiuto di accettare l'aeromobile. Il tecnico di terra ha, a sua volta, annotato sul "Maintenance Log" che il problema riguardante il NWS sarebbe stato risolto la settimana successiva, con l'intervento di un tecnico specialista della ditta Hydrep, costruttrice del NWS. Va evidenziato che il comandante in questione ha riferito di aver solo verificato lo *status* tecnico dell'efficienza dell'aeromobile, ed ha confermato di non aver controllato la documentazione relativa al carburante.

Al comandante è stato proposto perciò dal FD un cambio aeromobile per effettuare la tratta Tunisi-Palermo (TUN-PMO) con un ATR 42 (marche TS-LBA). Egli, dopo una verifica del piano di carico e del numero dei passeggeri previsti (18), accettava di effettuare il volo proposto. I primi due voli programmati con il TS-LBB (Tunisi-Djerba-Tunisi) non sono stati pertanto effettuati con tale aeromobile.

1.1.5. Decollo da Tunisi (volo TUI 152F)

L'aeromobile TS-LBB era sempre fermo al parcheggio e disponibile per effettuare il successivo volo di trasferimento a Bari (TUI 152F), programmato per le ore 12.00 locali. Il comandante titolare previsto risultava essere lo stesso che aveva effettuato le ultime quattro tratte del giorno precedente con lo stesso aeromobile.

Il FD ha contattato al telefono il comandante del volo alle ore 10.00 locali circa, per chiedergli se la quantità di carburante indicata di circa 3100 kg fosse sufficiente per la tratta prevista o se fosse necessario effettuare un rifornimento. Il comandante replicava che avrebbe preso la decisione finale solo dopo aver verificato, una volta in aeroporto, la documentazione operativa in dettaglio.

Alle ore 11.00 locali circa, il copilota giungeva in aeroporto ed iniziava a preparare la documentazione operativa necessaria per il volo. Il comandante, già presente in aeroporto, gli comunicava che a bordo erano presenti circa 3100 kg di carburante, come da comunicazione telefonica del FD. Il copilota, sulla base dei dati operativi, precalcolava in 4200 kg la quantità di carburante necessaria per effettuare il volo di trasferimento a Bari ed il successivo a Djerba, senza rifornire a Bari. Egli trasferiva queste informazioni al comandante in sede di *briefing* prima del volo e quest'ultimo, responsabile della decisione finale, decideva di richiedere 3800 kg come valore di *block fuel*. Il comandante, nelle interviste effettuate nel corso dell'inchiesta tecnica, ha giustificato tale scelta precisando di aver preso in considerazione possibili abbreviazioni di rotta, spesso concesse per motivi di scarso traffico. Era nelle sue intenzioni, come peraltro previsto dalle procedure di compagnia, non effettuare rifornimento di carburante, una volta a Bari, per la successiva tratta Bari-Djerba (volo TUI 1153). Il quantitativo di carburante stimato per la tratta Tunisi-Bari era infatti di 1100 kg e pertanto la partenza da Bari sarebbe avvenuta con 3800-1100 kg = 2700 kg indicati.

La quantità di carburante definitiva veniva così comunicata dal copilota al FD affinché potesse provvedere a preparare il piano di carico e coordinare il rifornimento. Le istruzioni erano di

rifornire fino a 3800 kg². Il FD in linea di volo chiedeva quindi all'operatore di effettuare il rifornimento, che veniva completato alle ore 11.30 locali. Il meccanico di linea che assisteva il rifornitore impostava sull'apposito pannellino la quantità di 3800 kg e venivano riforniti 465 kg, pari a 600 litri; tali valori sono stati annotati, come previsto, nella distinta di rifornimento. Una copia di tale distinta veniva consegnata al meccanico per la successiva consegna al comandante.

Una volta impostata, tramite l'apposito selettore nel pannellino, la quantità totale di carburante che deve essere presente a bordo, il rifornimento è interrotto automaticamente dal sistema dell'aeromobile tramite le valvole di rifornimento. In sostanza, quando il FQI rileva una quantità totale a bordo pari a quella selezionata, il rifornimento si interrompe in maniera automatica.

Né l'addetto al rifornimento né il meccanico hanno rilevato che, a fronte dei 700 kg (900 litri circa) che avrebbero dovuto essere riforniti (da 3100 a 3800 kg), ne sono stati immessi nei serbatoi, in realtà, soltanto 465 kg (600 litri).

Terminato il rifornimento, il copilota effettuava le operazioni pre-volo ed il comandante verificava la documentazione di volo presente a bordo, coadiuvato dal FD. Il comandante, nel verificare i precedenti rifornimenti effettuati sull'aeromobile, si accorgeva che non era disponibile la distinta di carburante comprovante il rifornimento effettuato per portare la quantità da 790 kg (carburante totale rimanente dall'ultimo volo effettuato dall'aeromobile e da lui stesso riportato nella documentazione di bordo il giorno precedente nel Performance Record) fino a 3100 kg, valore indicato dal FQI prima del rifornimento a 3800 kg.

Il FD chiedeva al suo collega presente in ufficio se avesse copia di tale distinta, ricevendo risposta negativa. Il supervisore in servizio dei meccanici di linea veniva anch'egli contattato telefonicamente dal FD, rappresentando di non essere a conoscenza di tale operazione. Il FD riferiva quindi al comandante di non essere sicuro, al momento, dove potesse essere la distinta del rifornimento (da 790 kg a 3100 kg), ma che, molto probabilmente, uno dei due precedenti equipaggi programmati per effettuare le tratte precedenti – poi cancellate – avesse erroneamente trattenuto la copia di tale distinta di rifornimento. Il FD riferiva pertanto al comandante che si sarebbe interessato per recuperare tale distinta di carburante mancante, e che al ritorno dal volo gliela avrebbe consegnata.

Il comandante decideva comunque di effettuare il volo con la documentazione relativa al rifornimento di carburante da lui stesso decisa, ma senza quella che attestasse il precedente rifornimento da 790 kg a 3100 kg, basandosi su quanto riferito dal FD.

Nei casi di documentazione non chiara o mancante, il comandante dovrebbe avvertire il Direttore operazioni volo. Nel caso particolare, ciò non è avvenuto. Il copilota ha riferito di non

² Come previsto, non è stato riferito di rifornire 700 kg (differenza tra il *block fuel* di 3800 kg e 3100 kg, quantità già indicata dal FQI), ma solo che il *block fuel* dovesse essere di 3800 kg.

essere stato coinvolto dal comandante in merito a tale problematica.

Il volo di trasferimento per Bari (TUI 152F), con a bordo i due piloti, i due assistenti di volo³ ed il tecnico della manutenzione⁴ si è svolto regolarmente, senza problemi. L'aeromobile è decollato alle 12.05 locali (10.05 UTC) ed è atterrato a Bari alle ore 13.46 locali circa (11.46 UTC). La durata del volo è stata pertanto di circa 101 minuti, in accordo alla distanza percorsa.

1.1.6. Operazioni effettuate a Bari e decollo per Djerba (volo TUI 1153)

Secondo quanto riferito dall'equipaggio, all'arrivo a Bari la quantità di carburante indicata a bordo era di circa 2300 kg. La quantità totale di carburante pianificata prima della partenza per la successiva tratta Bari-Djerba era di 2700 kg, come risulta dal piano di carico e centraggio del volo in argomento (si veda Allegato "F"). Il comandante decideva pertanto di effettuare un rifornimento di carburante fino a 2700 kg. Alle ore 13.55 locali circa l'aeromobile veniva rifornito con 265 kg, pari a circa 340 litri, utilizzando il pannellino di rifornimento centralizzato e programmato dal meccanico presente a bordo, per una quantità totale di 2700 kg. Come già evidenziato, la logica del sistema di rifornimento centralizzato è tale che quando l'indicatore di carburante (FQI) rileva la quantità totale precedentemente inserita nell'apposito pannellino, le valvole di rifornimento si chiudono automaticamente, in modo che nei serbatoi alari vi sia proprio la quantità programmata. Sebbene la quantità di carburante immessa nell'aeromobile sia stata solo di 265 kg, il valore totale indicato era comunque di 2700 kg, corrispondenti a 400 kg in più rispetto a quanto indicava il FQI dopo l'atterraggio (2300 kg).

Tale circostanza, e cioè che a fronte dei 400 kg da rifornire ne fossero stati immessi solo 265 kg (valore riportato nella distinta di rifornimento), non è stato rilevato né dall'equipaggio di condotta, né dal meccanico.

La differenza tra la quantità di carburante effettivamente immessa (265 kg) e quella che risultava dalla lettura del FQI [400 kg pari alla differenza tra 2700 kg (valore indicato dopo il rifornimento) e 2300 kg (valore prima del rifornimento)] era la conseguenza del fatto che il FQI installato era del tipo ATR 42, le cui indicazioni, come riportato nel successivo paragrafo 1.16.3.1., sono in effetti superiori rispetto alla quantità di carburante effettivamente presente.

Terminate le operazioni di rifornimento, si procedeva all'imbarco dei passeggeri (34), giunti sul piazzale dove era parcheggiato l'aeromobile mediante un mezzo intercampo della società di gestione aeroportuale. Ultimate le operazioni di imbarco, alle ore 12.19 UTC (14.19 locali) veni-

³ In particolare, vi era un assistente di volo di sesso maschile che svolgeva il ruolo di capo cabina, coadiuvato da un assistente di volo di sesso femminile. Per semplicità, nel prosieguo della relazione, verranno identificati rispettivamente con i termini: capo cabina e assistente di volo.

⁴ Secondo quanto riportato dall'operatore, la presenza di un tecnico/meccanico a bordo è prevista nei casi in cui nello scalo di arrivo-partenza non vi sia l'assistenza tecnica a terra di personale di compagnia, come nel caso dell'aeroporto di Bari.

va richiesta al competente ente del controllo del traffico aereo di Bari l'autorizzazione per l'accensione dei motori. Circa tre minuti dopo veniva richiesta anche l'autorizzazione al rullaggio. Precedentemente il TS-LBB aveva ricevuto le informazioni relative alla pista in uso e le condizioni meteorologiche significative (pista in uso 07, vento proveniente da 360° con intensità di 16 nodi, temperatura esterna di 25°C, temperatura di rugiada di 12°C e QNH 1010 hPa).

Alle 12.25, in posizione di attesa per pista 07, il TS-LBB, nominativo radio TUI 1153, riceveva le autorizzazioni necessarie allo svolgimento del volo (destinazione DTTJ⁵ via TOPNO 6C, [omissis], autorizzato al livello di volo iniziale 120⁶, codice transponder 3730).

Alle 12.30.31 il TS-LBB riceveva l'autorizzazione al decollo, che effettuava alle 12.32 circa. Il comandante svolgeva il ruolo di pilota ai comandi - Pilot Flying (PF)⁷ - assistito dal copilota in qualità di Pilot Not Flying (PNF)⁸.

1.1.7. La fase di crociera e la dichiarazione di emergenza (MAYDAY)

La fase di decollo e la successiva salita alla quota di crociera si sono svolte regolarmente.

Alle 12.34.55 TUI 1153, in salita a circa 7000 piedi, ha contattato il Centro di controllo regionale di Brindisi (Brindisi ACC) per richiedere l'autorizzazione a salire fino al livello di volo 190, che veniva accordato. Alle 12.49.40 TUI 1153 richiedeva di incrementare la quota fino a FL 210 e Brindisi ACC lo istruiva a cambiare frequenza radio e a contattare Roma ACC. Alle 12.50.20, a FL 190, TUI 1153 contattava pertanto Roma ACC richiedendo il FL 210, che veniva accordato. Successivamente, TUI 1153, alle 13.01.46, richiedeva il FL 230, livello di volo finale di crociera, che veniva anch'esso accordato.

Alle 13.17.03, TUI 1153 riceveva l'autorizzazione a procedere direttamente verso il punto TUPAL, mantenendo FL 230, come da richiesta formulata in precedenza.

Alle 13.21.36 (circa 4 minuti dopo la precedente comunicazione radio), TUI 1153 ha chiesto di poter scendere a FL 170 per problemi di carattere tecnico (il PNF non specificava al controllo del traffico aereo il tipo di problematica in atto).

Dall'analisi dei dati registrati dal FDR si è dedotto che, in effetti, vi era stato lo spegnimento non comandato del motore destro.

Roma ACC non autorizzava direttamente il livello di volo richiesto (FL 170), ma inizialmente il FL 190, a causa della presenza di altro traffico. TUI 1153, dopo due minuti circa, alle 13.23.00,

⁵ Codice ICAO identificativo dell'aeroporto di Djerba.

⁶ FL 120 equivale a 12.000 piedi con QNH 1013 hPa.

⁷ Pilot Flying: è il pilota ai comandi che, indipendentemente dalle sue funzioni gerarchiche a bordo, ha il compito del pilotaggio dell'aeromobile, sia manuale che mediante l'uso dell'autopilota.

⁸ Pilot Not Flying: è l'altro pilota ai comandi, che assiste il PF sorvegliando l'andamento del volo ed annunciando tempestivamente le eventuali deviazioni dalla normalità rilevate. Collabora con il PF in ogni fase di volo, eseguendo le operazioni complementari al pilotaggio, quali, normalmente, le comunicazioni radio con gli enti del traffico aereo.

comunicava di voler atterrare a Palermo. A questo punto si era spento anche il motore sinistro ed erano trascorsi circa 100 secondi dallo spegnimento del primo motore (evidenza tratta dal FDR).

Roma ACC, nell'autorizzare la discesa a FL 170, chiedeva se l'aeromobile avesse bisogno di particolare assistenza. Quest'ultima comunicazione si sovrapponeva alla precedente del TUI 1153 e non veniva compresa dallo stesso equipaggio. TUI 1153 trasmetteva il MAYDAY (dichiarazione di condizioni di emergenza), ribadendo di dover procedere verso Palermo.

Il controllore in contatto confermava l'autorizzazione a scendere a FL 170, dando il ricevuto al messaggio di emergenza; contestualmente, coordinava la gestione di altro traffico in contatto radio, per consentire al TUI 1153 di procedere direttamente verso Palermo.

Alle 13.24.19, TUI 1153 comunicava nuovamente il MAYDAY, chiedendo di essere vettorato (avere cioè una guida radar) per Palermo e dichiarando di aver entrambi i motori in avaria (*"We lose both engines"*).

Il controllore di Roma ACC non forniva le informazioni richieste al TUI 1153 relative al vettoramento per Palermo, ma lo istruiva, invece, a contattare Palermo sulla frequenza 120.2 MHz, per ricevere le istruzioni per l'atterraggio. In effetti, egli, date le caratteristiche della postazione radar, non aveva la possibilità di fornire adeguata assistenza per la fase finale di atterraggio all'aeroporto di Palermo.

Roma ACC, mentre era in contatto radio con l'aeromobile, contattava telefonicamente, allo stesso tempo, diverse volte, Palermo Avvicinamento (Palermo APP) per informarlo che l'ATR 72, volo TUI 1153, aveva dichiarato emergenza ed era necessario pertanto un coordinamento per la gestione di altro traffico presente.

Sulla base delle trascrizioni telefoniche, risulta che Roma ACC abbia comunicato a Palermo APP che l'ATR 72 aveva dichiarato emergenza per problemi tecnici, senza specificare che l'aeromobile aveva entrambi i motori in avaria. E' stato lo stesso TUI 1153, contattando Palermo APP, a comunicare che era in condizioni di emergenza e che aveva entrambi i motori in avaria.

1.1.8. Comunicazioni con Palermo Avvicinamento (APP)

Alle 13.25, TUI 1153 contattava Palermo APP per la prima volta, ricevendo le informazioni relative alle condizioni meteorologiche sull'aeroporto di Palermo; Palermo APP chiedeva conferma delle condizioni di emergenza. TUI 1153, nel confermarle, richiedeva ripetutamente, per tre volte (il controllore non aveva compreso perfettamente la richiesta effettuata in lingua inglese), la distanza dall'aeroporto.

Il controllore comunicava infine che la distanza, al momento, dal TVOR-DME di Palermo “PRS” (situato sull’aeroporto), era di 48 miglia nautiche.

L’aeromobile, con i due motori spenti, si trovava ad una quota di circa 15.000 piedi.

L’equipaggio del TUI 1153, considerata la distanza da Palermo in relazione alla quota, chiedeva se vi fosse qualche altro terreno più vicino rispetto a Palermo dove poter atterrare, evidenziando che avevano entrambi i motori in avaria e che erano a soli 15.000 piedi (*“Is there any terrain nearest than Palermo Sir; please? We lose both engines and we are only 15.000 feet”*). La stessa richiesta veniva ripetuta ancora una volta (*“Any nearest airport where we can land?”*), in quanto il controllore non riusciva a comprendere il contenuto della richiesta stessa. A questo punto, si inseriva nelle comunicazioni radio un altro aeromobile, evidentemente in ascolto sulla stessa frequenza (120.2 MHz), che ripeteva (effettuando una cosiddetta trasmissione “ponte”) al controllore la stessa richiesta fatta prima dal TUI 1153 relativamente alla eventuale presenza di un altro aeroporto più vicino rispetto a Palermo. Palermo APP comprendeva a questo punto la richiesta e comunicava che l’aeroporto di Palermo era quello più vicino alla loro attuale posizione.

Si sono poi susseguite alcune comunicazioni nelle quali TUI 1153 richiedeva la distanza da Palermo ed un vettoramento radar per un tentativo di atterraggio per la pista 20 del medesimo aeroporto.

Alle 13.31.52, Palermo APP richiedeva i dati relativi al numero dei passeggeri presenti a bordo, il carburante imbarcato e l’eventuale presenza di merci pericolose.

TUI 1153 comunicava che i passeggeri erano 35, il carburante pari a “1800” (tale quantità deve intendersi in kg in quanto era l’indicazione che il FQI presentava, 900 kg per il serbatoio sinistro e 900 kg per il destro) e che non vi erano merci pericolose a bordo.

Alle 13.33.53, Palermo APP comunicava che la distanza era di 20 NM e 15 secondi dopo circa TUI 1153 dichiarava di non essere in grado di poter raggiungere la terraferma e che si trovava a 4000 piedi di quota. TUI 1153 richiedeva inoltre di inviare dei mezzi di soccorso (*“[omissis] Can you send us helicopters or something like that?”*). Dai dati del FDR si è stimato che l’aeromobile fosse ad una quota compresa tra 4000-4500 piedi.

Palermo APP comunicava all’aeromobile di aver allertato i mezzi di soccorso e forniva a quest’ultimo il valore della radiale e la distanza dal TVOR/DME di Palermo (*“Radial 036°, 22 miles.”*). Dopo circa 90 secondi, TUI 1153 riferiva di aver individuato due imbarcazioni (*“there are two boats”*) e di virare a sinistra per prua 180° in modo da ammarare quanto più vicino possibile alle stesse. Comunicava inoltre che la propria quota era di 2200 piedi.

Un minuto dopo circa, TUI 1153 comunicava nuovamente di non essere in grado di raggiunge-

re la pista e che aveva intenzione di ammarare vicino alle due grosse imbarcazioni (“*we have two boats on the left side, big boats*”), che vedeva sulla propria sinistra. TUI 1153 chiedeva inoltre a Palermo APP di avvisare le due imbarcazioni sulla situazione in atto.

Palermo APP rispondeva che avrebbe allertato i mezzi di soccorso (“*We advice military*”).

Le comunicazioni con Palermo APP terminavano alle 13.37 circa.

1.1.9. Operazioni in cabina di pilotaggio

In questo paragrafo verranno descritte le operazioni svolte in cabina di pilotaggio dal momento in cui si è manifestata la prima avaria fino all’ammarraggio, sulla base delle informazioni desunte dai registratori di bordo FDR/CVR e da quanto dichiarato dai piloti.

Dal decollo da Bari fino allo spegnimento del primo motore (motore destro) sono intercorsi circa 49,50 minuti e sia le operazioni all’interno della cabina di pilotaggio, sia le comunicazioni con gli enti del traffico aereo interessati (Bari TWR, Brindisi ACC e Roma ACC) si sono svolte regolarmente, senza alcun avviso di malfunzionamento.

Dopo lo spegnimento del motore destro, avvenuto al livello di volo 230 (23.000 piedi), TUI 1153 chiedeva di poter scendere fino a FL 170. Nel frattempo, l’equipaggio cercava di capire sulla base degli avvisi luminosi e sonori in cabina quale potesse essere stata la causa dell’improvviso spegnimento del motore destro. In effetti, si era avuta l’accensione della spia “FEED LO PR” (bassa pressione alla linea di alimentazione del carburante al motore, *fuel feed low pressure*), accompagnata da un calo dei giri/coppia (*torque*) motore, del flussometro e della temperatura “ITT”, vale a dire uno spegnimento non comandato del motore destro. Dopo aver coordinato la discesa a FL 170 con Roma ACC, il copilota iniziava a leggere ad alta voce la *check list* (*Procedures following failures*, pagina 2.13 del QRH) relativa alla procedura prevista per l’avaria riscontrata (FEED LO PR). Durante l’esecuzione della prevista *check list*, circa 100 secondi dopo lo spegnimento del motore destro, il comandante chiedeva di interrompere la lettura in quanto anche il secondo motore (sinistro) si era spento. Egli ordinava quindi al copilota di comunicare al controllo del traffico aereo la decisione di dirottare su Palermo Punta Raisi e di dichiarare emergenza (MAYDAY). Per circa un minuto i piloti cercavano di interpretare le indicazioni degli avvisi e degli strumenti in cabina per poter individuare le cause dell’avaria ad entrambi i motori, ma senza successo. Il comandante comunicava in frequenza a Roma ACC nuovamente il MAYDAY e nel contempo dichiarava di avere entrambi i motori in avaria (“[omissis], *we lose both engines*”). L’aeromobile si trovava ad una quota di circa 17.000 piedi.

Il comandante chiedeva al capo cabina di convocare in cabina di pilotaggio il meccanico presente a bordo. Un minuto dopo, il meccanico, che era seduto nell’ultima fila passeggeri, entrava in

cabina e prendeva posto tra i due piloti, cercando di coadiuvare le operazioni di riaccensione dei motori.

Venivano effettuati alcuni tentativi per la riaccensione dei motori, ma senza successo. Considerata la distanza dall'aeroporto di Palermo, comunicata diverse volte in frequenza da Palermo APP, il comandante, confrontando questo valore con la quota, chiamava il capo cabina e gli ordinava di preparare la cabina passeggeri per un eventuale ammaraggio. Erano trascorsi 5 minuti e 30 secondi dallo spegnimento del secondo motore e l'aeromobile era ad una quota di circa 12.000 piedi e a poco meno di 40 NM dall'aeroporto di Palermo. Né l'equipaggio di volo né il meccanico riuscivano ancora a capire che tipo di avaria avesse interessato i due motori.

Veniva richiesta ripetutamente la distanza da Palermo e dopo un ultimo tentativo, fallito, di riaccensione del motore destro, con l'aeromobile a circa 4000 piedi e a 20 NM dall'aeroporto di Palermo, il comandante comunicava al controllore del traffico aereo di non essere in grado di raggiungere la pista e chiedeva l'invio dei mezzi di soccorso. Erano trascorsi circa 12 minuti dallo spegnimento di entrambi i motori.

1.1.10. Preparazione per l'ammarraggio

Pochi secondi dopo aver comunicato a Palermo APP che l'aeromobile non era in grado di raggiungere la pista, il comandante richiedeva al copilota la lettura della *check list* relativa alla procedura di ammaraggio (*ditching*). Il comandante continuava a svolgere il ruolo di PF, mentre il copilota eseguiva la *check list* per l'ammarraggio. Nel frattempo, il comandante comunicava all'ente ATC che non era in grado di raggiungere l'aeroporto e che intendeva dirigersi a sinistra assumendo una prua di 180°, in quanto erano visibili due imbarcazioni (*"there are two boats I am going to join them left side, heading 180"*) e richiedeva, inoltre, se fosse possibile avvisare tali imbarcazioni circa la situazione in atto. Il copilota continuava ad eseguire i controlli previsti dalla *check list* per l'ammarraggio, tra cui quelli relativi al carrello di atterraggio, confermando la posizione retratta (*"Landing gear: UP"*). Il comandante, data l'imminenza dell'ammarraggio, chiedeva al copilota di coadiuvarlo nella condotta dell'aeromobile e di prepararsi all'impatto. La *check list* dell'ammarraggio non veniva completata. Anche al meccanico, rimasto sempre in cabina di pilotaggio, il comandante, poco prima dell'impatto, raccomandava di prepararsi. Dopo circa 22 secondi, l'aeromobile impattava con la superficie del mare.

Dallo spegnimento del primo motore all'ammarraggio erano trascorsi circa 17 minuti. L'ultimo dato valido registrato dal registratore dei dati di bordo (FDR) è delle 13.37.08⁹. Il termine delle registrazioni dei rumori e dei suoni in cabina di pilotaggio (CVR), invece, è delle 13.38.05, circa

⁹ L'orario è riferibile al tempo UTC delle comunicazioni T/B/T di Palermo APP.

un minuto dopo, coincidente con l'effettivo ammaraggio. Nel successivo paragrafo 1.11.4. saranno specificati in dettaglio gli orari di alcuni eventi significativi.

1.1.11. Operazioni in cabina passeggeri

Le operazioni in cabina passeggeri sono state svolte regolarmente dal decollo da Bari fino alla comunicazione da parte del comandante al capo cabina di prepararsi per un ammaraggio. Erano trascorsi circa 55 minuti dal decollo e l'aeromobile, con entrambi i motori in avaria, attraversava in discesa una quota di circa 12.000-12.500 piedi, ad una distanza di poco meno di 40 NM dall'aeroporto di Palermo. Il capo cabina comunicava ai passeggeri di indossare i giubbotti di salvataggio e l'assistente di volo, secondo quanto riferito dalla stessa, ha aiutato alcuni passeggeri ad indossarli.

Prima dell'ammarraggio tutti i passeggeri, compresi gli assistenti di volo, erano seduti con le cinture allacciate e pronti all'impatto, anche se, in effetti, vi erano stati precedentemente momenti di concitazione determinati dal fatto che alcuni passeggeri avevano difficoltà ad allacciare i giubbotti di salvataggio, mentre altri, come riportato anche nel paragrafo 1.5.3.1., li avevano gonfiati già all'interno dell'aeromobile.

1.1.12. L'ammarraggio

Come già riportato nel precedente paragrafo 1.1.10., il CVR ha continuato a funzionare fino all'impatto con l'acqua, ad indicazione che la batteria principale (*main battery*) era ancora funzionante. Il FDR, che è alimentato dalla stessa batteria principale, ha smesso di funzionare circa un minuto prima dell'ammarraggio. Tale circostanza potrebbe indicare che lo stesso apparato sia meno tollerante rispetto al CVR alla diminuzione della tensione della batteria principale. I tentativi di riaccensione avevano, in effetti, parzialmente esaurito la batteria principale. Il CVR, come già detto, ha continuato comunque a funzionare¹⁰.

Gli ultimi valori dei parametri di interesse registrati dal FDR (tempo: 14988 secondi) sono stati i seguenti.

- Quota: 728 piedi.
- Velocità: 125 nodi (velocità calibrata).
- Assetto (*pitch attitude*): 4,2°. E' l'angolo fra l'asse longitudinale del velivolo e l'orizzonte.
- Angolo di attacco: 10,2°.

¹⁰ Il FDR ed il CVR sono alimentati attraverso la stessa barra, la ESS bus bar (i.e. batteria principale). Il FDR potrebbe non essere stato in grado di funzionare correttamente a seguito della diminuzione della tensione della batteria.

- Angolo di rollio (*roll attitude*): - 2,1° (leggera inclinazione a sinistra).
- Prua magnetica (*heading*): 111°.
- Fattore di carico (*vertical acceleration*): 0,96.

Poco prima che l'aeromobile impattasse la superficie del mare, il CVR ha registrato un suono intermittente, tipico dell'avvisatore acustico di avvicinamento alle condizioni di stallo dell'aeromobile.

Dalle interviste rilasciate dagli occupanti sopravvissuti e da quanto riportato dal personale di soccorso intervenuto si è potuto inoltre stabilire quanto segue.

- L'aeromobile, sebbene spezzato in tre tronconi principali, è rimasto a galla per circa 20-30 minuti dopo l'ammarraggio; successivamente, la parte anteriore e quella posteriore sono affondate, mentre la parte centrale della fusoliera con le semiali e i due motori è rimasta a galla.
- Immediatamente dopo il primo impatto, il troncone di fusoliera posteriore si è distaccato parzialmente dal resto della struttura ed è stato in parte sommerso dall'acqua; quasi tutti i passeggeri seduti nelle file corrispondenti sono sopravvissuti.

Le coordinate geografiche della presunta posizione del relitto in acqua che galleggiava erano le seguenti:

- latitudine 38° 24' 29" N.
- longitudine 013° 30' 31" E.

Esse corrispondono alle coordinate comunicate via radio dalla Torre di controllo di Palermo ad un aeromobile di linea decollato dallo stesso aeroporto di Palermo (dopo oltre 20 minuti dall'effettivo ammaraggio), allo scopo di effettuare una prima ricognizione visiva, prima che lo stesso aeroporto venisse chiuso completamente al traffico. Le coordinate indicate sono, in effetti, quelle rilevate dal controllore utilizzando un'opportuna funzione del proprio schermo radar poco prima che l'aeromobile scomparisse dallo schermo stesso.

Le operazioni sull'aeroporto erano già state interrotte alle 13.24 UTC, orario in cui il TUI 1153 ha confermato le condizioni di emergenza. Tale aspetto sarà trattato in dettaglio successivamente nel paragrafo 1.15.2.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

<i>lesioni</i>	<i>equipaggio</i>	<i>passengeri</i>	<i>altri</i>
mortali	1	15	-
gravi	3	13	-
lievi	-	7	-

Tabella 1: lesioni riportate dalle persone.

Tre dei quattro componenti l'equipaggio (comandante, copilota e assistente di volo) hanno riportato gravi lesioni e sono stati recuperati dai mezzi di soccorso intervenuti, mentre il capo cabina ha riportato lesioni mortali; per quanto riguarda i passeggeri, 15 hanno riportato lesioni mortali e solo 12 di loro sono stati recuperati lo stesso giorno dai mezzi di soccorso. Tre passeggeri, tra cui il meccanico a bordo, sono stati dichiarati dispersi ed i loro corpi sono stati recuperati sul fondo del mare durante le operazioni di recupero del relitto, descritte in dettaglio nel successivo paragrafo 1.15.1.

Per quanto riguarda la definizione di lesione grave si è fatto riferimento a quanto riportato dall'art. 2, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66¹¹.

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

A seguito dell'impatto con la superficie del mare l'aeromobile si è spezzato in tre tronconi principali. In particolare:

- semiali con le gondole motore e motori, con parte della fusoliera centrale;
- parte posteriore comprendente gli impennaggi verticale ed orizzontale ed una porzione di fusoliera;
- parte anteriore e parte centrale della fusoliera, comprendente la cabina di pilotaggio.

¹¹ b) «lesione grave»: una lesione riportata da una persona in un incidente, che:

- 1) richieda una degenza ospedaliera di oltre 48 ore, con inizio entro sette giorni dalla data in cui è stata riportata; oppure,
- 2) comporti una frattura ossea (tranne le fratture semplici delle dita delle mani e dei piedi, o del naso); oppure
- 3) comporti lacerazioni che provochino gravi emorragie o lesioni a nervi, muscoli o tendini; oppure
- 4) comporti lesioni a qualsiasi organo interno; oppure
- 5) comporti ustioni di secondo o terzo grado o estese su più del 5% della superficie corporea; oppure,
- 6) comporti un'esposizione accertata a sostanze infettive o a radiazioni nocive.

Lo schema in figura 6 evidenzia le tre parti dell'aeromobile sopra menzionate, con indicazione delle parti che sono state successivamente recuperate in quanto affondate poco dopo l'ammaraggio. Tale ricostruzione del relitto è stata effettuata subito dopo l'evento sulla base delle prime informazioni disponibili ed è risultata utile per lo svolgimento delle successive fasi di recupero del relitto stesso.



Figura 6: schema raffigurante i tre tronconi in cui si è spezzato l'aeromobile a seguito dell'impatto con la superficie del mare (ricostruzione ANSV). La dicitura “*da recuperare*” è riferita alla data del 6 agosto 2005. Tali parti sono state successivamente recuperate.

Per quanto concerne la parte anteriore (cabina di pilotaggio e fusoliera anteriore), essa è stata recuperata completamente schiacciata, come risulta dalla foto 2, ripresa subito dopo il recupero del relitto effettuato nell'ultima settimana del mese di agosto 2005.



Foto 2: cabina di pilotaggio appena recuperata dal fondo del mare.

Il successivo paragrafo 1.12. contiene un esame più dettagliato del relitto dell'aeromobile.

1.4. ALTRI DANNI

Non sono stati riportati danni a terzi.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

1.5.1.1. Comandante (CBD)

Dati personali:	maschio, nazionalità tunisina, età 45 anni.
Titoli aeronautici:	licenza di pilota di linea di velivolo, rilasciata dal Ministero dei trasporti tunisino, in corso di validità.
Abilitazioni:	ATR 42/72 conseguita nel 1997; B737-200 conseguita nel 1999.
Controllo medico:	in corso di validità.
Ultimo Recurrent Training (RT):	2 giugno 2005.
Ultimo Crew Resources Management:	13 ottobre 2004.
Ultimo Corso di sicurezza e salvataggio:	12 gennaio 2005.
Ultimo controllo di linea (<i>Line Check</i>):	20 aprile 2005.
Tempo di servizio giorno precedente:	09h 10'.
Tempo di riposo prima del volo:	17h 45'.

Lo stesso ha conseguito la qualifica su aeromobili plurimotore (*multi engine*) nel 1995 e gli sono state attribuite le funzioni di comandante nel 2000. Dal 1979 al 1981 ha frequentato l'Accademia Militare tunisina come allievo pilota ed ha conseguito il brevetto di pilota militare nel 1982. Nel 1994 ha ottenuto la licenza di pilota di linea. Ha conseguito inoltre la licenza di volo professionale di elicottero e la qualifica di istruttore.

Attività di volo complessiva di 7182 ore, di cui 5582 su ATR 42/72. In precedenza non era mai stato coinvolto in incidenti aerei.

1.5.1.2. Copilota (OPL)

Dati personali:	maschio, nazionalità tunisina, età 28 anni.
Titoli aeronautici:	licenza pilota professionale di velivolo (<i>licence pilote professionnel avion</i>) rilasciata dal Ministero dei trasporti tunisino, in corso di validità.
Abilitazioni:	ATR 42/72 conseguita nel 2002.
Controllo medico:	in corso di validità.
Ultimo Recurrent Training (RT):	26 maggio 2005.
Ultimo Crew Resources Management:	20 ottobre 2004.
Ultimo Corso di sicurezza e salvataggio:	14 gennaio 2005.
Ultimo controllo di linea (<i>Line Check</i>):	20 aprile 2005.
Tempo di servizio giorno precedente:	05h 00'.
Tempo di riposo prima del volo:	17h 45'.

Lo stesso ha conseguito la qualifica plurimotore (*multi engine*) nel 2001 ed ha conseguito la licenza di pilota commerciale con abilitazione IR e ME negli Stati Uniti nel 2000. Dal 2001 era stato assunto nella compagnia aerea coinvolta nell'incidente. Era qualificato a volare su aeromobili ATR 42/72 dal 29 agosto 2002. Attività di volo complessiva di 2431 ore, di cui 2130 sul tipo ATR 42/72. In precedenza non era mai stato coinvolto in incidenti aerei.

1.5.1.3. Esperienza di volo

1.5.1.3.1. Comandante

Ore di volo totali:	7182.
Ore di volo totali sul tipo:	5582.
Ore di volo negli ultimi 90 gg:	254,15.
Ore di volo negli ultimi 30 gg:	92,15.
Ore di volo nell'ultima settimana:	14,40.
Ore di volo nelle ultime 24 ore:	5,00.

1.5.1.3.2. Copilota

Ore di volo totali:	2431.
Ore di volo totali sul tipo:	2130.
Ore di volo negli ultimi 90 gg:	198,15.
Ore di volo negli ultimi 30 gg:	64,59.

Ore di volo nell'ultima settimana: 16,55.

Ore di volo nelle ultime 24 ore: 5,00.

1.5.1.4. Equipaggio di cabina

L'equipaggio di cabina passeggeri era costituito da un assistente di volo responsabile (capo cabina, *Chef de Cabine*), coadiuvato da un altro assistente di volo (hostess). Di seguito sono riportate alcune informazioni di interesse.

- *Capo cabina*: maschio, nazionalità tunisina, età 38 anni.

Era abilitato a svolgere le mansioni previste e la licenza era in corso di validità. Era stato assunto dall'operatore nel 1991 ed era qualificato ad operare sui seguenti tipi di aeromobili: ATR 42/72, B737-200/300 e A320.

Parlava correntemente, oltre alla lingua araba, anche il francese, l'inglese e l'italiano.

In oltre 13 anni di attività aveva totalizzato circa 6189 ore di volo ed aveva conseguito la qualifica di capo cabina nel 1993.

Negli ultimi 90 giorni, 30 giorni e ultima settimana aveva totalizzato rispettivamente 97,25, circa 33 e 4,05 ore di volo.

- *Assistente di volo*: donna, nazionalità tunisina, età 25 anni.

Era abilitata a svolgere le mansioni previste e la licenza era in corso di validità. Era stata assunta dall'operatore nel 2004 ed era qualificata ad operare sui seguenti tipi di aeromobili: ATR 42/72 e A320. Le lingue parlate erano - oltre all'arabo - il francese, l'inglese ed il tedesco. La stessa aveva prestato servizio sempre come assistente di volo presso un'altra compagnia per circa 14 mesi e con l'operatore tunisino coinvolto nell'incidente aveva totalizzato circa 368 ore di volo.

Negli ultimi 90 giorni, 30 giorni e ultima settimana aveva totalizzato rispettivamente circa 109, circa 53 e 15,45 ore di volo.

1.5.2. Controllori del traffico aereo interessati

1.5.2.1. Controllore di Roma ACC

Dati personali: maschio, nazionalità italiana, età 54 anni.

Titoli aeronautici e qualifiche professionali: qualifica di controllore di aerodromo (TWR) dal 1975, di avvicinamento (APP) dal 1977, abilitazione di controllore di Centro Informazioni Volo (FIC) 1^a classe dal 1977 e 2^a classe dal 1978, abilitazione di controllore di "Regione" dal 1986 e di controllore "Radar Regione" dal 1988, queste ultime conseguite presso l'allora Centro Regionale di Assistenza al Volo di Roma.

Controllo medico: in corso di validità.

Ore di riposo prima del servizio: 14 circa.

Ora di inizio del servizio: 12.55 ora locale.

Livello lingua inglese (*proficiency*): non applicabile alla data dell'evento. Addestramenti effettuati: sono quelli necessari per il conseguimento delle qualifiche e titoli professionali indicati.

Lo stesso ha sempre svolto l'attività di controllore radar presso l'attuale Centro di controllo radar di Roma.

1.5.2.2. Controllore di Palermo APP

Dati personali: maschio, nazionalità italiana, età 59 anni.

Titoli aeronautici e qualifiche professionali: licenza di abilitazione di aerodromo dal 1973, di avvicinamento procedurale dal 1987, di radar di avvicinamento dal 1993.

Controllo medico: in corso di validità.

Ore di riposo prima del servizio: 48.

Ora di inizio del servizio: 15.00 ora locale.

Livello lingua inglese (*proficiency*): non applicabile alla data dell'evento. Addestramenti effettuati: tre tirocini teorico-pratici ai fini dell'acquisizione dell'abilitazione a controllore di aerodromo (durata circa 12 mesi), dell'abilitazione di controllore di avvicinamento procedurale (durata circa 4 mesi) e dell'abilitazione radar di avvicinamento (durata due mesi).

Lo stesso ha sempre svolto l'attività di controllore del traffico aereo presso l'aeroporto di Palermo Punta Raisi e, in supporto operativo, presso l'aeroporto di Pantelleria.

1.5.3. Passeggeri

Tutti i passeggeri a bordo dell'aeromobile (35), fatta eccezione per il meccanico dell'operatore presente a bordo, che aveva il compito, a terra, di coadiuvare l'equipaggio di volo nella preparazione dell'aeromobile, erano di nazionalità italiana. Nella figura 7, relativa alla vista in pianta dell'aeromobile, è evidenziata la disposizione dei passeggeri a bordo prima dell'amaraggio. E' indicata inoltre la posizione dell'equipaggio di condotta, dei due assistenti di volo e del meccanico, che è intervenuto, su chiamata del comandante, in cabina di pilotaggio.

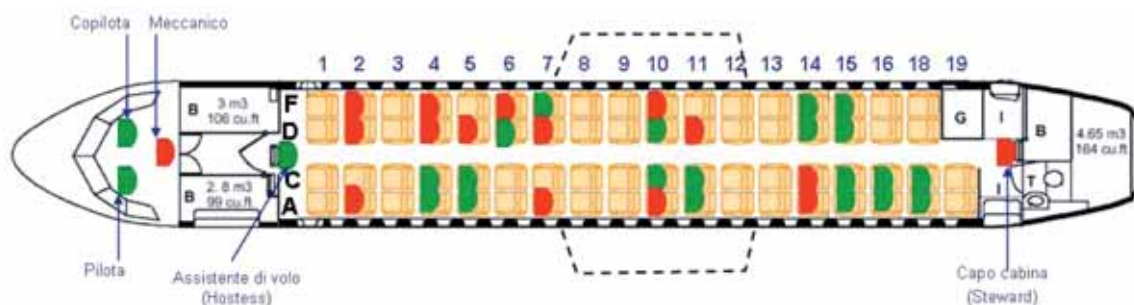


Figura 7: ATR 72, TS-LBB, disposizione passeggeri a bordo al momento dell'ammarraggio.

Con riferimento allo schema riportato in figura 7, i quadrati di colore rosso indicano che l'occupante ha riportato lesioni mortali, mentre quelli di colore verde la posizione a bordo dei superstiti. Nel successivo paragrafo 1.15.3. sarà analizzato il tipo delle lesioni riportate dai passeggeri, correlando la posizione a bordo di questi ultimi con le deformazioni subite dall'aeromobile a seguito dell'ammarraggio.

1.5.3.1. Testimonianze passeggeri

Le testimonianze rilasciate dai passeggeri hanno riguardato principalmente le azioni svolte da questi ultimi e le istruzioni ricevute dagli assistenti di volo nel corso dell'intero volo.

Tutte le testimonianze sono state coerenti nel descrivere le azioni svolte dagli assistenti di volo dall'inizio della fase di emergenza fino ai momenti finali precedenti e successivi l'impatto dell'aeromobile con la superficie del mare. Di seguito si riportano alcuni aspetti ritenuti di interesse.

- Prima della partenza da Bari è stato effettuato il previsto *briefing* di sicurezza in lingua italiana.
- Il responsabile della cabina passeggeri (capo cabina) era in grado di parlare e comprendere la lingua italiana, contrariamente all'altro assistente di volo (hostess), che conosceva solo alcune parole.
- Nella fase finale dell'emergenza ed in particolare dal momento in cui è stato comunicato ai passeggeri che l'aeromobile avrebbe effettuato uno scalo non previsto a Palermo, la hostess è entrata in un evidente stato di agitazione. A quest'ultima si sono rivolti ripetutamente alcuni passeggeri, chiedendo i motivi che determinavano tale comportamento, senza ricevere alcuna risposta.
- Alcuni passeggeri hanno riferito di aver visto entrare un passeggero in cabina di pilotaggio (si trattava del meccanico fatto chiamare dal comandante). Ciò ha provocato ulteriore preoccupazione negli stessi.

- Alcuni passeggeri hanno riferito di aver indossato il giubbotto di salvataggio solo dopo aver visto la stessa hostess indossarlo.
- Alcuni passeggeri hanno gonfiato il giubbotto di salvataggio prima dell'ammarraggio, contrariamente alle precise istruzioni impartite, tramite un megafono portatile¹², dal capo cabina, che prevedevano di gonfiarlo solamente dopo l'ammarraggio e immediatamente prima di abbandonare l'aeromobile.
- Molti passeggeri, soprattutto coloro che avevano gonfiato il giubbotto all'interno dell'aeromobile, hanno riferito di averlo perduto a seguito dell'impatto con la superficie del mare.
- Quasi tutti i passeggeri ricordano di essersi ritrovati fuori l'aeromobile subito dopo l'impatto o di essere subito usciti attraverso le aperture prodottesi nella fusoliera.
- Tutti i passeggeri erano seduti con le cinture allacciate al momento dell'ammarraggio.
- I passeggeri seduti dalla fila 14 in poi ricordano un impatto caratterizzato da un forte boato e di essersi trovati sommersi dall'acqua immediatamente e di essere riemersi attraverso uno squarcio creatosi tra la parte centrale della cabina e la coda.
- Nessuno dei passeggeri ha riferito di aver sentito odore di carburante dopo l'ammarraggio, una volta in acqua.

1.5.4. Personale del servizio di manutenzione dell'operatore coinvolto nell'evento

1.5.4.1. Capo squadra

Maschio, 43 anni, di nazionalità tunisina. Licenza di manutentore aeronautico avionico categoria A, in corso di validità.

Dopo aver conseguito il diploma di elettrotecnico, dal 1980 al 1982 ha frequentato l'*École Aéronautique Civile et de Météorologie* (EACM), conseguendo il diploma di tecnico aeronautico specializzato in equipaggiamenti di bordo.

Nel 1983 ha iniziato a lavorare presso l'operatore coinvolto nell'evento.

Ha frequentato numerosi corsi di qualificazione su equipaggiamenti di velivoli B737, B727, A320 e ATR 42/72 (corso di manutenzione, impianti elettrici ed equipaggiamenti avionici, EGPWS SPZ-6600).

Il 5 agosto 2005 avrebbe dovuto effettuare un normale turno di lavoro aeroportuale, in qualità di capo-squadra, con orario di servizio 07.00-15.00 locali. Presentatosi regolarmente in servizio, ha effettuato, in qualità di meccanico di volo, le tratte Tunisi-Catania e Catania-Tunisi sul velivolo TS-LBB, in sostituzione di un collega presentatosi in ritardo. Rientrato a Tunisi intorno alle

¹² Unico sistema utilizzabile, compatibile con il tipo di emergenza in atto.

11.00 UTC, ha provveduto ad effettuare la ricerca a sistema di un FQI efficiente da sostituire sul TS-LBB, quando lo stesso sarebbe rientrato nel tardo pomeriggio. Egli ha effettuato la ricerca a video e la compilazione del buono di prelevamento del pezzo dal magazzino, in quanto solo la figura del capo-squadra era autorizzata a firmare tale documento. Egli ha poi lasciato il posto di lavoro con qualche minuto di anticipo rispetto al previsto ed il 6 agosto 2005 ha goduto di un turno di riposo. Nei giorni precedenti aveva lavorato regolarmente, senza superare i normali orari di servizio.

1.5.4.2. Tecnico manutentore che ha sostituito il FQI sul TS-LBB

Maschio, 33 anni, di nazionalità tunisina. Licenza di manutentore aeronautico avionico categoria A in corso di validità.

Ha frequentato l'*Ecole Militaire* tunisina e si è congedato dalle Forze armate nel 1997.

Ha iniziato a lavorare presso l'operatore del TS-LBB nel 2000, presso il quale ha frequentato, nello stesso anno, un corso di qualificazione MAS (acronimo di *Moteur, Système*), sull'aeromobile ATR 42/72.

Il 5 agosto 2005 ha effettuato il turno di lavoro pomeridiano. Nei giorni precedenti aveva lavorato regolarmente senza superare i normali orari di servizio.

1.5.4.3. Tecnico manutentore (meccanico) a bordo dell'aeromobile

Maschio, 40 anni, di nazionalità tunisina. Licenza di manutentore aeronautico avionico categoria A, in corso di validità.

Assunto dall'operatore coinvolto nell'evento nel 1997, ha frequentato un corso di qualificazione MAS su ATR 42/72.

Durante il transito a Bari, egli non ha effettuato alcun intervento manutentivo; ha solo assistito il rifornitore durante le operazioni di rifornimento prima della partenza.

Lo stesso era a bordo del volo di trasferimento da Tunisi a Bari (volo UG 152F), in quanto le procedure di compagnia prevedevano di effettuare il volo con un meccanico al seguito per svolgere operazioni manutentive a terra dove non fosse presente personale tecnico della compagnia stessa, come nel caso dell'aeroporto di Bari. Nel computo delle persone a bordo è considerato come un passeggero. Durante le operazioni di rifornimento dell'aeromobile, sia a Tunisi che a Bari egli ha assistito il rifornitore, ha firmato la relativa distinta di carburante ed ha consegnato copia della stessa al comandante.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Dati tecnico-amministrativi aeromobile

Tipo di aeromobile:	ATR 72.
Modello:	ATR 72-202.
Numero di costruzione:	258.
Anno di costruzione:	1992.
Data entrata in servizio:	25 marzo 1992.
Marche di immatricolazione:	TS-LBB.
Certificato di navigabilità:	valido fino al 27 dicembre 2005.
Data ultima ispezione maggiore (tipo C):	6 marzo 2004.
Ore di volo dopo l'ultima ispezione tipo C:	2572.
Cicli effettuati dopo l'ultima ispezione tipo C:	3269.
Data ultima ispezione minore (tipo A):	25 maggio 2005.
Ore di volo dopo l'ultima ispezione tipo A:	413,5.
Cicli effettuati dopo l'ultima ispezione tipo A:	512.
Proprietario:	Tuninter - 10 Rue de l'Artisanat - Z.I. La Charguia II 2035 Tunis - Carthage
Esercente:	Tuninter.

1.6.2. Dati tecnici generali TS-LBB

Configurazione:	70 posti.
Equipaggio di volo minimo:	2 (comandante e copilota).
Massa massima al decollo (MTOM):	21.500 kg.
Massa senza carburante (<i>Zero Fuel Mass</i>):	16.700 kg circa.
Carburante a bordo prima della partenza da Bari:	570 kg circa.
Massa effettiva al decollo da Bari:	17.250 kg circa.
Massa "fittizia" al decollo da Bari:	19.400 kg circa.

Nota: a solo titolo esplicativo, nel prosieguo della relazione si indicherà come "fittizia" la massa dell'aeromobile che l'equipaggio pensava di avere, in funzione delle indicazioni della quantità di carburante di circa 2700 kg. In realtà, la quantità di carburante effettivamente presente dopo il rifornimento a Bari era di circa 570 kg.

Apertura alare:	27,05 m.
Lunghezza:	27,17 m.
Altezza:	7,65 m.
Ore aeromobile totali:	29.893,50.
Cicli totali:	35.259.

La posizione del baricentro era nei limiti previsti. La configurazione della cabina passeggeri prevedeva 17 file con 4 posti e l'ultima fila, la n. 19, con due posti posizionati sulla sinistra del corridoio. I posti assegnati agli assistenti di volo, previsti per le fasi di decollo, atterraggio ed emergenza, erano uno in coda e l'altro nella parte anteriore dell'aeromobile. Nel caso in esame l'assistente di volo (hostess) era posizionata sullo strapuntino (*jump-seat*) anteriore con le spalle rivolte verso la cabina di pilotaggio ed il capo cabina occupava il posto posteriore con le spalle rivolte verso la coda dell'aeromobile.

In cabina di pilotaggio era anche presente uno strapuntino usualmente utilizzabile da personale autorizzato.

1.6.3. Informazioni relative al gruppo motopropulsore

L'aeromobile ATR 72 è equipaggiato con due motori a turbina Pratt & Whitney Canada (PWC) modello PW124B, ciascuno dei quali aziona, attraverso una scatola di riduzione dei giri, un'elica quadripala Hamilton Sundstrand (HS) modello 14SF-11.

Il motore è costituito da tre gruppi rotanti principali:

- compressore di bassa pressione (LPC) collegato mediante un albero alla turbina di bassa pressione (LPT);
- compressore di alta pressione (HPC) collegato alla turbina di alta pressione (HPT) mediante un albero coassiale al precedente;
- turbina di potenza a doppio stadio collegata, attraverso la scatola di riduzione giri, all'elica.

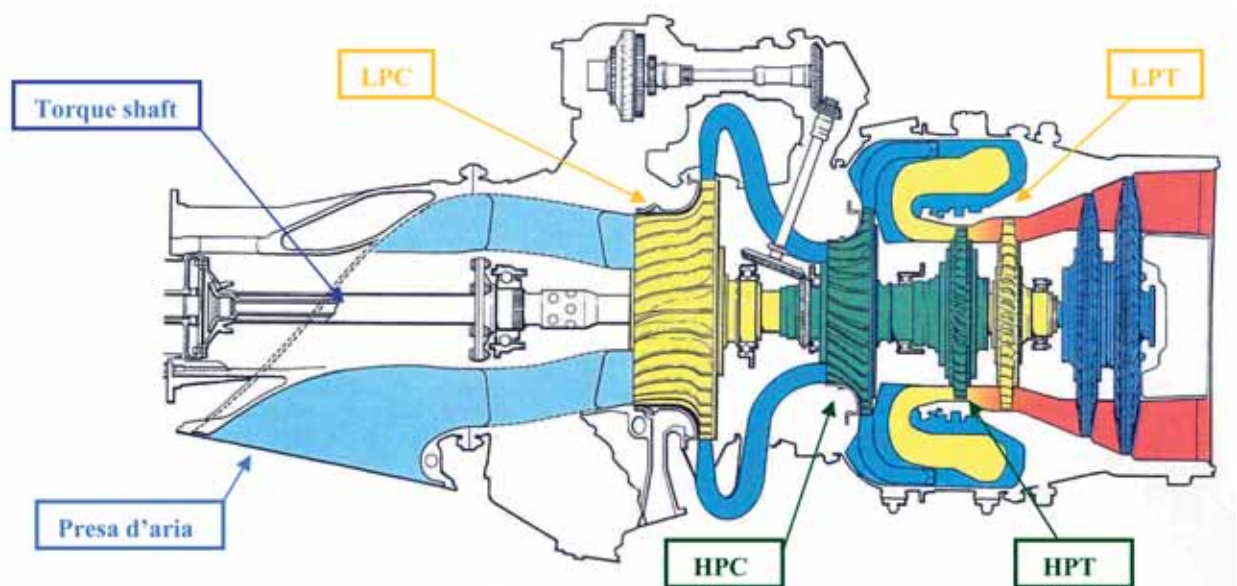


Figura 8: schema costruttivo motore famiglia PW100.

I tre alberi coassiali sono indipendenti l'uno dall'altro e ruotano in senso opposto ed a velocità diverse.

L'aria, aspirata dall'atmosfera attraverso la presa d'aria, passa nei compressori ed entra nelle camere di combustione. Il gas caldo generato dalla combustione del carburante attraversa le turbine di bassa ed alta pressione, che trasformano parte dell'energia posseduta dal gas nell'energia meccanica necessaria ad azionare i compressori. Le due turbine di potenza, infine, trasformano la residua energia del gas nell'energia meccanica necessaria all'azionamento dell'elica.

Questa particolare architettura del motore è detta a turbina libera, ed è caratterizzata dal fatto che la velocità dell'elica (misurata dal parametro NP) è indipendente da quella del gruppo compressore-turbina generatore di gas (velocità di rotazione dei compressori di bassa ed alta pressione misurate dai parametri NL e NH rispettivamente).

Le velocità dei tre alberi vengono espresse, per convenienza, come percentuale di un valore prefissato (100% NL = 28.800 giri/minuto, 100% NH = 34.200 giri/minuto e 100% NP = 20.000 giri/minuto; con un rapporto di riduzione di 16,67:1, si raggiunge una velocità di rotazione dell'elica di 1.200 giri/minuto).

Accensione del motore

Per avviare il motore occorre azionare lo starter elettrico che, montato sulla scatola ad ingranaggi, mette in rotazione il compressore e la turbina di alta pressione; quando i giri NH raggiungono un valore sufficiente (pari al 30%), inizia l'immissione di carburante nelle camere di combustione. Ponendo l'ENG START nella posizione prevista, si alimentano due candele che provvedono a innescare la combustione del carburante. Ulteriori dettagli sulla procedura di accensione sono riportati nel successivo paragrafo 1.18.4.2.

Prestazioni e comandi di interesse

La potenza normale di decollo è di 2150 hp, con possibilità di erogare in condizioni standard una potenza massima di 2400 hp in caso di avaria ad un motore. Il passo dell'elica è regolato da un'unità di controllo (Propeller Control Unit) che è in grado di variare il passo da -10° (*reverse*, spinta inversa) a 86,5° (*feather*-bandiera, condizione di minima resistenza all'aria e/o all'avanzamento).

I comandi per la regolazione della potenza sono posti sulla piantana centrale, in particolare è possibile distinguere:

- Power Levers (PL), attraverso le quali si controlla la potenza erogata dai motori (parametro PLA del FDR);

- Conditions Levers (CL), attraverso le quali si controllano i giri dell'elica (parametro NP del FDR) e la posizione della valvola di immissione del carburante ad alta pressione al motore (Fuel Shut Off).



Foto 3: comandi per la regolazione della potenza dei motori (PL a sinistra) e dei giri dell'elica (CL a destra).

I due comandi sono comunque strettamente collegati nelle diverse fasi di volo. In particolare, con l'elica a giri costanti, il movimento delle PL varia il passo dell'elica e a potenza costante il movimento delle CL varia il passo dell'elica e quindi il numero di giri.

Al suolo è possibile bloccare l'elica con un freno idraulico ed utilizzare la potenza dei motori per alimentare elettricamente e condizionare la cabina (*Hotel Mode*).

1.6.4. Motori ed eliche installati sul TS-LBB

Le due tabelle seguenti riportano i dati significativi relativi ai motori ed alle eliche installate sul velivolo TS-LBB al momento dell'incidente; le ore di funzionamento relative agli ultimi cinque voli effettuati prima del decollo da Bari derivano da una stima, per cui il dato effettivo potrebbe differire di qualche decina di minuti.

Posizione:	#1 (Sinistro o LH)	#2 (Destro o RH)
Costruttore e modello:	PWC – PW 124B	PWC – PW 124B
S/N:	124638	124557
Data di costruzione:	Marzo 1993	Marzo 1992
Ore e cicli totali:	18.159h - 21.435	21.513h - 25.510
Ultima revisione:	21 luglio 2004 a 16.766h	9 dicembre 2003 a 19.260h
Ore e cicli dopo ultima revisione:	1393h - 1768	2253h - 2863
Installato su TS-LBB il:	29 marzo 2005 a 17.421h	4 maggio 2004 a 19.260h
Ore e cicli dopo installazione:	738h - 942	2253h - 2863

Tabella 2: dati dei motori installati sul velivolo TS-LBB.

Posizione:	#1 (Sinistro o LH)	#2 (Destro o RH)
Costruttore e modello:	HS – 14SF-11	HS – 14SF-11
S/N:	911028	910107
Data di costruzione:	5 novembre 1991	29 gennaio 1991
Ore e cicli totali:	23.419h - 27.341	20.626h - 24.420
Ultima revisione:	19 gennaio 2001 a 17.547h	16 agosto 2002 a 17.655h
Ore e cicli dopo ultima revisione:	5872h - 7084	2971h - 3796
Installata su TS-LBB il:	11 maggio 2005 a 22.941h	19 novembre 2003 a 17.655h
Ore e cicli dopo installazione:	478h - n.d.	2971h - 3796

Tabella 3: dati delle eliche installate sul velivolo TS-LBB.

Motore sinistro S/N 124638

Dopo l'ultima revisione, effettuata presso un'organizzazione manutentiva approvata, il motore è stato installato, in data 19 settembre 2004, sul velivolo TS-LBC in posizione destra.

Il 12 gennaio 2005, dopo sole 655h di servizio, si è reso necessario lo sbarco del motore e l'invio in riparazione per un FOD (Foreign Object Damage, danno per ingestione di corpo estraneo). Dopo la rimessa in efficienza, il 29 marzo 2005, il motore è stato installato sul velivolo TS-LBB

in posizione sinistra. Dall'esame del *logbook* (quaderno tecnico di bordo) non sono emerse inefficienze significative correlabili all'evento, occorse nei giorni immediatamente precedenti l'evento stesso.

Motore destro S/N 124557

Il motore, dopo l'ultima revisione eseguita presso un'organizzazione manutentiva approvata, è stato installato sul velivolo TS-LBB in data 4 maggio 2004 in posizione destra. Le ispezioni previste dal programma di manutenzione approvato sono state regolarmente registrate. L'esame del *logbook* dell'aeromobile relativo ai giorni immediatamente precedenti l'evento non ha evidenziato l'insorgenza di inefficienze del motore in qualche modo correlabili all'evento stesso.

Eliche sinistra S/N 911028 e destra S/N 910107

L'esame della documentazione tecnica disponibile ha evidenziato che le ispezioni manutentive programmate erano state regolarmente effettuate alle scadenze previste da organizzazioni manutentive approvate. Nessun rilievo significativo correlabile all'incidente è emerso dall'esame del *logbook* dell'aeromobile relativo ai giorni immediatamente precedenti l'evento.

1.6.5. Impianto carburante ATR 72

In Allegato "E" è riportata una completa descrizione dell'impianto carburante, estratta dal FCOM (Flight Crew Operation Manual) dell'ATR 72. Di seguito vengono descritte alcune caratteristiche principali dell'impianto.

1.6.5.1. Descrizione e principali caratteristiche

L'impianto carburante è costituito principalmente dai seguenti sottosistemi:

- due serbatoi alari (ognuno alimenta il corrispondente motore) con una pompa elettrica ed una a getto (*jet pump*) presenti in ognuno di essi;
- il sistema di ventilazione;
- il sistema di indicazione carburante;
- il sistema rifornimento/svuotamento (*refuel/defuel*) con gli associati accessori per il controllo e indicazione.

I due serbatoi alari costituiscono parte essenziale della struttura alare ed hanno una capacità di 3185 litri (2500 kg con una densità del carburante pari a 785 kg/m³) ciascuno. La tabella 4 riassume quanto sopra specificato.

	per serbatoio	totale
Volume	3185 litri (840 US gal)	6370 litri (1680 US gal)
Massa	2500 kg (5512 libbre)	5000 kg (11.025 libbre)

Tabella 4: dati di volume e massa di carburante contenuta nei serbatoi alari.

Ogni serbatoio è dotato di un punto di rifornimento per gravità posto sulla sommità della rispettiva semiala (*overwing refueling cap*). Tra le due semiali (*wing center box*) sono contenute le tubazioni di carburante per il rifornimento a punto singolo e per l'alimentazione incrociata tra i due serbatoi (*crossfeed*).

In condizioni normali ogni motore è alimentato dal corrispondente serbatoio attraverso un pozzetto (*feeder*), sempre pieno di carburante, così da alimentare il motore anche in condizioni anormali, quali accelerazioni negative e assetti inusuali. L'alimentazione è assicurata, alla messa in moto dei motori, da una pompa elettrica. Dopo la messa in moto, la *jet pump* assicura l'alimentazione di carburante al motore. Nel caso in cui la pressione di alimentazione scenda sotto 5 psi (pari a circa 350 mbar), la pompa elettrica entra automaticamente in funzione per assicurare la corretta alimentazione.

Ogni semiala contiene anche due indicatori di livello magnetici (*dripstick*, foto 4), che consentono, a terra, la determinazione della quantità di carburante presente nei serbatoi attraverso un'astina graduata ed una tabella di conversione che tiene conto della densità del carburante e dell'assetto dell'aeromobile.



Foto 4: astina graduata (*dripstick*) per la verifica della quantità di carburante nei serbatoi alari.

1.6.5.2. Sistema di indicazione carburante

Il sistema fornisce all'equipaggio di volo le informazioni relative alla quantità di carburante presente nei due serbatoi alari, espressa in kg o in libbre, in funzione della versione dell'aeromobile. L'informazione è visualizzata sul Fuel Quantity Indicator (FQI) installato a bordo nella pian-tana centrale (*upper center instrument panel 4VU*).



Foto 5: ATR 72, pannello centrale strumentazione (FQI indicato dalla freccia).



Foto 6: Fuel Quantity Indicator (indicatore quantità carburante).

La stessa indicazione è ripetuta sul pannello di rifornimento centralizzato, posto sulla parte destra dell'aeromobile (vedere foto 10).

La quantità di carburante è misurata da sei sonde (*probe*) capacitive installate in ogni serbatoio alare. Esse sono fissate sulla superficie superiore della tanica e possono essere rimosse dall'esterno senza svuotare il corrispettivo serbatoio. Qualsiasi variazione nella quantità di carburante presente nel serbatoio determina una variazione della parte bagnata della sonda e conseguentemente una variazione della capacitanza. Tale valore di capacitanza viene inviato nel FQI che, in funzione della calibrazione (diversa tra la versione ATR 42 e ATR 72), elabora il segnale e visualizza sul display la quantità di carburante presente in ciascuno dei due serbatoi in kg o in libbre. In sostanza, il FQI elabora il segnale proveniente dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari in funzione di un algoritmo caratteristico per ciascun tipo di velivolo, dipendente dalla forma dei serbatoi, dalla loro dimensione e dal numero delle sonde.

I FQI tipo ATR 42 e ATR 72 sono identici sia dal punto di vista dimensionale che di installazione; pertanto, un FQI tipo ATR 42 potrebbe essere erroneamente installato su un velivolo ATR 72 e viceversa. L'unica differenza visibile tra i due FQI, quando montati sull'aeromobile, è rappresentata da una scritta di colore bianco indicante la quantità di carburante massima per serbatoio alare, riportata sul frontalino dello strumento, pari a "2500" per il FQI tipo ATR 72 e "2250" per il tipo ATR 42.



Foto 7: FQI ATR 42.



Foto 8: FQI ATR 72.

La differenza tra i FQI, quando non installati sull'aeromobile, è inoltre percepibile dalla diversa indicazione del P/N posto sulla targhetta identificativa, che è diverso a seconda che sia un FQI tipo ATR 72 o un FQI tipo ATR 42.

Indicazioni di basso livello (LO LVL)

Sul pannello frontale dello strumento FQI sono presenti due spie luminose indipendenti, con a fianco la dicitura “LO LVL”, che forniscono all’equipaggio l’avviso di basso livello carburante nei serbatoi destro e sinistro; all’accensione della spia, di colore ambra, è associato un avviso sonoro singolo (Single Chime, SC) e l’illuminazione della Master Caution (MC). In caso di basso livello della quantità di carburante, inferiore a 160 kg x 2:

- la spia ambra sul FQI si illumina;
- sul CAP (Centralized Alarm Panel) si illumina la spia ambra relativa al “fuel”;
- Master Caution + *aural warning* si attivano.

In accordo alla logica del sistema, l’accensione della spia LO LVL avviene quando la quantità di carburante è inferiore a 160 kg nel rispettivo serbatoio. Tale informazione è fornita dallo strumento FQI stesso, che, sulla base dei segnali provenienti dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari, calcola la quantità di carburante presente.

L’impianto carburante dell’aeromobile TS-LBB (tipo ATR 72-202) era dotato di un sistema di avviso di basso livello carburante direttamente dipendente dal sistema di indicazione, in quanto l’attivazione degli avvisi di basso livello carburante era comandata dallo strumento FQI. In altre parole, il segnale di basso livello è legato alla quantità che il FQI elabora sulla base dei segnali provenienti dai sensori capacitivi dei serbatoi alari.

La normativa di certificazione attualmente in vigore - rappresentata dalla “EASA Certification Specification 25 - Large Aeroplanes” (che sostituisce la precedente JAR-25), applicabile alla classe dei velivoli ATR 42 e ATR 72 - non prevede, in modo specifico, per l’impianto carburante, l’installazione di un sistema di avviso di basso livello indipendente dal sistema di indicazione della quantità carburante.

In Allegato “C” è riportata copia della documentazione relativa ai dettagli costruttivi ed installativi del FQI.

1.6.5.3. Modalità di rifornimento centralizzato

L’aeromobile può essere rifornito a pressione da un solo punto di rifornimento centralizzato (vedere foto 9) posto sulla carenatura inferiore del vano del carrello destro in modo automatico e manuale, come di seguito dettagliato. E’ possibile, inoltre, rifornire separatamente i due serbatoi alari per gravità attraverso due appositi punti di rifornimento (*filler cap*).

La tubazione relativa al punto di rifornimento centralizzato è collegata ad entrambe le valvole (destra e sinistra), relative a ciascun serbatoio, che sono comandate dal rispettivo FQI (il FQI è diviso in due sezioni, ognuna indica la quantità di carburante presente nel relativo serbatoio), in modo da bilanciare il carburante totale.



Foto 9: punto di rifornimento centralizzato.

Modo automatico (normale)

In modo automatico, la procedura prevede di selezionare la quantità desiderata utilizzando il selettore posto in basso a sinistra del pannello (foto 10). La quantità selezionata è la massa totale di carburante che si vuole sia presente nei serbatoi e non la quantità da aggiungere.

Poi, il selettore carburante (*fuel selector*) dovrebbe essere posto nella posizione “REFUEL” per iniziare le operazioni.

Due indicatori, posizionati in basso a destra del pannello, ripetono le indicazioni della quantità di carburante in chilogrammi effettivamente presente a bordo, come indicato dal FQI nel *cockpit*.

Alla fine della procedura entrambi i serbatoi alari conterranno la stessa quantità di carburante.

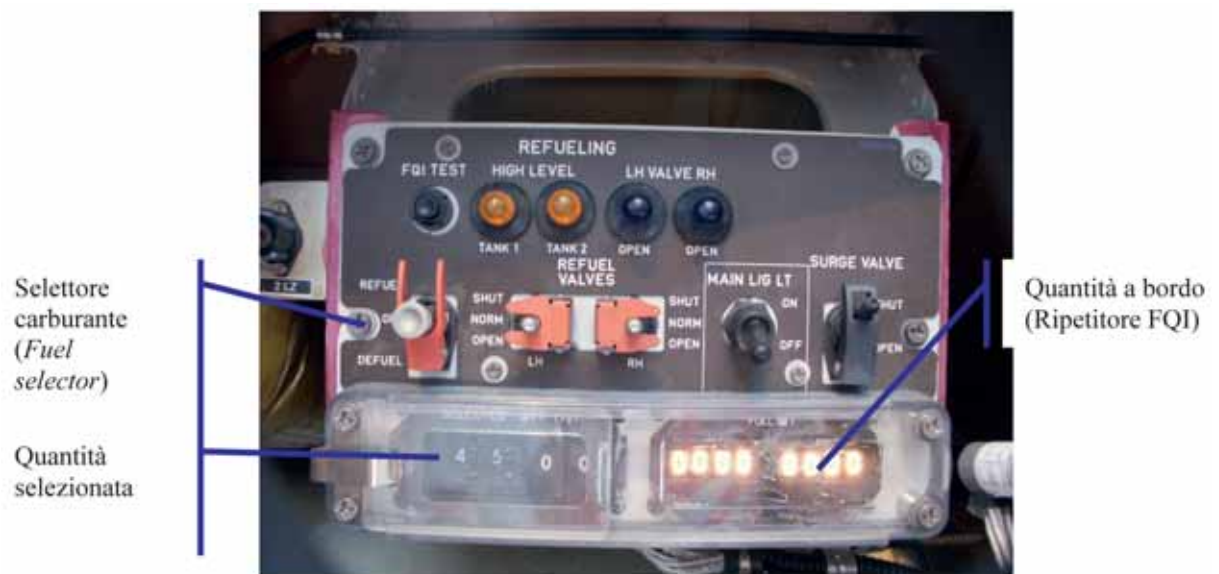


Foto 10: pannellino rifornimento centralizzato esterno.

Il rifornimento in modo automatico viene quindi effettuato preselezionando nel pannellino di rifornimento esterno la massa in chilogrammi di carburante che viene richiesta come *block fuel* (quantità di carburante prima della messa in moto). Nel momento in cui, secondo le indicazioni del FQI, viene raggiunta la quantità di carburante precedentemente selezionata, le valvole di rifornimento si chiudono ed il flusso di carburante viene interrotto.

Modo manuale

In modo manuale ogni valvola può essere forzata in posizione aperta o chiusa, in modo da permettere all'autobotte di rifornire uno dei due serbatoi per volta.

La quantità di carburante deve essere monitorata attraverso l'indicatore digitale del FQI, posto nel pannellino di rifornimento centralizzato (foto 10).

1.6.5.4. L'indicatore di consumo di carburante

Oltre che dal FQI, come ulteriore ausilio all'equipaggio di volo per la verifica e la determinazione della quantità di carburante consumata nel corso di un volo, vi è, uno per ogni motore, lo strumento integrato Fuel Flow/Fuel Used (FF/FU Indicator, in basso a destra nella foto 11). Il valore della quantità di carburante consumata è indicato in modo digitale nell'apposito display ed è ottenuto integrando i valori del parametro relativo al flusso di carburante del relativo motore (Fuel Flow). Il valore indicato da tale strumento è indipendente dall'indicazione del FQI, essendo direttamente ottenuto dall'effettivo consumo di carburante.



Foto 11: particolare pannello strumenti. Notare, in basso a destra, l'indicatore Fuel Flow (FF) e Fuel Used (FU).

1.6.6. Impianto elettrico

Due generatori a corrente continua (DC) azionati direttamente dai rispettivi motori forniscono la tensione di 28V necessaria per le utenze elettriche dell'aeromobile. La corrente alternata (AC a 115V e 400 Hz) è fornita da due *inverters* statici e, per le utenze che non richiedono una frequenza stabile, da due generatori AC azionati dalle eliche.

La distribuzione è realizzata attraverso un sistema di barre cui sono collegate le varie utenze. In caso di avaria elettrica ai due generatori, come può essere nel caso di doppio spegnimento dei motori, l'alimentazione elettrica è assicurata per le utenze essenziali da due batterie (*main battery* da 43 Ah e la *emergency battery* da 15 Ah).

La *main battery* alimenta una serie di utenze tra cui l'*engine start* ed il passo dell'elica. E' possibile pertanto, in caso di doppia avaria ai motori, la riaccensione e la possibilità di mettere in bandiera le eliche per minimizzare la resistenza all'avanzamento.

In caso di esaurimento della *main battery*, come per esempio a seguito di ripetuti tentativi di riaccensione dei motori, la *emergency battery* alimenta le utenze prioritarie.

Nel QRH, alla pagina 2.17, è riportata una tabella riassuntiva con indicazione delle utenze disponibili in funzione delle varie tipologie di avaria all'impianto elettrico, con riferimento alla disponibilità delle diverse barre elettriche di distribuzione (Allegato "B").

1.6.7. Sistema di avviso centralizzato

Il sistema di avvisi sonori e visivi (Centralized Crew Alerting System, CCAS) fornisce all'equipaggio di condotta l'avviso dell'esistenza di un malfunzionamento e configurazione anomala dell'aeromobile, segnalando l'eventuale azione correttiva.

Avvisi visivi

- Master Warning (MW) e Master Caution (MC): sono delle indicazioni lampeggianti che avvisano l'equipaggio di condotta della presenza di una avaria ad uno dei sistemi dell'aeromobile. In funzione del livello di gravità, potrà lampeggiare la MW o la MC (livello gravità minore rispetto alla MW).
- Crew Alerting Panel (CAP): è un pannello di spie luminose che ha lo scopo di fornire immediatamente all'equipaggio l'indicazione del sistema in avaria o la configurazione anomala dell'aeromobile.

Vi sono inoltre delle spie collocate vicino ai pannelli di controllo dei sistemi dell'aeromobile, che forniscono indicazioni sul sistema in avaria e sulle azioni necessarie per il ripristino (*local alert*).

Avvisi sonori

- Ripetitivo continuo (Continuous Repetitive Chime, CRC), associato alla accensione della Master Warning e di una spia di colore rosso sul Crew Alerting Panel.
- Singolo (Single Chime, SC), associato alla accensione della MC e di una spia ambra sul CAP. A titolo di esempio, l'accensione della spia "FEED LO PR" sul pannello relativo alle indicazioni dell'impianto carburante determina un avviso sonoro singolo (SC) e l'accensione della MC e FUEL sul CAP.

In particolari situazioni di volo e/o di funzionamento dei sistemi dell'aeromobile, vi sono degli altri tipi di avvisi sonori, in particolare in caso di avvicinamento allo stallo (*cricket*, suono intermittente), di disconnessione dell'autopilota (*cavalry charge*), ecc.

Livello degli avvisi

Gli avvisi sono classificabili in 4 livelli, di seguito brevemente descritti.

- Livello 3 (*Warnings*): definisce una situazione di emergenza, che richiede l'immediato intervento dell'equipaggio. In tale caso si accende la MW, la relativa luce rossa sul CAP, insieme ad un avviso sonoro (CRC).
- Livello 2 (*Cautions*): definisce una situazione anormale e non richiede comunque l'immediato intervento dell'equipaggio. In tale caso si accende la MC, la relativa luce ambra sul CAP, insieme ad un singolo avviso sonoro (SC).

- Livello 1 (*Advisories*): definisce una situazione che richiede solo un attento monitoraggio da parte dell'equipaggio. Tale condizione è identificata dall'accensione di una spia ambra, senza avvisi sonori.
- Livello 0 (*Information*): definisce un cambio di stato di un sistema o una situazione comunque anormale. Ad essa sono associate l'accensione di spie di colore bianco, blu e verde.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

I bollettini METAR relativi all'aeroporto di Palermo Punta Raisi delle ore 13.20 e 13.50 UTC del giorno 6 agosto 2005 riportavano rispettivamente:

- 13.20: vento da 330°, intensità 7 nodi, visibilità superiore ai 10 km, nuvolosità scarsa (FEW) a 2500 piedi, temperatura 29°C, temperatura di rugiada 16°C, QNH 1013 hPa;
- 13.50: vento da 320°, intensità 8 nodi, visibilità superiore ai 10 km, scarsa nuvolosità (FEW) a 2500 piedi, temperatura 28°C, temperatura di rugiada 16°C, QNH 1013 hPa.

Secondo quanto riportato nella documentazione fornita dalla Capitaneria di Porto di Palermo, le condizioni meteomarine, al momento dell'ammarraggio, nella zona di mare al largo di Palermo, erano caratterizzate da un vento teso proveniente da Nord-Ovest (NW), forza 4, stato del mare NW 3-4 (indici scala Douglas) e la direzione delle onde era per Sud-Est. La visibilità inoltre era buona ed il cielo sereno.

Lo stato del mare corrisponde, secondo la scala Douglas, ad una condizione di mosso (indice 3), molto mosso (indice 4), con un'altezza media delle onde compresa tra 0,50 e 1,25 metri (indice 3) e 1,25 e 2,50 metri (indice 4). Le condizioni del vento, secondo la scala Beaufort, corrispondono invece ad un vento moderato, con una velocità media di 11-16 nodi e l'effetto sul mare al largo è caratterizzato da onde piccole con tendenza ad allungarsi, di altezza probabile massima di 1,5 m ed un'altezza media di 1,0 m¹³.

Al fine di valutare l'eventuale influenza delle condizioni del vento in quota a partire dal livello di volo 230 al suolo, sono stati richiesti all'Aeronautica Militare Italiana i dati meteorologici

¹³ L'altezza probabile delle onde indica le condizioni che si possono generalmente incontrare in mare aperto ad una notevole distanza dalle coste.

significativi dalle 12.00 alle 15.00 UTC del giorno stesso dell'evento, nel settore compreso tra le seguenti coordinate geografiche:

A:	40° 00' 00" N	12° 00' 00" E;
B:	40° 00' 00" N	14° 00' 00" E;
C:	38° 00' 00" N	14° 00' 00" E;
D:	38° 00' 00" N	12° 00' 00" E.

In particolare, è stata fornita la seguente documentazione meteorologica, relativa al giorno 6 agosto 2005:

- messaggi SIGMET e AIRMET;
- avvisi di cenere vulcanica;
- analisi al suolo, 850 hPa e 500 hPa delle ore 12.00 UTC;
- immagini da satellite IR e VIS dalle ore 12.00 alle ore 15.00 UTC;
- analisi dei venti a 1000 hPa, 925 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa e 400 hPa, delle ore 12.00 UTC, per il settore sopra specificato.

I valori relativi alle condizioni del vento sono riferibili al quadrante relativo alla zona in cui l'aeromobile ha riportato le avarie ai motori; l'orario di riferimento è comunque alle ore 12.00 UTC, corrispondenti a circa 90 minuti prima dell'evento. I dati relativi alle ore 13.00 e 14.00 UTC non sono disponibili. Le carte dell'analisi sono state, in effetti, estratte dall'archivio del Centro europeo, dove vengono prodotte a scala europea e non italiana e ad intervalli di tempo di sei ore (e.g. 12.00 e 18.00 UTC).

Dall'analisi della documentazione sopra elencata si è desunto che le condizioni meteorologiche lungo la rotta seguita dall'aeromobile dal decollo da Bari fino al punto di ammaraggio erano caratterizzate da assenza di nubi, con visibilità superiore ai 10 km. Non vi era inoltre alcun avviso di cenere vulcanica che potesse interessare le zone sorvolate dall'aeromobile.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

Non vi sono state avarie ai sistemi di navigazione a terra e l'assistenza radar non ha evidenziato problematiche di alcun genere. Nella figura 9 è indicata, con colore blu, la rotta seguita dall'aeromobile, mentre, in colore rosso, è riportata quella prevista dal piano di volo (si è evidenziata solo quella di interesse, fino alla costa orientale della Tunisia).



Figura 9: schema raffigurante la rotta pianificata nel piano di volo (linea rossa) e quella effettivamente seguita dal TS-LBB (linea blu).

In funzione delle condizioni di traffico esistenti, il controllo del traffico aereo ha autorizzato TUI 1153 a procedere direttamente per i punti di riporto obbligatori LUNAR, AMANO e TUPAL, quest'ultimo localizzato tra la Sicilia e la costa orientale della Tunisia, senza sorvolare le radioassistenze di Sorrento, Palermo e Trapani, come previsto dal piano di volo.

Non erano in vigore NOTAM riguardanti avarie/inefficienze a carico delle radioassistenze interessanti la rotta o di altri servizi relativi all'assistenza a terra.



Figura 10: schema raffigurante la traiettoria del TS-LBB desunta dai dati del FDR.

1.9. COMUNICAZIONI

Le comunicazioni radio tra l'aeromobile e gli enti del controllo del traffico aereo interessati non hanno registrato problemi di carattere tecnico. Questo anche dopo l'avaria di entrambi i motori, quando TUI 1153 aveva disponibile un solo apparato VHF/COM, alimentato dalla batteria di emergenza.

TUI 1153 ha dichiarato per due volte emergenza (MAYDAY) quando era in contatto con il Centro di controllo regionale di Roma (Roma ACC). Avendo precedentemente dichiarato l'intenzione di dirottare sull'aeroporto di Palermo, veniva quindi istruito a contattare il Centro di controllo di avvicinamento di Palermo (Palermo APP). TUI 1153 ha comunicato, contestualmen-

te alla seconda dichiarazione di emergenza, di avere entrambi i motori in avaria (“*we lose both engines*”) ed ha richiesto di essere guidato con prue radar verso Palermo. Di conseguenza, il controllore di Roma ACC ha richiesto al TUI 1153 di cambiare frequenza per contattare Palermo APP per le istruzioni all’atterraggio. Egli non aveva ben compreso, in frequenza, la condizione di avaria ad entrambi i motori e, dal momento che non sarebbe stato in grado di assistere il TUI 1153 fino al completo atterraggio a Palermo, date le caratteristiche del radar d’area, ha deciso che l’azione migliore sarebbe stata quella di trasferire TUI 1153 a Palermo APP per il prosieguo del volo.

Le procedure operative ATC di carattere generale applicabili per la gestione delle situazioni di emergenza sono contenute nel capitolo 15 del Doc. 4444 ATM/501 (Air Traffic Management) dell’ICAO. Nello stesso documento è riportato che le situazioni di emergenza sono, in genere, caratterizzate da una serie di circostanze e condizioni che variano in funzione del tipo di emergenza stessa. Ciò rende difficile, quindi, stabilire delle dettagliate procedure operative da seguire. Ciò nonostante, la procedura normalmente prevista è quella di chiedere ad un aeromobile che ha dichiarato emergenza il tipo di avaria, allo scopo di poter coordinare eventuali azioni di soccorso. Nel Doc. 4444 citato è riportato inoltre che i cambi di frequenza dovrebbero, per quanto possibile, essere fatti soltanto quando possano garantire un servizio migliore all’aeromobile interessato.

1.10. INFORMAZIONI SULL’AEROPORTO

L’aeromobile era partito da Bari con destinazione Djerba, in Tunisia. L’aeroporto di Palermo era il più vicino all’aeromobile nel momento in cui si è verificata l’avaria dei due motori e l’equipaggio aveva chiesto ed ottenuto l’autorizzazione ad atterrare in emergenza.

Aveva stabilito, pertanto, il contatto radio con Palermo Avvicinamento, rimanendo sempre in contatto con quest’ultimo.

L’aeroporto di Palermo (codice ICAO LICJ) è situato in coordinate geografiche 38° 10’ 55” Nord 13° 05’ 58” Est, ad una altitudine media sul livello del mare di 19 metri. Tale aeroporto è dotato di due piste, la 02/20 (lunghezza 2074 metri, larghezza 45 metri) e la 07/25 (lunghezza 3326 metri, larghezza 60 metri). La seguente tabella riassume alcune delle caratteristiche di maggior interesse.

Codice ICAO	LICJ.
Codice IATA	PMO.
Altitudine slm:	19 m.
Posizione:	35 chilometri da Palermo.
Coordinate geografiche:	38° 10' 55" Nord. 13° 05' 58" Est.
Orientamento piste (QFU):	02/20. 07/25.
Assistenze luminose:	02: luci laterali di pista ad alta intensità, sistema luminoso ad alta intensità per l'avvicinamento, sistema ottico di planata (pendenza 3,0°); 20: luci laterali di pista ad alta intensità, luci identificazione pista, sistema luminoso ad alta intensità per l'avvicinamento, sistema ottico di planata (pendenza 3,0°), portata visiva della pista; 07: luci laterali di pista ad alta intensità, sistema luminoso ad alta intensità per l'avvicinamento, sistema ottico di planata (pendenza 3,0°); 25: luci laterali di pista ad alta intensità, sistema luminoso ad alta intensità per l'avvicinamento, sistema ottico di planata (pendenza 3,0°).
Radioassistenze:	sistema di atterraggio strumentale, radar di avvicinamento di precisione, apparato misuratore di distanza di 1ª categoria (testata 20 e 25), radiosentiero omnidirezionale (TVOR "PRS"), radar di avvicinamento di precisione, apparato misuratore di distanza (DME), localizzatore o radiofaro direzionale, radiogoniometro.
Radio frequenze:	Avvicinamento (APP): 120.2 e 118.65 MHz; Torre di controllo (TWR): 119.05 MHz.

Tabella 5: caratteristiche di interesse aeroporto di Palermo Punta Raisi.

Nel momento in cui l'aeromobile ha confermato le condizioni di emergenza e la possibilità di dover atterrare a Palermo, l'aeroporto è stato chiuso al traffico, in modo da permettere ai mezzi di soccorso di schierarsi ai lati della pista, che sarebbe stata utilizzata per l'eventuale atterraggio. Solo ad un volo commerciale operato con un B737 (come riportato in dettaglio nel successivo paragrafo 1.15.2.) è stato concesso di decollare alle 14.00 UTC circa (20 minuti dopo l'amaraggio), allo scopo di localizzare con esattezza il relitto e facilitare conseguentemente le operazioni di soccorso. In particolare, il comandante del B737 ha riferito a Palermo TWR di aver avvistato il relitto in una posizione riferita al TVOR/DME "PRS" sulla radiale 053°, distanza 22 NM. La radioassistenza TVOR/DME "PRS" è situata sull'aeroporto di Palermo.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

1.11.1. Descrizione degli apparati

L’aeromobile, al momento dell’incidente, era equipaggiato con i seguenti registratori di volo (FDR e CVR) e unità di acquisizione dati di volo (Flight Data Acquisition Unit, FDAU):

Registratore/FDAU	Costruttore e Modello	P/N	S/N
Cockpit Voice Recorder	Fairchild (ora L3-Com) A100A	93-A100-83	62067
Flight Data Recorder	Fairchild (ora L3-COM) F800	17M800-261	4612
Flight Data Acquisition Unit	SFIM	360A45182A13	539

Tabella 6: registratori di volo e unità di acquisizione dati.



Foto 12: targhetta identificativa CVR.



Foto 13: targhetta identificativa FDR.

Il CVR *Fairchild* A100A, installato nella parte posteriore sinistra della fusoliera, utilizza quale supporto di registrazione un nastro magnetico da 1/4” lungo 308 piedi che garantisce 30 minuti di registrazione. Il nastro si svolge ed avvolge su di un’unica bobina; il nastro, appena registrato, si avvolge all’esterno della bobina, mentre la parte meno recente viene estratta dall’interno, cancellata e nuovamente registrata (si vedano le foto 14 e 15).

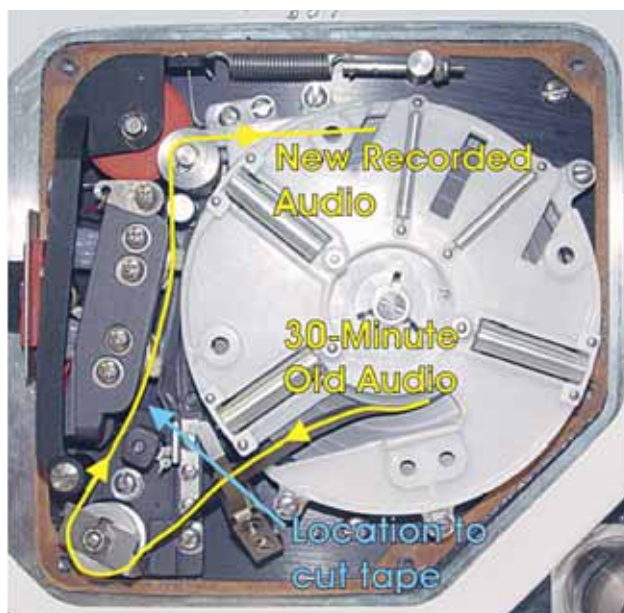


Foto 14: CVR tipo A100A nastro e testine.

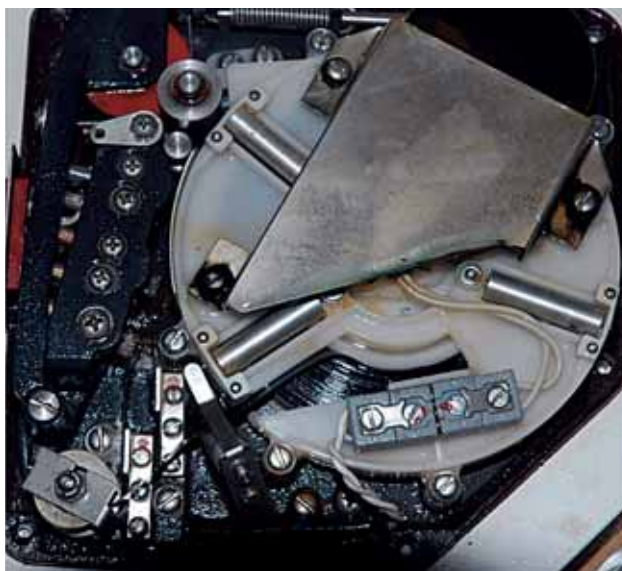


Foto 15: CVR TS-LBB (componenti interni).

L'apparato registra simultaneamente 4 tracce audio corrispondenti ai segnali provenienti dai seguenti canali:

- comunicazioni ai passeggeri/terzo ufficiale (denominato *Spare*);
- *Hot Mic* del copilota (denominato *Copilot*);
- *Hot Mic* del comandante (denominato *Pilot*);
- microfono di area in cabina di pilotaggio (denominato CAM).

Sulla parte anteriore del CVR, ed anche del FDR, è installato un dispositivo alimentato a batteria, denominato Underwater Locator Beacon (ULB); l'immersione dell'ULB provoca la chiusu-

ra di un interruttore sensibile all'acqua, che attiva l'emissione di un segnale acustico pulsante (37,5 KHz, 100 ms) per circa 30 giorni, allo scopo di facilitare la ricerca ed il recupero in acqua. Anche il FDR Fairchild F800 utilizza come supporto di registrazione dei dati di volo (traiettoria, velocità, assetto, potenza erogata dai motori, configurazione, ecc.) un nastro magnetico da 1/4", che si svolge e riavvolge su di un'unica bobina. I dati, acquisiti dalla FDAU ed opportunamente formattati, vengono registrati sequenzialmente su sei tracce disposte parallelamente lungo il nastro, consentendo di immagazzinare, nel caso specifico del velivolo TS-LBB, i dati relativi a più di 40 parametri per 25 ore di volo, con una frequenza di campionamento, variabile a seconda del parametro, compresa tra 0,25 e 8 volte al secondo.

1.11.2. Condizioni degli apparati

Il CVR è stato rimosso dal suo alloggiamento, situato nella parte posteriore destra della fusoliera, subito dopo il recupero del relitto, avvenuto il 28 agosto 2005.

Il FDR, invece, è stato individuato sul fondo del mare separato dalla fusoliera e recuperato il 30 agosto 2005.



Foto 16: FDR (in primo piano) e CVR recuperati.

I due registratori sono stati immediatamente lavati con acqua dolce per poi essere immersi in acqua distillata, ove sono stati mantenuti fino al momento della loro apertura, avvenuta il 10 settembre 2005 presso i laboratori dell'ANSV.



Foto 17: conservazione FDR e CVR in acqua distillata.

Entrambi gli apparati erano in discrete condizioni generali, senza evidenze di danni da impatto e fuoco.



Foto 18: CVR, condizioni esterne. In primo piano, si noti l'ULB.

I nastri, in particolare, erano regolarmente posizionati nel loro alloggiamento; entrambi presentavano tracce di contaminazione da acqua di mare, fango e sostanze oleose. Durante le operazioni di smontaggio e rimozione dei nastri è stata riscontrata, però, la forte adesione degli stessi alle testine di registrazione, circostanza che ha richiesto l'adozione di particolare cautela per ottenerne il distacco.

L'esame del nastro del CVR ha evidenziato la presenza di due giunture, oltre a quella normalmente prevista, di cui una erroneamente applicata sul lato di registrazione; considerata la lunghezza della giuntura (circa 1,2 cm) e la velocità di avanzamento del nastro (pari a 4,8 cm/sec), essa ha comportato la perdita di circa 1/4 di secondo di registrazione.

E' stata effettuata una verifica circa la provenienza e la storia manutentiva del CVR tipo A100A S/N 62067; da essa è emerso che il CVR è entrato nel circuito logistico delle parti gestite dall'operatore del TS-LBB alla fine dell'anno 2001, al termine del contratto di locazione ad un esercente britannico di un velivolo ATR 42. Nel febbraio 2003 il CVR è stato sottoposto a revisione presso una società di manutenzione approvata ed è stato installato sul velivolo TS-LBB il 23 febbraio 2005.

1.11.3. Operazioni di lettura e decodifica dei dati

Al termine delle operazioni di pulizia ed asciugatura dei due nastri magnetici è stato effettuato il *playback* del nastro del CVR e l'acquisizione delle quattro tracce audio, ottenendo quattro file in formato *.wav di buona qualità.

E' stato poi effettuato il *playback* del nastro del FDR, la conversione della forma d'onda in codice binario e l'acquisizione dei dati, ottenendo, alla fine di tale processo, sei *files*, uno per ciascuna traccia, di dati cosiddetti grezzi (*raw data*). I dati grezzi sono stati elaborati convertendoli nelle unità ingegneristiche (nodi, piedi, gradi, ecc.) associate ai singoli parametri, sulla base della documentazione di configurazione (*data frame layout*) fornita dall'esercente e dal costruttore. È stato quindi individuato il set di dati relativi al volo conclusosi con l'incidente; questi erano registrati nella traccia 1 e contenevano circa 4580 secondi (dall'accensione all'impatto). L'analisi dei dati ha evidenziato, in tale intervallo, la mancanza di 37 *subframe* (1 *subframe* corrisponde ad un secondo). Ciò ha determinato un rateo di sincronizzazione pari al 99,2%.

È stato necessario elaborare ulteriormente i dati per correggere alcuni errori causati dalla scarsa qualità della registrazione di questo tipo di FDR; essa è infatti influenzata da fattori quali variazioni della velocità di avanzamento del nastro, vibrazioni e incremento della distanza tra testine di registrazione e nastro.

Si è infine proceduto ad una verifica circa la congruità dei dati acquisiti. Gli ultimi dati considerati validi sono stati registrati alle 13.35.39 UTC (tempo FDR), circa 1 minuto prima dell'impatto dell'aeromobile con la superficie del mare.

In Allegato "H" sono riportati alcuni grafici dei parametri di interesse più significativi.

1.11.4. Sincronizzazione dei dati CVR, FDR e ATC

La sequenza degli eventi è stata ricostruita sulla base delle informazioni provenienti da diverse sorgenti (registrazione delle comunicazioni T/B/T di Palermo APP, dati registrati dal FDR, dal CVR, dati radar forniti da Brindisi ACC, ecc.), ciascuna delle quali utilizza un diverso riferimento temporale.

Si è ritenuto conveniente assumere, quale riferimento comune, il tempo UTC delle comunicazioni T/B/T di Palermo APP.

La sincronizzazione tra i dati FDR ed il tempo UTC di Palermo APP è stata ricavata correlando gli azionamenti del tasto MIC VHF (parametro registrato dal FDR) e le corrispondenti comunicazioni T/B/T effettuate dall'equipaggio e registrate dagli apparati ENAV SpA. I due tempi sono legati dalla seguente relazione:

$$t_{(APP\ PA)} = t_{FDR} + 1'28''$$

La correlazione tra i dati radar ENAV SpA, forniti da Brindisi ACC, e i dati FDR è stata ricavata confrontando le curve della quota in funzione del tempo. La migliore sovrapposizione delle due curve si ha per:

$$t_{(ACC\ BR)} = t_{FDR} + 1'42''$$

Nella tabella seguente è esemplificata la correlazione temporale di alcuni eventi significativi.

t_(APP PA)	t_{FDR}	t_(ACC BR)	Comunicazione T/B/T	Note
13.24.50	13.23.22	13.25.04	<i>Raisi APP TUI 1153 with you.</i>	Primo contatto con Palermo APP.
13.29.35	13.28.07	13.29.49	<i>Is there any other terrain please nearest than that?</i>	Richiesta di un alternato più vicino di Palermo.
13.34.00	13.32.32	13.34.14	<i>I think are we are not able, we are not able to reach the terrain. We are 4.000 ft and we are not able... we lose both engines. Can you send for us helicopters or something like that?</i>	L'equipaggio comunica di non essere in grado di raggiungere Palermo.
13.36.25	13.34.57	13.36.39	<i>Unable to reach the field, Tuninter 1153. Unable to reach... the field. We have two boats on the left side...big boats, we'll try to land...to ditch near them... if you can call them, please.</i>	Ultimo azionamento MIC registrato dal FDR.
13.37.08	13.35.39	13.37.21		Ultimo dato valido registrato dal FDR.
13.38.05	13.36.36	13.38.18		Termine della registrazione del CVR.

Tabella 7: correlazione temporale alcuni eventi.

La sincronizzazione tra le tracce audio del CVR, i dati del FDR e le comunicazioni T/B/T ha richiesto un'ulteriore elaborazione dei file audio, necessaria a correggere la distorsione temporale della durata della registrazione dovuta allo scostamento, rispetto al valore nominale (400 Hz, 115 VAC), della frequenza della corrente di alimentazione del CVR.

1.11.5. Elementi significativi emersi dall'esame del CVR e del FDR

Le evidenze emerse dal CVR in ordine alle conversazioni ed ai suoni registrati nella cabina di pilotaggio sono state utili alla ricostruzione dei fatti, esposta nel paragrafo 1.1. Tutti gli orari sono riferiti a quelli di Palermo APP.

Il FDR inizia a manifestare anomalie nella registrazione dei dati alle 13.34.54 UTC (quota aeromobile circa 3.000 piedi).

Gli ultimi dati ritenuti attendibili sono stati registrati alle 13.37.08 UTC (quota 728 piedi). A partire da quel punto e fino all'impatto gli unici dati disponibili relativi alla traiettoria del velivolo sono desumibili dai dati radar, con le approssimazioni insite in questo tipo di dati. Si presume che il FDR non sia stato in grado di funzionare correttamente a seguito della diminuzione della tensione della batteria principale, come già detto in precedenza.

La registrazione del CVR, invece, termina alle 13.38.05 UTC (tempo ATC), orario al quale si ritiene essere avvenuto l'impatto con la superficie del mare.

Ricostruzione animata evento

Con l'ausilio di un programma in dotazione ai laboratori dell'ANSV è stato possibile realizzare un'animazione del volo interessato a partire dal decollo da Bari fino al momento dell'ammarraggio. In particolare, sono stati riprodotti alcuni degli strumenti presenti in cabina di pilotaggio, ivi incluso l'indicatore di carburante (FQI). Per quest'ultimo sono state riprodotte due immagini con la dicitura “*Indicated*” e “*Actual*”, che rappresentano, rispettivamente, la quantità di carburante effettivamente indicata dal FQI e quella realmente presente nei serbatoi alari. I valori del FQI sono stati ricavati dai parametri di flusso carburante (*fuel flow*) e non sono registrati direttamente dal FDR. I parametri di volo visualizzati sono, invece, quelli registrati dal FDR. I fermo-immagine sotto riportati rappresentano quanto appena descritto.

Nota: l'animazione è basata sui dati del FDR e serve soltanto per aiutare a comprendere meglio la dinamica dell'evento. Qualsiasi conclusione basata sulla stessa animazione dovrebbe essere rivista alla luce delle limitazioni con la quale è stata realizzata.



Figura 11: aeromobile allineato per il decollo in testata pista 07 dell'aeroporto di Bari.



Figura 12: aeromobile dopo il decollo.



Figura 13: spegnimento motore destro.



Figura 14: aeromobile nella fase di discesa con entrambi i motori spenti.

Sono stati inoltre realizzati alcuni *files* in formato “.avi” (Allegato “I”), riproducibili con software commerciali, che rappresentano diversi tipi di ricostruzioni animate con inizio dal decollo da Bari fino all’ammarraggio del velivolo.

1.12. ESAME DEL RELITTO

1.12.1. Posizione geografica del relitto

La parte centrale dell’aeromobile (semiali, motori e parte fusoliera centrale), rimasta in superficie, è stata recuperata il giorno stesso dell’evento in coordinate geografiche 38° 24’.16 N e 013° 27’.30 E.

Come già riportato nel precedente paragrafo 1.3., al momento dell’impatto con la superficie del mare l’aeromobile si è spezzato in tre tronconi principali (si veda figura 6). Dalle dichiarazioni rilasciate dai passeggeri e dalle testimonianze degli equipaggi dei mezzi aerei intervenuti circa 25-30 minuti dopo l’ammarraggio si è accertato che tutto il relitto, sebbene diviso in tre parti, era in parte semisommerso (circa 2-3 metri di profondità), con le semiali che affioravano dalla superficie del mare. Tale circostanza è stata confermata dal comandante dell’aeromobile B737 che ha effettuato un sorvolo sul luogo dell’evento, comunicando alla Torre di controllo di Palermo la posizione del relitto. Dalla foto 19, inoltre, effettuata dal primo elicottero intervenuto, si può chiaramente notare la parte posteriore dell’aeromobile affiorare dalla superficie del mare, assieme alle semiali. La prua del relitto è orientata per 040°/050°.



Foto 19: vista del relitto all’arrivo del primo elicottero di soccorso.

Dopo circa 30-35 minuti, prima dell'arrivo dei soccorsi via mare, la parte anteriore e quella posteriore sono affondate, mentre la parte centrale è rimasta a galla. Alcuni passeggeri sono saliti sulle semiali e vi sono rimasti fino all'arrivo dei soccorsi. In particolare, è da rilevare che la parte terminale del tronco di coda (*tail cone*) si è staccata a seguito dell'impatto, è rimasta a galla ed è stata successivamente recuperata.

La tabella 8 riproduce, in dettaglio, le coordinate, così come formalmente riportate nella documentazione acquisita dall'ANSV, della posizione del relitto, unitamente all'orario UTC di riferimento e del FDR nelle varie fasi di interesse.

Data	LATITUDINE (N)	LONGITUDINE (E)	ORARIO (UTC)	Note
06 agosto 2005	38° 24'.110	013° 29'.4	13.52	Coordinate comunicate da TWR al 12° MRSC - Sala Operativa Capitaneria di Porto.
06 agosto 2005	38° 24' 29''	013° 30' 31''	13.57.45	Coordinate comunicate da TWR al B737 che è decollato da Palermo dopo l'ammarraggio del TS-LBB.
06 agosto 2005	38° 23' 35''	013° 27' 01''	14.10	Coordinate rilevate da elicottero del 118 marche I-BRMA. Primo elicottero giunto sul luogo dell'evento. Il tronco di coda e la parte anteriore della fusoliera erano ancora a galla.
06 agosto 2005	38° 22' 51''	013° 28' 08''	15.26	Aggiornamento coordinate da elicottero del 118; il relitto si sposta verso SE.
28 agosto 2005	38° 23.48	013° 27.60	-----	Posizione del relitto (troncone di coda) a circa 1500 metri di profondità. Nelle immediate vicinanze sono stati rinvenuti altri vari resti del relitto, tra cui la cabina di pilotaggio. (Dato comunicato dalla Marina Militare Italiana)
29 agosto 2005	38° 23.42	013° 27.15	-----	Posizione FDR. (Dato comunicato dalla Marina Militare Italiana)

Tabella 8: coordinate geografiche relitto e FDR.

I rilevamenti effettuati dalla Marina Militare Italiana e dal Ministero dei Trasporti-Capitaneria di Porto di Palermo confermano che la posizione del relitto era localizzata all'interno delle acque territoriali italiane.

1.12.2. Recupero del relitto

La parte centrale comprensiva delle semiali con relativa parte di fusoliera e dei motori è stata recuperata il giorno stesso dell'evento da parte delle Autorità portuali con il coordinamento della Capitaneria di Porto. Tale parte, posta provvisoriamente su una banchina del porto di Palermo (da foto 20 a foto 23), è stata successivamente trasportata e custodita, insieme alle altre parti del relitto recuperate dal fondo del mare, in un hangar dell'aeroporto militare di Palermo Bocca di Falco. Il relitto è stato posto sotto sequestro da parte dell'Autorità giudiziaria competente e gli accertamenti tecnici effettuati sullo stesso e su alcuni componenti sono stati coordinati dai consulenti tecnici nominati dalla medesima Autorità giudiziaria. Il personale dell'ANSV ha potuto partecipare, comunque, come osservatore, a gran parte delle operazioni peritali condotte successivamente. Gli aspetti specifici di coordinamento con l'Autorità giudiziaria sono riportati in dettaglio nel successivo paragrafo 1.18.1. della presente relazione.

1.12.3. Ispezioni visive sul relitto

La prima ispezione visiva delle semiali e dei motori con parte della fusoliera centrale è stata effettuata, nel porto di Palermo, subito dopo il recupero.

Nell'immediatezza del recupero dal fondo del mare, è stata effettuata un'ispezione visiva delle restanti parti del relitto: parte posteriore e anteriore della fusoliera, comprensiva della cabina di pilotaggio.

Altre ispezioni sono state effettuate dopo che il relitto è stato ricoverato in un hangar dell'aeroporto militare di Palermo Bocca di Falco.

Dalle sopra citate ispezioni è emerso quanto di seguito riportato.

Ispezioni sulla banchina del porto di Palermo subito dopo il recupero della parte centrale

Semiali, motori, parte fusoliera centrale.

Il relitto presentava ampi squarci nella parte inferiore. Il carrello principale risultava fuoriuscito dal vano di contenimento e presentava varie fratture da impatto.

Le semiali si presentavano integre e non sono stati riscontrati segni di impatto con la superficie del mare e/o evidenti segni di danneggiamento. La sezione centrale di fusoliera risultava tranciata lungo due linee di rottura e non presentava evidenze di fenomeni di fatica e/o di corrosione.

Sezione centrale corpo fusoliera.

- Carrello principale in posizione estesa.
- Gran parte dei componenti del sistema idraulico presenti.
- Entrambe le *up-lock boxes* (L/H e R/H) in posizione aperta.

Semiala destra (wing R/H side).

- Spoiler in posizione estesa.
- Flap retratti (posizione di 0°).
- Parte dei flap e del bordo d'attacco sono stati danneggiati durante le operazioni di recupero effettuate con l'utilizzo di una cima per il traino in acqua dal punto di ritrovamento fino al porto di Palermo.
- Entrambi i *dripstick* (astine magnetiche graduate utilizzate per la verifica della quantità di carburante nei serbatoi alari), interno (*inner*) ed esterno (*outer*), si presentavano in buone condizioni.
- Punto di rifornimento per gravità in buone condizioni: assenza di corrosione e filtro in buono stato.
- Zona apertura pannello accesso serbatoio (*feeder tank*): assenza di contaminazione e presenza di acqua e carburante (o almeno di due fluidi di diversa densità) nel serbatoio; nessun danno visibile alle tubazioni interne.
- Presenza di acqua nel serbatoio alare, probabilmente penetrata dalla presa d'aria NACA (ventre semiala) durante la permanenza in acqua dopo l'ammarraggio.



Foto 20: parte fusoliera centrale con semiali.

Semiala sinistra (wing L/H side)

- Spoiler in posizione estesa.
- Flap retratti (posizione di 0°).
- 2/3 tab alettone danneggiato.
- Astina magnetica graduata interna (*inner magnetic dripstick*) non accessibile data la posizione del relitto; astina esterna (*outer magnetic dripstick*) rotta e lettura considerata non accurata.
- Parte dei flap e del bordo d'attacco sono stati danneggiati durante le operazioni di recupero, come per la semiala destra.
- Punto di rifornimento per gravità in buone condizioni: assenza di corrosione e filtro in buono stato.
- Presenza di acqua nel serbatoio alare, probabilmente penetrata dalla presa d'aria NACA durante la permanenza in acqua dopo l'ammarraggio.

Motore sinistro (n. 1) – Motore destro (n. 2)

- Notevole presenza di corrosione su diversi componenti, dovuta all'azione dell'acqua del mare con cui sono stati in contatto. Gli stessi motori sono stati immediatamente trattati con acqua dolce allo scopo di limitare eventuali fenomeni corrosivi sui componenti.
- Alcune pale dell'elica, a contatto con il suolo, si sono visibilmente piegate.
- Fuel Control in posizione chiusa (Shut Off) sul MFCU.
- Nessuna perdita visibile di fluido dai componenti ed accessori.
- Nessuna evidenza di rottura della linea di alimentazione del carburante.
- Filtro di bassa pressione rimosso e verificato lo stato, senza rilevare tracce di contaminazione esterna.



Foto 21: motore destro, notare la posizione delle eliche in bandiera (linea rossa).

Nel corso delle operazioni effettuate sono stati contestualmente prelevati, da parte della competente Autorità giudiziaria, dei campioni di fluido dai serbatoi alari e dei campioni di olio dei motori per le successive analisi di laboratorio. Sono state inoltre rimosse entrambe le scatole di controllo elettronico dei motori (Electronic Engine Control, EEC) per la decodifica delle informazioni in esse contenute relativamente alle eventuali avarie dei motori.



Foto 22: parte fusoliera centrale con semiali nel porto di Palermo.



Foto 23: parte fusoliera centrale con semiali nel porto di Palermo, particolare sezione centrale.

Ispezione effettuata subito dopo il recupero della parte posteriore e di quella anteriore del relitto

Le operazioni di recupero del relitto sono descritte in dettaglio nel paragrafo 1.15.1.3. Alle ore 22.30 circa locali del 28 agosto 2005 è stata recuperata gran parte dei resti dell'aeromobile tra cui i seguenti.

a) Troncone di coda della lunghezza di 11 metri circa, con i relativi impennaggi orizzontali e verticali. All'esterno era evidente un vasto squarcio nella zona inferiore. La parte terminale del cono di coda (*tail cone*) era mancante; è stata, in effetti, recuperata in superficie lo stesso giorno dell'evento da parte delle squadre di soccorso.



Foto 24: posizionamento del relitto sul ponte della nave.



Foto 25: resti del relitto recuperati e posizionati sul ponte della nave.

All'interno erano rilevabili notevoli danni strutturali. La paratia divisoria (*pressure bulkhead*) tra la zona pressurizzata di cabina e la coda presentava un ampio squarcio diagonale (vedere foto 34 e 61). Gli impennaggi non presentavano deformazioni significative. Il CVR veniva rinvenuto nel suo alloggiamento. Esso è stato rimosso e immediatamente lavato con acqua dolce e poi immerso in un contenitore pieno di acqua distillata; l'alloggiamento del FDR si presentava danneggiato nei supporti e l'apparato non era presente (foto 61).



Foto 26: CVR nel suo alloggiamento a bordo dell'aeromobile.



Foto 27: CVR recuperato a bordo dell'aeromobile immerso in acqua distillata.

Come sarà descritto in seguito, il FDR veniva localizzato e recuperato successivamente dal fondo del mare. Anche il FDR è stato, una volta riportato in superficie, immediatamente lavato ed immerso in acqua distillata allo scopo di evitare che i processi di ossidazione potessero compromettere la qualità dei dati registrati. Entrambi i registratori sono stati, poi, posti sotto sequestro da parte della competente Autorità giudiziaria.

b) Cabina di pilotaggio e parte della zona anteriore della fusoliera. La cabina di pilotaggio si presentava estesamente danneggiata, in particolare compressa e deformata, per cui risultava praticamente impossibile l'accesso al suo interno. Con un primo sopralluogo, effettuato appena è stato possibile riuscire a penetrare nell'ammasso di rottami, venivano rilevate la posizione di alcuni comandi e le indicazioni degli strumenti più significativi. In particolare:

- ADI (orizzonte) *stand-by*: circa 13/14° UP e minima inclinazione a destra (circa 2/3°);
- altimetri: 10 piedi (lato sinistro comandante), 6780 piedi (lato destro copilota);
- anemometri: 115 nodi (lato sinistro comandante), fondo scala strumento (lato destro copilota);
- altimetro *stand-by*: 3000 piedi;
- anemometro *stand by*: 0 nodi;
- Power Levers: ~45% sinistra (sx), ~50% destra (dx);
- Condition Levers: MIN RPM sx ; ~50% dx;
- orologio: parte sinistra 13.39'18"; parte destra 13.47'00";
- indicatore posizione flap: ~ 0°;
- leva carrello di atterraggio (*landing gear lever*): UP (corrispondente alla posizione di carrello represso).

La colonna dei comandi di volo era completamente deformata ed i seggiolini in cabina di pilotaggio si presentavano distrutti.

La foto 28, effettuata subito dopo il posizionamento del relitto sul ponte della nave, evidenzia in effetti come la leva del carrello fosse in posizione UP. Si è rilevato, inoltre, che dopo le operazioni di rimozione l'indicatore analogico della posizione dei flap risultava indicare 30°.



Foto 28: parte pannello strumenti TS-LBB dopo il recupero (notare, al centro della foto, la posizione della leva carrello in posizione “UP”).

L'indicatore di carburante (Fuel Quantity Indicator) era ancora nel suo alloggiamento in cabina di pilotaggio. La foto 29 mostra la parte frontale dello strumento, dove è visibile la dicitura 2250 kg, la quale indica la capacità massima di carburante per ogni serbatoio alare. In effetti, la dicitura 2250 kg è relativa agli indicatori utilizzati dal tipo ATR 42. Le successive verifiche hanno confermato che, in effetti, il FQI installato era del tipo di quelli previsti sull'ATR 42.



Foto 29: FQI installato a bordo del TS-LBB (istantanea video effettuato subito dopo il recupero).

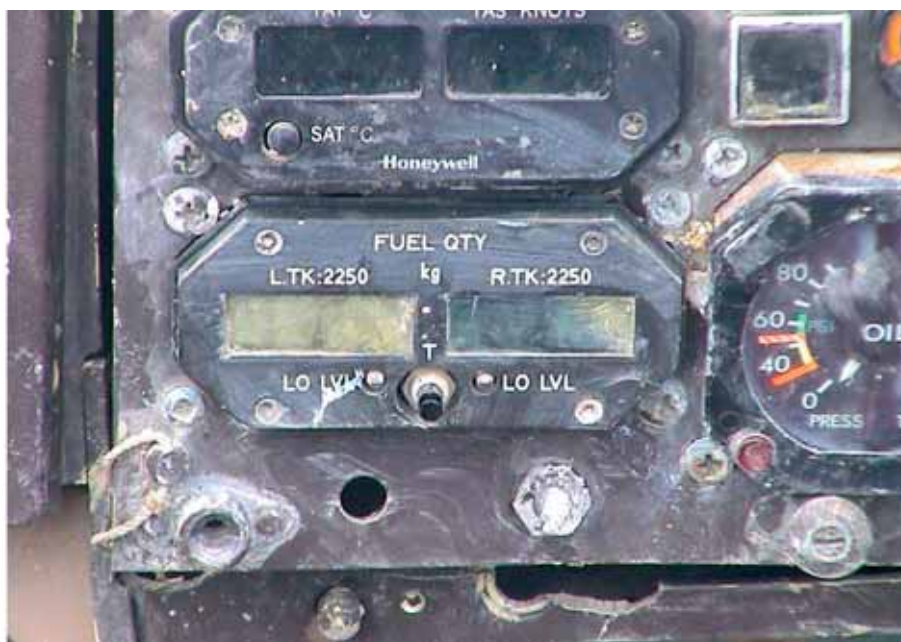


Foto 30: pannello frontale del FQI rinvenuto sul relitto. Notare le diciture “2250” corrispondenti ad un FQI tipo ATR 42.

Analisi relitto dopo il ricovero presso l’aeroporto militare di Bocca di Falco

Sezione posteriore o di coda

Non sono state effettuate delle prove specifiche su parti strutturali del relitto; la maggior parte delle sezioni di rottura presentavano le tipiche caratteristiche di sollecitazione da sovraccarico. Non sono state riscontrate evidenze di fenomeni di fatica e di corrosione.

Come visto in precedenza, per la parte relativa al troncone di coda, le rotture sono localizzate in corrispondenza della zona tranciata, collegata alla restante parte della fusoliera dell’aeromobile. Non vi sono dei danneggiamenti rilevanti nella zona degli impennaggi.



Foto 31: parte relitto posizionato in hangar a Bocca di Falco.



Foto 32: parte posteriore relitto posizionata all'aeroporto di Bocca di Falco, vista laterale sinistra.

La parte posteriore risultava essere fortemente danneggiata e la deformazione, con conseguente rottura della paratia che divide la zona pressurizzata da quella non pressurizzata, è indice di un forte impatto subito dall'aeromobile con la superficie del mare. La parte posteriore, infatti, è completamente crollata, mentre la zona relativa ai seggiolini risultava pressoché integra.



Foto 33: parte posteriore relitto, vista laterale destra.

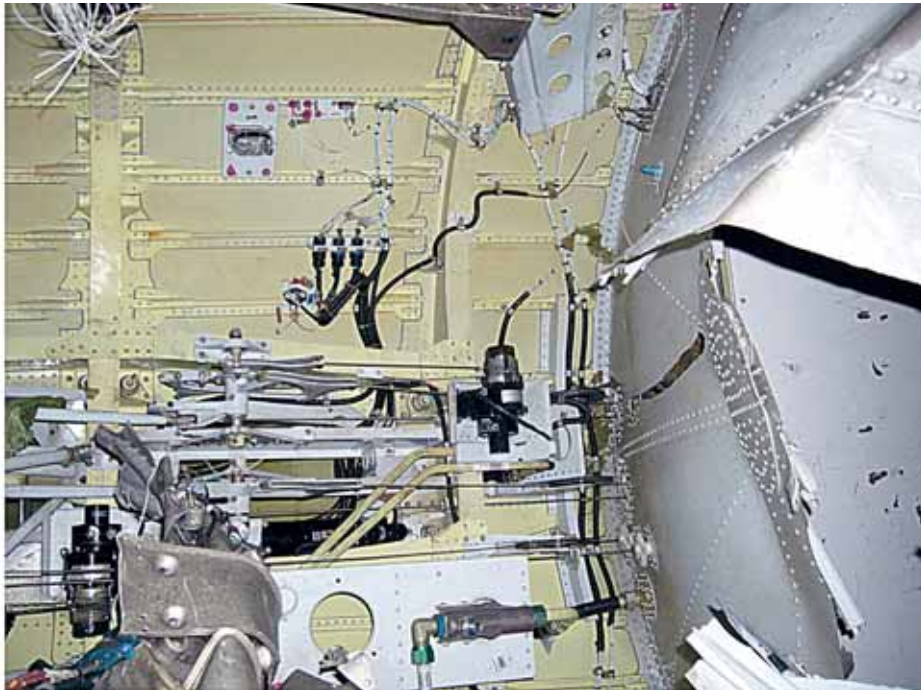


Foto 34: parte posteriore aeromobile, vista interna. Notare la deformazione della *pressure bulkhead*.



Foto 35: parte interna cabina passeggeri.

Le evidenze riscontrate, unitamente alle testimonianze di alcuni passeggeri che occupavano le ultime file, che ricordano di aver udito un forte colpo e di essersi trovati subito invasi dall'acqua, fanno propendere per una condizione per la quale la parte posteriore dell'aeromobile abbia impattato per prima con la superficie del mare, separandosi dal resto della struttura per effetto delle forti sollecitazioni flessionali indotte.

Sezione centrale

La sezione centrale, comprendente anche i motori, come già evidenziato in precedenza, è stata recuperata il giorno stesso dell'evento da parte della Capitaneria di Porto e posizionata per alcuni giorni su una banchina del porto di Palermo, prima di essere ricoverata in un hangar dell'aeroporto di Palermo Bocca di Falco. Non sono state riscontrate tracce di incendio. Essa comprendeva l'ala, la porzione di fusoliera corrispondente ed il carrello principale. Da un primo esame della posizione del carrello principale esso risultava in posizione estesa e bloccata, ma i danneggiamenti riscontrati non erano compatibili con tale posizione. Molto probabilmente, il carrello si è collocato in posizione estesa a seguito del forte impatto e del distacco della parte della fusoliera centrale con il resto della struttura.

Non vi sono, anche in tale sezione, delle evidenze di rotture per fatica e/o corrosione, tutte le sezioni sono caratterizzate da rotture per sovraccarico.

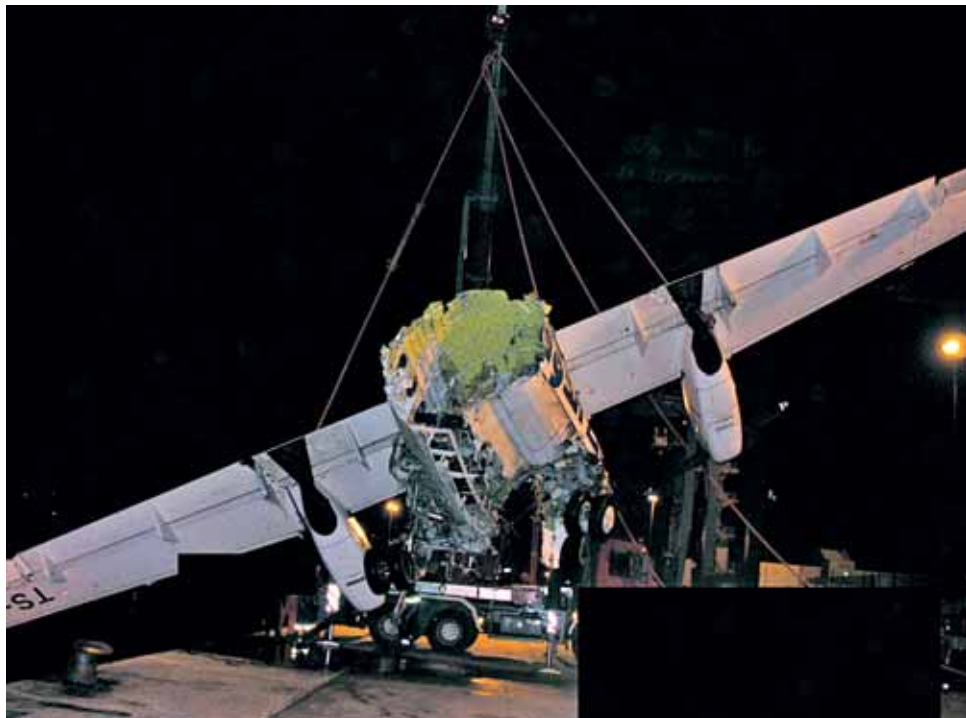


Foto 36: sezione centrale relitto con semiali durante il recupero.

La parte destra risultava essere più deformata rispetto alla parte sinistra, ad indicazione di un impatto più violento con la zona destra dell'aeromobile. Essa, infatti, non presentava dei seggiolini ancorati alla struttura.

Le evidenze riscontrate fanno propendere per una condizione nella quale la sezione centrale abbia fortemente impattato con la superficie del mare e, per effetto delle forti sollecitazioni flessionali indotte dall'impatto con l'acqua, la struttura si sia separata dal resto dell'aeromobile in corrispondenza delle ordinate del carrello d'atterraggio principale e della struttura alare.

Sezione anteriore

Tale sezione si presentava divisa in due parti. Una parte comprensiva della cabina di pilotaggio e della struttura laterale sinistra e l'altra parte comprendente la struttura laterale destra e la struttura superiore della cabina.

Anche in tale sezione non sono state riscontrate rotture evidenti per fatica e/o corrosione. Le sezioni delle rotture presentavano, infatti, la tipica morfologia di rottura per sovraccarico. Non vi erano inoltre segni di incendio.

La parte relativa alla cabina di pilotaggio presentava un grave e diffuso danneggiamento che, molto probabilmente, non è stato soltanto dovuto all'impatto con l'acqua nell'ammarraggio, ma anche al successivo impatto con il fondo del mare.



Foto 37: parte della cabina di pilotaggio subito dopo il recupero.

Dei tre occupanti la cabina di pilotaggio al momento dell'ammarraggio (i due piloti ed il meccanico), i piloti hanno riportato lesioni che non sono state così gravi come sarebbe giustificato dalle condizioni della cabina (foto 37 e 38). E' molto probabile, quindi, che gran parte delle deformazioni riscontrate sulla parte anteriore dell'aeromobile siano state causate dall'impatto con il fondale marino, oltre che dal possibile successivo impatto del troncone di coda contro la stessa cabina.



Foto 38: parte della sezione anteriore della fusoliera subito dopo il recupero.

La struttura interna della parte destra dell'aeromobile si presentava estesamente danneggiata e non presentava seggiolini e pavimento.

Considerazioni

Le evidenze riscontrate fanno propendere per una condizione nella quale la sezione anteriore dell'aeromobile abbia impattato violentemente con la superficie del mare e, per effetto delle forti sollecitazioni flessionali indotte dall'impatto con l'acqua, si sia separata in prossimità della zona dell'attacco alare. La violenza dell'impatto è stata anche confermata dalle testimonianze dei due piloti. Il comandante ricorda di essere stato immediatamente sbalzato fuori dall'abitacolo all'impatto, mentre il copilota, invece, è rimasto al suo posto, con la cintura allacciata ed ha riferito di essere stato sommerso dall'acqua, riuscendo poi a liberarsi, con la cabina di pilotaggio semisommersa, ed a risalire a galla.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Tutti i membri dell'equipaggio di volo e di cabina avevano effettuato i previsti controlli medici periodici con esito favorevole.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le lesioni riportate dagli occupanti dell'aeromobile (equipaggio e passeggeri). Nel successivo paragrafo 1.15.3. è riportata una descrizione più det-

tagliata delle lesioni riportate dai passeggeri, correlata alla posizione assunta a bordo prima dell'ammarraggio.

Equipaggio di volo e meccanico operatore

Il comandante ed il copilota hanno riportato delle lesioni gravi, mentre il meccanico, anch'egli presente in cabina di pilotaggio al momento dell'ammarraggio, ha riportato lesioni mortali. Egli, sebbene non facesse parte dell'equipaggio di volo, era stato chiamato dal comandante in cabina di pilotaggio dopo l'avaria dei due motori, allo scopo di poter dare eventualmente delle utili indicazioni sulla gestione dell'avaria.

Assistenti di volo

Entrambi gli assistenti di volo, al momento dell'ammarraggio, erano al proprio posto. In particolare, il capo cabina, seduto nella parte posteriore dell'aeromobile, ha riportato lesioni mortali, mentre l'assistente di volo, seduta nella parte anteriore della cabina con le spalle rivolte alla cabina di pilotaggio, ha riportato lesioni gravi.

Passeggeri

Dei 34 passeggeri paganti presenti a bordo, tutti di nazionalità italiana, 14 hanno riportato lesioni mortali ed i rimanenti 20 lesioni gravi o lievi.

1.14. INCENDIO

L'aeromobile, sia prima che dopo l'impatto con la superficie del mare, non è stato interessato da incendio su componenti o parti di esso.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

1.15.1. Ricerca e recupero del relitto

1.15.1.1. Generalità

Come già evidenziato in precedenza, l'aeromobile al momento dell'impatto con la superficie del mare si è spezzato in tre tronconi; la parte anteriore (parte fusoliera e cabina di pilotaggio) e quella posteriore (parte fusoliera e troncone di coda) si sono inabissate dopo circa 45-50 minuti dall'ammarraggio. La profondità del mare nella zona è di circa 1500 metri. I registratori di bordo,

posti nel troncone di coda, erano, pertanto, inaccessibili.

L'ANSV, dopo aver stabilito il necessario coordinamento con la competente Autorità giudiziaria, si è attivata presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri per l'individuazione delle risorse economiche e dei mezzi tecnici necessari ad assicurare il recupero delle persone disperse, dei registratori di bordo dell'aeromobile e del relitto di quest'ultimo. Si è altresì interfacciata, sempre in coordinamento con la competente Autorità giudiziaria, con la Marina Militare Italiana, per garantire - limitatamente al riconoscimento ed alla conservazione dei reperti - il supporto necessario alle operazioni di recupero.

1.15.1.2. Operazioni di localizzazione del relitto condotte dalla Marina Militare Italiana

Le operazioni di localizzazione del relitto sono state coordinate dalla Marina Militare Italiana che, attraverso l'impiego della nave idro-oceanografica "Ammiraglio Magnaghi" (di seguito indicata anche come Magnaghi) e della nave Universitatis¹⁴ ha localizzato le parti principali del relitto ed i due registratori di bordo attraverso la ricezione del segnale (37.5 KHz) proveniente dall'ULB (Underwater Locator Beacon) presente sui registratori di bordo (FDR e CVR).



Foto: 39: nave "Ammiraglio Magnaghi".

¹⁴ Tale nave è stata resa disponibile dal Consorzio Interuniversitario per le Scienze del Mare, appositamente dislocata a Palermo il 14 agosto 2005 con il coordinamento della Marina Militare Italiana, in modo da poter essere utilizzata come vettore per l'utilizzo del Side Scan Sonar.

La Magnaghi ha ricevuto l'ordine di approntamento il giorno dopo l'evento ed è partita dal porto di Taranto, dove era ormeggiata, alle 20.20 locali. La nave ha raggiunto la zona delle operazioni, circa 12 NM da Capo Gallo e 24 NM da Palermo Punta Raisi, il 9 agosto 2005. Le operazioni sono iniziate a partire dal punto dove è stata recuperata la parte centrale del velivolo (semiali con le gondole motori) in coordinate geografiche 38° 24'.16 N e 013° 27'.30 E. Tale posizione risultava essere compatibile con quella comunicata alla Capitaneria di Porto dalla Torre di controllo dell'aeroporto di Palermo.

Le ricerche sono state concentrate attorno ad un quadrilatero con al centro la posizione del recupero delle semiali con le gondole motori. Alla Magnaghi è stato dato inoltre il compito di supportare le attività di ricerca e soccorso coordinate dalla Capitaneria di Porto di Palermo.

Le operazioni di ricerca e localizzazione del relitto sono iniziate il 9 agosto alle 05.30 locali e sono terminate il 12 agosto 2005 alle ore 15.00 locali. Durante lo svolgimento delle operazioni, le condizioni meteorologiche nella zona interessata sono state buone, consentendo il regolare svolgimento delle attività pianificate. La figura 15 evidenzia le diverse aree interessate dalle operazioni di ricerca.

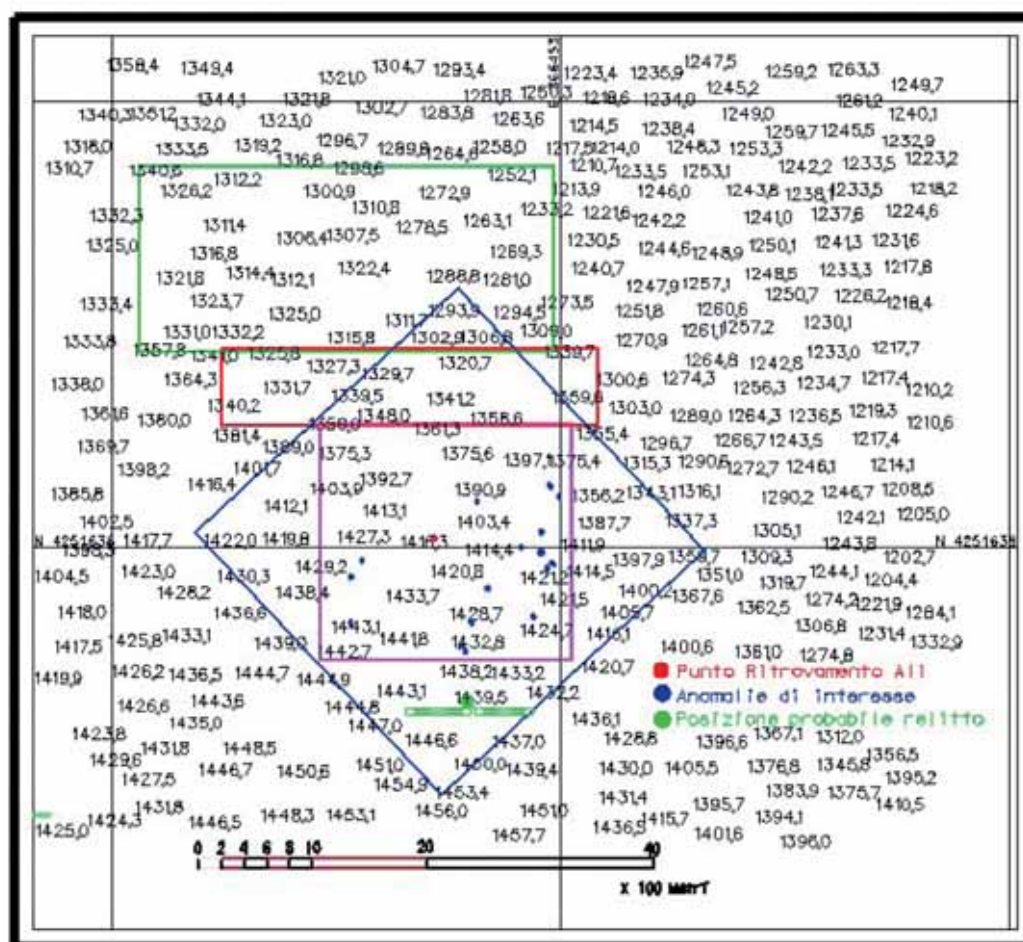


Figura 15: aree interessate dalle ricerche.

1.15.1.2.1. Pianificazione delle operazioni

Nella pianificazione delle operazioni si è tenuto conto delle informazioni e dei criteri di seguito riportati.

- Segnalazione del punto di ritrovamento della parte centrale del velivolo;
- rotta seguita dall'aeromobile negli istanti prima dell'ammarraggio;
- condizioni meteomarine e stima delle correnti presenti in zona al momento dell'evento, al fine di determinare l'area più probabile di inabissamento del relitto;
- caratteristiche della strumentazione presente a bordo impiegabile per la condotta delle operazioni di ricerca, riportate in dettaglio nel successivo paragrafo;
- caratteristiche del segnale proveniente dall'ULB montato sui registratori di bordo (FDR e CVR) presenti sull'aeromobile: frequenza 37.5 KHz, portata 2NM, *ping rate* 1 Hz, durata della batteria 30 giorni al massimo, se in buono stato;
- dimensioni delle varie parti del relitto da ricercare;
- condizioni meteomarine presenti nella zona di interesse;
- batimetria¹⁵ della zona.

1.15.1.2.2. Strumenti e tecniche utilizzate

In relazione alle capacità operative della nave Magnaghi, il compito primario assegnato prevedeva la ricerca di eventuali anomalie batimetriche associabili alle parti del relitto. Inizialmente si è realizzata una mappatura del fondale per determinare il livello planimetrico e tridimensionale del fondo, da utilizzare anche per le successive fasi di ricerca da svolgere con sistemi vari, quali sonar a scansione laterale trainati e veicoli subacquei a pilotaggio remoto (Remotely Operated Vehicle, ROV), dotati di telecamera.

Al fine di ottimizzare le capacità di ricerca mediante i sistemi idrografici di bordo (ecoscandaglio singolo e multifascio) e garantire le condizioni minime di manovrabilità, la velocità della nave è stata mantenuta tra i 3 ed i 6 nodi.

Nell'area interessata dall'attività idrografica è stato effettuato anche il pattugliamento con i mezzi minori imbarcati, allo scopo di concorrere alle operazioni di ricerca dei dispersi e dei rottami galleggianti.

In considerazione della batimetria nella zona dell'incidente, caratterizzata da profondità fino a 1500 metri, la strumentazione impiegata è stata limitata ai soli ecoscandagli singolo e multifascio.

¹⁵ La batimetria è una branca della oceanografia che si occupa della misura delle profondità, della rappresentazione grafica e dello studio morfologico dei fondali marini e lacustri.

scio. Il Side Scan Sonar, seppure presente a bordo, non è stato impiegato, in quanto la sua quota operativa massima era fino a 600 metri.

E' stato deciso di effettuare una ricerca a copertura totale del fondo con l'ecoscandaglio multifascio con sovrapposizione tra le linee del 50%, per eliminare eventuali dati spuri rilevati dai lobi laterali del sistema *multibeam* (figura 16).

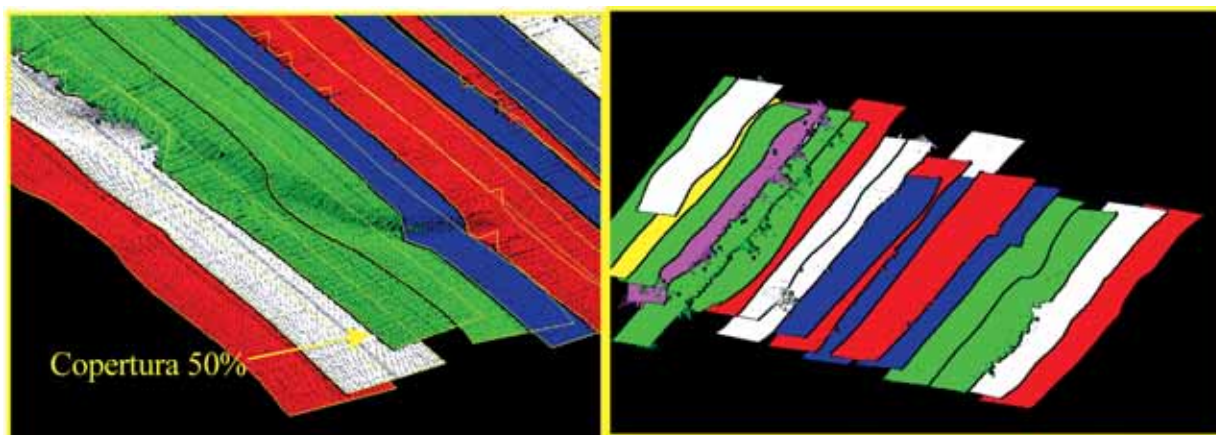


Figura 16: fasce ecoscandaglio *multibeam*.

L'acquisizione di dati mediante l'impiego dell'ecoscandaglio *multibeam* è stata finalizzata, oltre che per le operazioni di ricerca, anche e soprattutto per quelle necessarie a definire la batimetria della zona.

L'area interessata dai rilievi è stata definita con un quadrilatero di 10 NM per lato, centrato sul punto di rilevamento della parte centrale dell'aeromobile (semiali e motori). In tale area, la ricerca è stata eseguita percorrendo linee di scandagliamento parallele, distanziate di 1000 metri, con direttrice Est-Ovest e viceversa.

Al fine di ricercare eventuali anomalie batimetriche riconducibili al velivolo è stato impiegato contemporaneamente anche il sistema di acquisizione a singolo fascio. In particolare, le operazioni di ricerca mediante tale strumentazione sono state concentrate in un quadrilatero di 2,5 km per lato, centrato sul punto di rilevamento di alcuni dei resti dell'aeromobile. In tale area la ricerca è stata eseguita percorrendo linee di scandagliamento parallele, distanziate di 100 metri, con direttrice Nord-Sud e Est-Ovest e viceversa. Inoltre, sempre in tale quadrilatero (2,5 km di lato), oltre a cercare eventuali anomalie (presenza di parti nel fondale), si è tentato di rilevare eventuali emissioni provenienti dai registratori di bordo, essendo la loro frequenza di emissione del segnale prossima a quella di lavoro dell'ecoscandaglio singolo fascio (38 KHz).

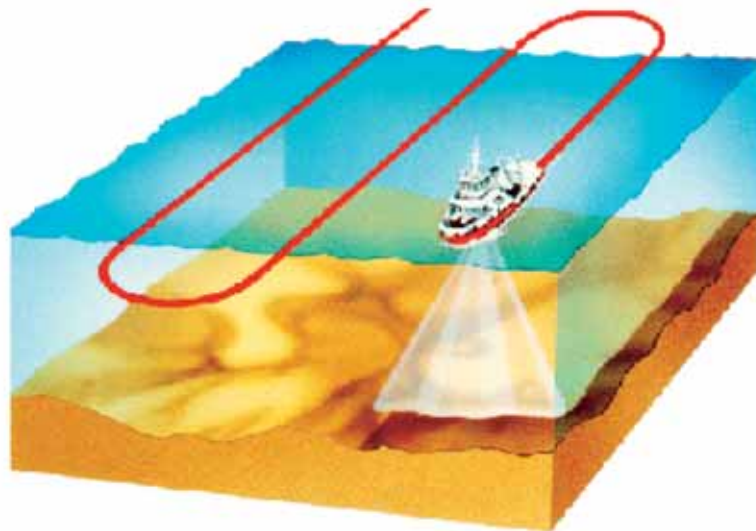


Figura 17: traiettoria utilizzata per l'ecoscandaglio.

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche della strumentazione impiegata per le operazioni di ricerca, il metodo tradizionale di scansione con un ecoscandaglio che emana un segnale acustico unidirezionale (*singlebeam*) è stato integrato con l'uso di un ecoscandaglio capace di emanare contemporaneamente molteplici segnali unidirezionali (*multibeam*).

- Acquisizione dati di profondità:
 - ecoscandaglio Multibeam ELAC BOTTOMCHART MKII (50 KHz);
 - ecoscandaglio Singlebeam SIMRAD EA 600 (38 KHz).
- Sistema di posizionamento:
 - GPS differenziale CSI Max Wireless con correzioni Omnistar abilitate.
- Acquisizione dati ed elaborazione:
 - sistema di acquisizione dati *multibeam* Hydrostar;
 - sistema di acquisizione dati idrografici Pangea D4S;
 - sistema di elaborazione "Pangea Verifica" per l'analisi dei dati *singlebeam*;
 - sistema di elaborazione "Pangea Multibeam Manager" per l'analisi dei dati *multibeam*.
- Sistemi per la calibrazione della velocità del suono:
 - batisonda Idronaut Ocean Seven 316 e software dedicato;
 - sistema XBT Sippican MK 12 e software dedicato.

Sono stati utilizzati per il pattugliamento e la ricerca di eventuali oggetti galleggianti, eventualmente riconducibili all'aeromobile ammarato, mezzi nautici minori, quali gommoni e idrobarche. Ciò allo scopo di concorrere alle operazioni di ricerca dei dispersi e dei rottami galleggianti. In particolare, l'idrobarca MBN 1189, il giorno 9 agosto, è stata impiegata per circa 9 ore di pattugliamento diurno nell'area definita tra i paralleli $38^{\circ} 24' .20 \text{ N}$ / $38^{\circ} 13' .80 \text{ N}$ ed i meridiani $013^{\circ} 27' .30 \text{ E}$ / $013^{\circ} 39' .20 \text{ E}$.

1.15.1.2.3. Principali risultati

L'acquisizione idrografica con ecoscandaglio multifascio condotta secondo quanto sopra descritto, unitamente alla successiva elaborazione dei dati acquisiti, comprensiva del modello 3D del fondale, ha consentito di ottenere la copertura totale del fondale interessato. L'attività ha permesso di realizzare una completa mappatura del fondale nell'area di 10 km di lato centrata sul punto di recupero della parte centrale del relitto (semiali e motori). Nell'area ristretta di 2,5 km per lato centrata sullo stesso punto è stata realizzata, inoltre, una analisi batimetrica a scala maggiore per ottimizzare l'impiego di veicoli subacquei.

Dalla scansione sono emerse alcune anomalie e, in particolare, la presenza di parti non compatibili con la tipologia del fondale, che hanno rappresentato il punto di partenza per la successiva fase di ricerca effettuata con l'impiego di ecoscandagli a scansione laterale trainati ed immersi e da effettuare, eventualmente, con veicoli subacquei tipo ROV.

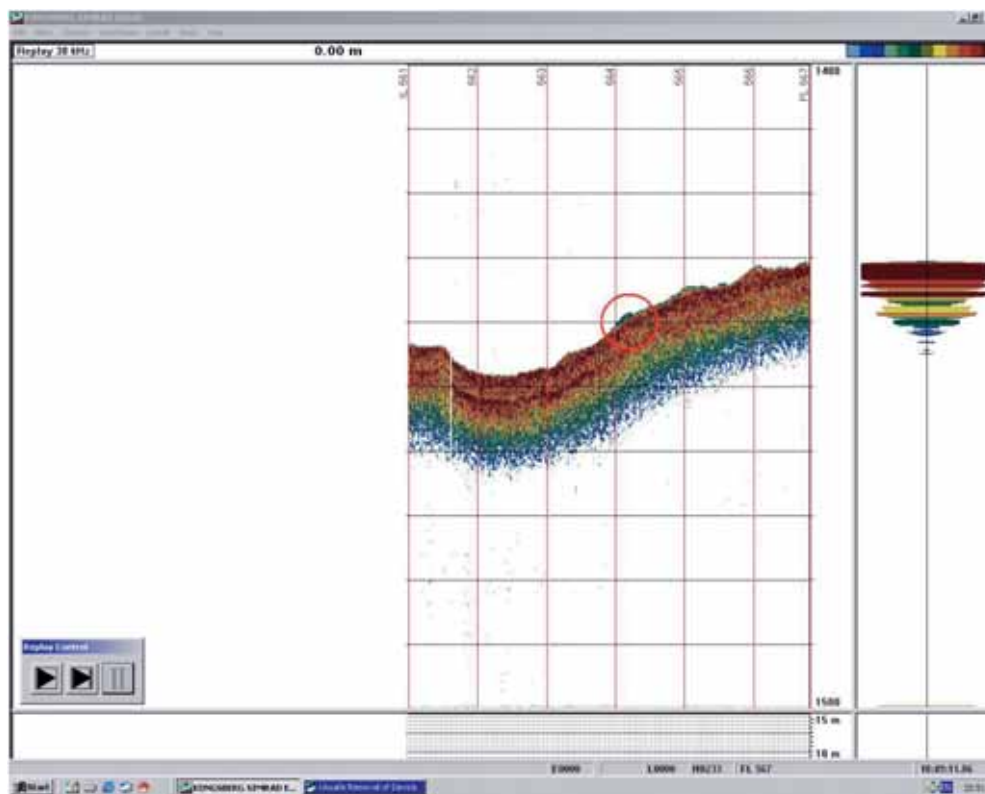


Figura 18: anomalie sul fondale.

In questa prima fase delle operazioni di ricerca del relitto (9-12 agosto 2005) non sono state rilevate emissioni in frequenza da parte dei registratori di volo. La certezza relativa alla presenza o meno del relitto in una delle anomalie rilevate è stata confermata solo dopo l'investigazione ottica effettuata con telecamera montata su veicoli subacquei tipo ROV (vedasi successivo paragrafo 1.15.1.3.).

Le successive fasi di ricerca hanno riguardato, in particolare, la localizzazione dei registratori di bordo e di varie parti del relitto (attività condotta nel periodo 16-19 agosto 2005) con il concorso della nave *Universitatis*, dotata di un ecoscandaglio a scansione laterale tipo KLEIN 3000 (Side Scan Sonar), oltre che di ecoscandaglio singolo (trasduttore da 38 KHz, compatibile con il segnale emesso dal *beacon* del FDR e CVR) e multifascio.

I dati acquisiti con ecoscandaglio singolo fascio, a copertura totale del fondo, nell'area 3x1,5 km a Nord-Ovest del presunto punto di ammaraggio dell'aeromobile, hanno permesso di escludere la presenza di anomalie batimetriche, sia morfologiche che acustiche, associabili al relitto. Le ricerche sono state pertanto estese nella zona Sud-Est utilizzando l'ecoscandaglio a 38 KHz al fine di localizzare i registratori di bordo. In tale zona è stato possibile rilevare una consistente attività acustica, ciclica e regolare, riconducibile ad un'anomalia del fondale di dimensioni compatibili con le parti del relitto oggetto della ricerca: coda e parte anteriore della fusoliera.

L'utilizzo inoltre del Side Scan Sonar, montato sulla nave *Universitatis*, ha confermato la presenza di un'anomalia nel fondale correlabile, per forma e dimensioni, con i resti del velivolo.

In particolare, sono stati individuati i seguenti due contatti, posizionati ad una distanza di 89 metri, con le seguenti coordinate geografiche:

- 38° 23' 26.40" N - 013° 27' 40.90" E (oggetto che si compone di due parti, rispettivamente di 10 e 4 metri di lunghezza - probabile posizione troncone di coda e parte anteriore fusoliera con cabina di pilotaggio);
- 38° 23' 24.18" N - 013° 27' 42.78" E (oggetto avente dimensioni di circa 4 metri - probabile posizione di un pannello di fusoliera).

1.15.1.3. Operazioni di recupero del relitto

1.15.1.3.1. Generalità

Le operazioni di recupero si sono svolte dal 26 agosto 2005 al 2 settembre 2005, a cura della società Phoenix, cui è stato affidato l'incarico da parte della Marina Militare Italiana. La nave utilizzata, come supporto per la strumentazione e le apparecchiature, è stata la EDT ARES battente bandiera cipriota, specializzata per tale tipo di operazioni. Il personale tecnico impiegato era della società Phoenix ed è stato utilizzato il ROV REMORA 6000, capace di effettuare operazioni di recupero fino a 6000 metri di profondità.

Il Remora 6000 appartiene ad una classe di veicoli con potenza di 25 cavalli costruito per operazioni subacquee remote per la ricerca di oggetti, per la loro localizzazione, identificazione e recupero, fino a profondità di 6000 metri.



Foto 40: ROV Remora 6000, vista frontale.

Il veicolo è di piccole dimensioni, facilmente manovrabile e di facile trasporto. E' equipaggiato con un *forward looking sonar*, un sistema di luci, tre videocamere e due bracci meccanici manipolatori (a sei funzioni) che consentono, tramite un sistema di comando a distanza, di raccogliere campioni di fondale, recuperare oggetti ed effettuare tutta una serie di operazioni nei fondali marini.



Foto 41: ROV Remora 6000, vista posteriore.



Foto 42: ROV Remora 6000, vista laterale.



Foto 43: ROV Remora 6000, fase di lancio/immersione.

Il sistema di telemetria di bordo consente di supportare una varietà di sistemi video, che riproducono le immagini riprese dalle tre videocamere montate sul sistema (vedere foto 44).



Foto 44: sistema video che replica le immagini delle telecamere montate sul ROV.

La nave “Ammiraglio Magnaghi”, sempre presente nella zona delle operazioni, ha svolto il compito di assistenza alle operazioni di recupero effettuate dalla EDT ARES e di pattugliamento della zona di mare interessata.



Foto 45: nave “Ammiraglio Magnaghi” a sinistra, EDT ARES a destra.

La nave EDT ARES è giunta nel porto di Palermo nel tardo pomeriggio del 26 agosto 2005 e nel corso di una riunione preliminare, cui hanno partecipato, unitamente al comandante della stessa e del responsabile tecnico della Phoenix, i rappresentanti di tutte le autorità coinvolte nelle operazioni (CP, MMI, Autorità giudiziaria, ANSV), sono state definite le priorità, le modalità e le procedure per il recupero.

In particolare, sono state concordate preliminarmente le seguenti priorità di recupero:

- individuazione e recupero di eventuali resti umani presenti nel relitto e/o nelle zone antistanti (tre corpi ancora non erano stati rinvenuti);
- recupero del troncone di coda, dove erano installati i due registratori di bordo (FDR e CVR);
- recupero delle altre parti del relitto, tra cui la parte anteriore della fusoliera e la cabina di pilotaggio.

A bordo della nave EDT ARES, oltre all’equipaggio ed al personale della società Phoenix, incaricata del recupero, era presente il seguente personale:

- tre ufficiali della Marina Militare Italiana con il compito di coordinare le operazioni con la nave Magnaghi, posta nelle vicinanze per eventuale supporto tecnico-logistico;

- l'investigatore incaricato dell'ANSV, cui si è aggiunto altro personale dell'ANSV medesima nei giorni successivi, con il compito di coordinamento tecnico delle operazioni e per eventuale assistenza tecnica al personale della Phoenix nel riconoscimento delle varie parti del relitto;
- personale incaricato dall'Autorità giudiziaria di seguire le operazioni per la parte di competenza di quest'ultima.

Tutte le operazioni di lancio, controllo e manovra del ROV sono state effettuate dal personale specializzato della Phoenix, utilizzando una apposita strumentazione posta in una sala controllo localizzata sul ponte della nave.



Foto 46: sala controllo Remora 6000.

Era stata allestita, inoltre, una sala d'osservazione (*survey room*) fornita di idonea strumentazione, comprendente anche tre video su cui si potevano seguire le operazioni ed i movimenti del ROV, attraverso la riproduzione delle immagini delle telecamere montate sul ROV stesso. Era stato, inoltre, realizzato un collegamento diretto con la sala controllo del ROV per fornire eventuali indicazioni sui resti del relitto e sulla corretta identificazione delle sue parti.



Foto 47: *survey room*.

Il sistema di messa in mare LARS (Launch And Recovery System) era del tipo semplice (dimensioni 5x3 metri), costituito da un “A-frame” alimentato da una HPU (Hydraulic Power Unit) e da una puleggia con un contametri per il cavo “ombelicale” cui era collegato il ROV.



Foto 48: sistema di messa in mare del Remora 6000.

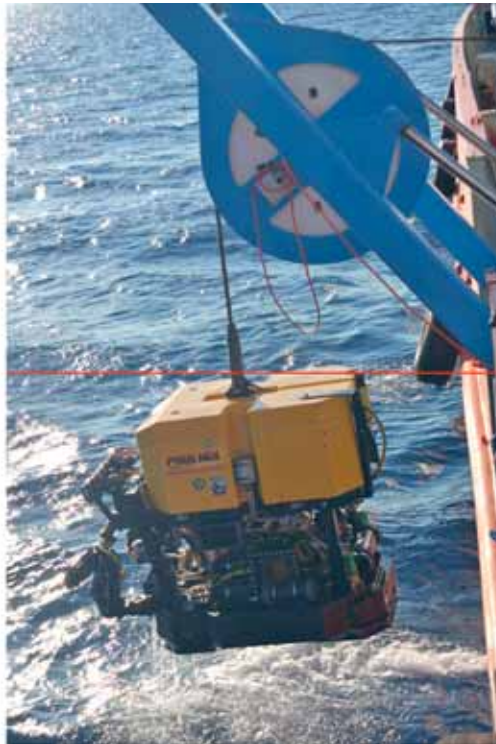


Foto 49: sistema di messa in mare con il Remora 6000 agganciato.

Il sistema di recupero degli oggetti in fondo al mare era dotato di un apparato per la compensazione del moto marino (Motion Compensation System). Tale apparato (foto 50) è utilizzato per compensare i movimenti del mare durante la fase di recupero degli oggetti, affinché subiscano il minor movimento possibile a causa del moto ondoso.



Foto 50: apparato compensazione moto marino.

Come riportato nel precedente paragrafo, la Marina Militare Italiana ha effettuato una serie di battimenti nei giorni precedenti per localizzare le diverse parti del relitto in fondo al mare. Le informazioni riguardanti la mappatura del fondale della zona e le coordinate delle probabili posizioni di alcune parti del relitto sono state trasmesse ai rappresentanti della Phoenix, che hanno iniziato le ricerche partendo proprio dai punti indicati dalla Marina Militare Italiana.

1.15.1.3.2. Tempistica operazioni

La EDT ARES è salpata dal porto di Palermo alle ore 21.55 locali del 26 agosto 2005 per dirigersi verso la zona delle operazioni.

Si riportano, in ordine temporale, alcune delle attività più significative (gli orari riportati in questo paragrafo sono da intendersi in ora locale).

26 agosto 2005

23.35: arrivo in zona di operazioni e inizio test preparatori per l'immersione del ROV.



Foto 51: Remora 6000 sul sistema di lancio.



Foto 52: Remora 6000, particolare dei bracci meccanici.

27 agosto 2005

02.00: inizia l'attività operativa (*salvage operations*), *briefing* operativo da parte della Phoenix al personale imbarcato di supporto.

02.30: lancio del ROV e inizio della discesa in fondo al mare (1450 metri circa).

05.08: contatto ed ispezione visiva di alcune parti del relitto ed in particolare del troncone di coda. Le coordinate geografiche erano compatibili con quelle individuate dalla MMI nei giorni precedenti. Al fine di verificare l'eventuale presenza di resti umani, si è esplorato l'interno, sebbene con difficoltà (il cielo cabina risultava essere collassato). L'esito è stato negativo.



Foto 53: troncone di coda del relitto adagiato sul fondo del mare (profondità 1450 metri circa).



Foto 54: fasi finali del recupero del relitto.



Foto 55: fasi finali del recupero del relitto.



Foto 56: fasi finali del recupero del relitto.



Foto 57: fasi finali del recupero del relitto.



Foto 58: posizionamento del relitto sul ponte della nave.



Foto 59: parte anteriore fusoliera, carrello di atterraggio anteriore.

22.00: si è completato il recupero del troncone di coda e lo si è posizionato sul ponte della nave. La parte posteriore è stata subito ispezionata dal personale ANSV per verificare la presenza dei registratori di bordo. Il CVR era presente nel suo alloggiamento, mentre il FDR era mancante. La slitta dove quest'ultimo era fissato presentava delle deformazioni, per cui si è ritenuto molto

probabile che il FDR fosse ancora in fondo al mare. Contestualmente veniva effettuata un'accurata ispezione del troncone di coda con esito negativo.



Foto 60: relitto posizionato sul ponte della nave.



Foto 61: alloggiamento del FDR (notare la deformazione della paratia cosiddetta *pressure bulkhead*, a testimonianza del forte impatto della parte posteriore dell'aeromobile).



Foto 62: CVR nel suo alloggiamento.

Posizionato sul ponte della nave il troncone di coda, gli operatori addetti al recupero, nell'issarlo sul ponte della nave, si sono accorti che gran parte dei resti della fusoliera erano rimasti collegati al troncone di coda stesso. In effetti, a quest'ultimo era ancora collegata la restante parte dell'aeromobile, costituita dalla parte anteriore della fusoliera e dalla cabina di pilotaggio. E' stato quindi recuperato circa il 70-80% del relitto.

29 agosto 2005

Ore 07.50: la nave Magnaghi continuava a ricevere dal fondo emissioni, la cui frequenza era riconducibile all'ULB di un FDR, in coordinate geografiche 38° 23' 42.82" N - 13° 27' 09.48" E. L'unità EDT ARES, quindi, si dirigeva con rotta NW verso il punto comunicato effettuando, con il ROV, un'ispezione visiva del fondale.

08.15: avvistati sul fondo numerosi piccoli pezzi riconducibili al relitto dell'aeromobile lungo la direttrice 300°/302° dal punto di ritrovamento della coda.

13.33: contatto visivo con oggetto identificato come resto umano in posizione 38° 23' 40.48" N - 013° 27' 16.96" E.



Foto 63: troncone di coda posizionato sul ponte della nave con parte anteriore della fusoliera.

30 agosto 2005

Ore 01.40: continuano le operazioni di ricerca sul fondo del mare e viene individuato il FDR in coordinate geografiche 38° 23.42 N – 013° 27.15 E. Esso si presentava in buone condizioni e attraverso i bracci meccanici del ROV lo si è afferrato per riportarlo in superficie.



Foto 64: recupero del FDR da parte del ROV.



Foto 65: recupero del FDR.

07.40: assieme al FDR sono stati recuperati altri oggetti presenti in fondo al mare. Anche il FDR è stato immediatamente immerso in acqua distillata ed assieme al CVR sono stati posti nello stesso contenitore al fine di garantire, quanto più possibile, la preservazione da eventuali ossidazioni e degrado dei nastri magnetici su cui sono registrati i dati.



Foto 66: FDR (a sinistra) e CVR (a destra) immersi in acqua distillata per la conservazione ed il trasporto.

Giorni successivi

Nei giorni successivi si è proseguito nella ricerca dell'ultimo disperso e sono state recuperate altre parti dell'aeromobile. Tale ricerca ha dato esito positivo e pertanto tutti i corpi dei passeggeri mancanti sono stati recuperati.

La figura 20 schematizza la posizione relativa delle varie parti del relitto rispetto al FDR e ai corpi recuperati.

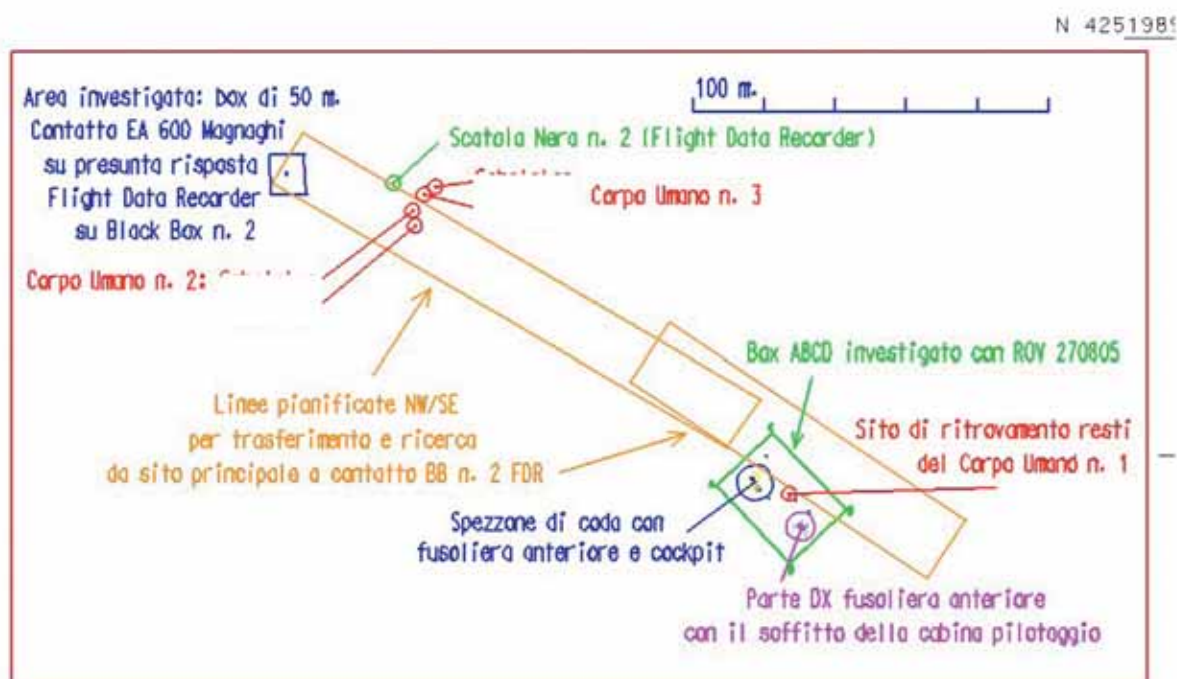


Figura 20: posizionamento relitto e parti rinvenute.

La nave EDT ARES, il 31 agosto, è rientrata temporaneamente al porto di Palermo per scaricare le parti del relitto recuperate. Il giorno stesso sono riprese le operazioni di ricerca di altri pezzi mancanti del relitto ed in particolare è stato recuperato il pannello laterale della fusoliera anteriore.



Foto 67: recupero del pannello di fusoliera parte destra aeromobile.

Le operazioni di recupero si sono concluse il 2 settembre 2005.

Il relitto e tutte le sue parti sono state trasferite successivamente presso un hangar dell'aeroporto di Palermo Bocca di Falco.

1.15.2. Ricerca e salvataggio

1.15.2.1. Introduzione

Il Corpo delle Capitanerie di Porto - Guardia Costiera è l'organismo che in Italia è preposto all'attività di ricerca e salvataggio in mare.

Con il d.P.R. 28 settembre 1994, n. 662 (Regolamento di attuazione della legge 3 aprile 1989, n. 147, concernente l'adesione alla Convenzione internazionale sulla ricerca e salvataggio marittimo, adottata ad Amburgo il 27 aprile 1979), il Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto ha assunto, infatti, le funzioni di IMRCC (Italian Maritime Rescue Coordination Center,

Centro Nazionale di Coordinamento di Soccorso Marittimo), cui fa capo il complesso delle attività finalizzate alla ricerca ed al salvataggio della vita umana in mare, mediante l'impiego della componente aeronavale del Corpo delle Capitanerie di Porto, con l'eventuale ausilio di altre unità di soccorso militari e civili. Con il suddetto provvedimento, il soccorso in mare è uscito dalla dimensione di attività da attuarsi con i mezzi disponibili al momento, per entrare in una fase di attività da effettuarsi con mezzi appositamente allestiti ed equipaggi particolarmente addestrati.

L'IMRCC, funzionalmente individuato nella struttura della Centrale Operativa del Comando Generale, mantiene i contatti con i centri di coordinamento del soccorso degli altri Stati per assicurare la collaborazione a livello internazionale, prevista dalla menzionata Convenzione di Amburgo.

Il citato d.P.R. n. 662/1994 conferisce alle attuali 14 Direzioni marittime le funzioni di Centri secondari di soccorso marittimo (Maritime Rescue Sub Center, MRSC), che assicurano il coordinamento delle operazioni marittime di ricerca e salvataggio, ciascuna nella propria giurisdizione, secondo le direttive specifiche o le deleghe dell'IMRCC.

Per completezza di informazione, si rappresenta che nell'edizione del febbraio 2006 dell'AIP Italia, parte GEN 3.6, sono stati riportati in dettaglio i servizi svolti dal Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera relativamente al salvataggio in mare, con le cartine relative alle aree di responsabilità dei diversi Centri secondari di soccorso marittimo.

Al fine di dare completa attuazione all'ordinamento vigente, l'IMRCC si è dotato di un apposito "Piano S.A.R. Marittimo Nazionale" (IMRCC/001), approvato in data 25 novembre 1996 dall'allora Ministero dei Trasporti e della Navigazione (ora Ministero dei Trasporti). Il documento è sostanzialmente strutturato in una parte preliminare, che si riferisce all'organizzazione generale e funzionale del servizio SAR e in una seconda parte costituita dai Piani locali dei 14 MRSC, contenente la globalità delle risorse disponibili ed i collegamenti operativi a livello locale. Le procedure previste dal Piano S.A.R. in questione si applicano alla ricerca e salvataggio della vita umana in mare.

Nel momento in cui il TS-LBB ha confermato la dichiarazione di emergenza (13.24 UTC), Palermo APP ha attivato la fase di allarme relativamente ad un aeromobile in difficoltà a causa

di problemi tecnici che avrebbe effettuato un atterraggio di emergenza sull'aeroporto di Palermo.

Sono state attivate quindi le fasi di emergenza previste dal Piano di emergenza ("Norme e procedure per l'assistenza agli aeromobili in emergenza e per il soccorso ad aeromobili in caso di incidente") in vigore con l'ordinanza della Direzione aeroportuale di Palermo n. 02/03 del 27 gennaio 2003. Lo stesso Piano di emergenza riporta, comunque, che per incidenti di volo nel mare antistante l'aeroporto, entro le cinque miglia nautiche, le operazioni di soccorso siano disciplinate dal Piano della Protezione Civile-Ufficio territoriale del governo di Palermo (edizione luglio 2003). Scopo di tale Piano è di provvedere, in effetti, alla pianificazione degli interventi di soccorso ad un aeromobile che precipiti in mare in prossimità (entro le cinque miglia) dall'aeroporto di Palermo Punta Raisi. Le procedure di intervento prevedono le seguenti tre possibilità, che tengono conto delle eventuali avverse condizioni meteorologiche o della possibile indisponibilità di mezzi aerei o navali:

- interventi con mezzi aerei e navali;
- interventi con mezzi navali;
- interventi con mezzi aerei.

Il controllo del traffico di soccorso, sino al termine delle operazioni di ricerca e soccorso, è coordinato dalla Capitaneria di Porto di Palermo.

Nel caso in esame, essendo l'aeromobile ammarato al largo di Palermo ad una distanza superiore alle 5 miglia nautiche, il piano da attuare era quello relativo al citato "Piano S.A.R. Marittimo Nazionale" (IMRCC/001).

1.15.2.2. Azioni iniziali

Essendo l'aeromobile in contatto radar con Palermo APP, la posizione dello stesso aeromobile, con particolare riferimento a quella relativa all'ammarraggio, era pressoché nota. Le coordinate geografiche comunicate da Palermo APP al comandante del volo AP 2841 (41J) - un B737 in partenza da Palermo per Roma Fiumicino, l'unico aeromobile autorizzato al decollo alle ore 14.00 UTC (16.00 locali) allo scopo di poter velocemente localizzare il relitto - erano le seguenti: 38° 24' 29" N - 013° 30' 31" E. Il B737 era, in effetti, già pronto al decollo prima delle 14.00, ma l'autorizzazione non veniva rilasciata subito, in quanto erano in atto sull'aeroporto di Palermo le operazioni di emergenza previste quando un aeromobile dichiara di voler atterrare in emergenza, come era per il TS-LBB. I VVF erano già stati allertati e schierati per prestare l'e-

ventuale soccorso al TS-LBB. Secondo quanto riferito dal comandante del B737, egli era in ascolto sulla stessa frequenza su cui il TS-LBB comunicava con Palermo APP (120.2 MHz) e l'ultima comunicazione intellegibile avveniva alle 13.35 UTC circa. Egli era pertanto a conoscenza della situazione di emergenza in atto e delle intenzioni del TS-LBB di ammarare (comunicate in frequenza circa 5 minuti prima dell'effettivo ammaraggio). Ricevuta pertanto l'autorizzazione al decollo alle ore 14.00 UTC, dopo circa 8 minuti avvistava il relitto dell'ATR 72, comunicando al controllo di Palermo una posizione molto simile a quella ricevuta (radiale 053° e 22 NM dal TVOR/DME di Palermo "PRS"). La quota mantenuta durante il sorvolo è stata di circa 1500 piedi ed il relitto appariva ancora intatto ed a pelo d'acqua con una prua indicativa di 050°. Nelle immediate vicinanze del relitto non vi erano delle barche di grosse dimensioni; data la quota minima raggiunta (1500 piedi) e le condizioni di luce riflessa dal mare, il comandante non è riuscito a distinguere l'eventuale presenza di superstiti e/o sagome umane. L'aeromobile ha sorvolato il relitto alle ore 16.06 circa locali, effettuando una virata a sinistra di 360° e, quando via radio ha ascoltato che un elicottero era prossimo alla zona di ammaraggio, il comandante del B737 ha richiesto di poter lasciare la zona e di proseguire secondo il piano di volo per la destinazione prevista (Roma Fiumicino).

Egli ha comunque riportato la presenza di due imbarcazioni, lontane dal relitto; la prima, un catamarano, in allontanamento verso Nord, la seconda, invece, una nave di grosse dimensioni, con direzione Ovest.

Dall'ascolto delle registrazioni radio sulle frequenze di soccorso a mare si è constatato che la Torre di controllo di Palermo (Palermo TWR, "Raisi Tower") ha comunicato, poco prima dell'effettivo ammaraggio, alla sala radio della Capitaneria di Porto di Palermo (Compamare), che l'aeromobile si stava dirigendo verso due imbarcazioni ("*sta andando verso due barche.*") e che era a circa 10-12 miglia nautiche Nord, Nord-Est da Capo Gallo. Poco più di un minuto dopo, sempre sulla stessa frequenza, Palermo TWR veniva contattata da una barca a vela ("*Raisi Tower, this is sailing yacht PasseParTout, PasseParTout*"), che comunicava di trovarsi a 12 miglia da Capo Gallo, chiedendo se potesse essere di aiuto ("*Can I help? Over.*"), visto che la sua distanza da Capo Gallo era compatibile con quella comunicata dalla Torre di controllo a Compamare Palermo e che aveva inteso che ci potessero essere dei problemi ("*Is there any problem?*"). Palermo TWR comunicava a tale imbarcazione che un aeromobile avrebbe effettuato un ammaraggio ("*we got an airplane performing an emergency landing over the sea*") e la invitava a contattare Compamare Palermo sul canale 16 (canale VHF marino corrispondente alla fre-

quenza 156.800 MHz, normalmente utilizzato per chiamate di soccorso/emergenza) per l'eventuale coordinamento. Dopo circa 3 minuti, la barca a vela cercava di contattare (in lingua inglese) Compamare Palermo (*"This is sailing yacht PasseParTout, PasseParTout. Do you read? Over."*). Non ottenendo alcuna risposta, dopo circa 2 minuti richiamava Compamare Palermo comunicando in italiano *"Barca a vela PasseParTout"*, non ricevendo ancora alcuna risposta. Non si sono registrate su tale frequenza altre chiamate da parte della citata barca a vela. E' da evidenziare, comunque, che le comunicazioni radio sul canale marino erano molto disturbate. Lo skipper della citata barca a vela, contattato dopo l'incidente, ha confermato che tale imbarcazione era un catamarano in navigazione da Formentera (Spagna) verso l'isola di Vulcano (Italia) e che si trovava a circa 12 miglia da Capo Gallo. Egli, ascoltando il canale 16, aveva realizzato che vi era un'emergenza in atto riguardante un ammaraggio di un aeromobile nella zona di mare in cui stava navigando ed aveva offerto la propria disponibilità a fornire collaborazione. Lo stesso ha contattato Compamare, come da indicazioni ricevute dalla Torre di controllo di Palermo, ma non avendo ricevuto risposta e consapevole dei soccorsi già in atto, decideva di proseguire la navigazione. Lo stesso skipper ha inoltre dichiarato di non avere visto l'aeromobile e di non aver assistito all'amaraggio.

Non si è riusciti a determinare l'esatta identificazione dell'altra nave, la cui presenza in mare è stata comunicata in frequenza sia dal TS-LBB prima dell'amaraggio, che dal comandante del B737 nel corso della ricognizione effettuata. E' molto probabile, comunque, che l'equipaggio della nave non si sia accorto di nulla, in quanto, come noto, l'ATR 72 ha effettuato l'amaraggio con i motori in avaria e l'elica in bandiera e quindi senza il caratteristico rumore, che avrebbe potuto, in qualche modo, attirare l'attenzione.

L'elicottero menzionato in precedenza è stato il secondo aeromobile ad arrivare sul luogo dell'amaraggio ed ha coordinato le operazioni aeree nella zona interessata.

L'elicottero era un AB-412, marche di immatricolazione I-BRMA, in servizio "118" nella regione Sicilia, di stanza a Lampedusa. Alle ore 13.45 UTC circa era decollato dall'Ospedale Cervello di Palermo, dove era precedentemente atterrato per un servizio di elisoccorso, per fare ritorno alla base di Lampedusa. Sulla verticale di Altofonte, Palermo TWR comunicava all'elicottero che vi era stato un ammaraggio al largo di Capo Gallo e lo invitava a dirigersi sul posto per i primi soccorsi (13.59 UTC circa). Le coordinate del relitto rilevate dall'I-BRMA, giunto sul

luogo dell'ammarraggio, erano 38° 23' 35" N - 013° 27' 01" E. I-BRMA è arrivato sul luogo interessato alle ore 16.10 locali, 4 minuti dopo il sorvolo da parte del B737 citato precedentemente. L'elicottero era equipaggiato per il trasporto d'urgenza del servizio "118" e pertanto non aveva la possibilità di recuperare tramite un verricello le persone in mare. Ha comunque prestato assistenza, per quanto possibile, ai superstiti; in particolare, alle 16.36 locali, ha avvistato un uomo in mare senza giubbotto di salvataggio ed ha lanciato un proprio salvagente in dotazione che è stato recuperato ed utilizzato dallo stesso uomo in mare. Secondo quanto riportato dal comandante dell'elicottero, alle ore 16.25 locali circa (46 minuti dall'ammarraggio), la prima motovedetta della Capitaneria di Porto ha prestato i primi soccorsi ai superstiti, recuperando quelli che erano sulle semiali. Quattro minuti dopo è arrivata un'altra motovedetta, che ha iniziato a recuperare le persone in acqua. La sequenza in dettaglio delle operazioni di immediato soccorso, come riferite dal comandante dell'elicottero I-BRMA, sono riportate in dettaglio in Allegato "G".

1.15.2.3. Operazioni svolte dalla Capitaneria di Porto di Palermo

Il 12° Maritime Rescue Sub Centre della Direzione Marittima di Palermo, ovvero il centro competente per area per il coordinamento delle ricerche e salvataggio in mare, è stato informato - oltre che dal Rescue Coordination Center (RCC) del Comando Operativo delle Forze Aeree (COFA) di Poggio Renatico (FE) della situazione di emergenza e ammaraggio dell'ATR 72 - anche dalla TWR di Palermo a mezzo linea diretta punto punto.

L'Aeronautica Militare Italiana, per la parte di propria competenza, ha partecipato alle operazioni di ricerca e soccorso, allertando, tramite il Centro Radar interessato dalla zona delle operazioni, la catena di Comando e Controllo prevista. In particolare, è stato inviato dal centro competente per zona territoriale, l'82° Centro Search and Rescue (SAR) di stanza sull'aeroporto militare di Trapani Birgi, un elicottero HH-3F adibito ad effettuare operazioni di ricerca e soccorso.

Di seguito si riportano le fasi più significative dell'attività di ricerca e salvataggio coordinata dalla Capitaneria di Porto di Palermo.

Alle 13.24 Palermo TWR informava la sala operativa del 12° MRSC che un ATR 72 stava per effettuare un atterraggio di emergenza sull'aeroporto di Punta Raisi per problemi tecnici e immediatamente veniva disposto l'intervento di motovedette da Terrasini. Una unità faceva rientro in sede a causa delle avverse condizioni meteomarine. Contestualmente si disponeva anche l'invio

di unità navali dal porto di Palermo (gli ormeggi venivano mollati alle 13.35 circa).

Circa 10 minuti dopo la prima comunicazione, la TWR informava che l'aeromobile era impossibilitato a raggiungere l'aeroporto e che era ammarato a circa 12 NM a NE di Capo Gallo. Il 12° MRSC disponeva pertanto l'immediato intervento di ulteriori mezzi aeronavali, in particolare dei seguenti:

- 7 motovedette (M/V) della Capitaneria di Porto (6 dal porto di Palermo e una da Locamare Terrasini);
- 1 M/V dei Carabinieri, 3 della Guardia di Finanza e 1 della Polizia di Stato;
- 1 M/V dei Vigili del Fuoco dal porto di Trapani;
- 2 gommoni privati con a bordo personale Locamare Terrasini;
- 1 unità specializzata idroambulanza del Corpo della Croce Rossa;
- 3 elicotteri (A109 dei Carabinieri, AB-412 dei Vigili del Fuoco, SH-3D della Marina Militare Italiana proveniente da Catania).

L'aliscafo "Giorgione" della società Siremar in navigazione da Palermo a Ustica veniva dirottato nella zona dell'ammarraggio per prestare eventualmente soccorso.

Alle ore 14.16 circa la TWR comunicava che un mezzo aereo aveva raggiunto la zona dell'ammarraggio e l'aeromobile era semisommerso con dei naufraghi sulle ali.

Alle 14.22 circa, due motovedette (CP 849 e la CP 2205) hanno raggiunto per prime il luogo dell'ammarraggio. L'aeromobile si presentava con le semiali e parte della fusoliera centrale che galleggiavano (la parte anteriore ed il troncone di coda, dopo una prima fase in cui erano rimasti semisommersi, si sono staccati completamente dalle semiali e sono colati a picco). Alcuni passeggeri erano riusciti a salire sul dorso delle semiali. In acqua erano presenti diversi naufraghi e corpi privi di vita con giubbotto di salvataggio indossato.

Lo stesso giorno dell'ammarraggio sono stati recuperati in totale 23 naufraghi e 13 corpi di persone decedute. Altre tre persone presenti a bordo dell'aeromobile erano disperse. Le ricerche sono poi proseguite nei giorni successivi, senza però individuare alcun disperso. In effetti i corpi dei tre dispersi sono stati recuperati nel corso delle operazioni di recupero del relitto effettuate nel periodo 27 agosto/2 settembre 2005 (vedere paragrafo 1.15.1.3.).

Le semiali, con la parte di fusoliera centrale collegata, sono state agganciate e trainate da motovedette della CP, coadiuvate da personale dei VVF, presso il porto di Palermo, dove giungevano alle ore 01.00 locali del 7 agosto 2005.



Foto 68: recupero semiali.

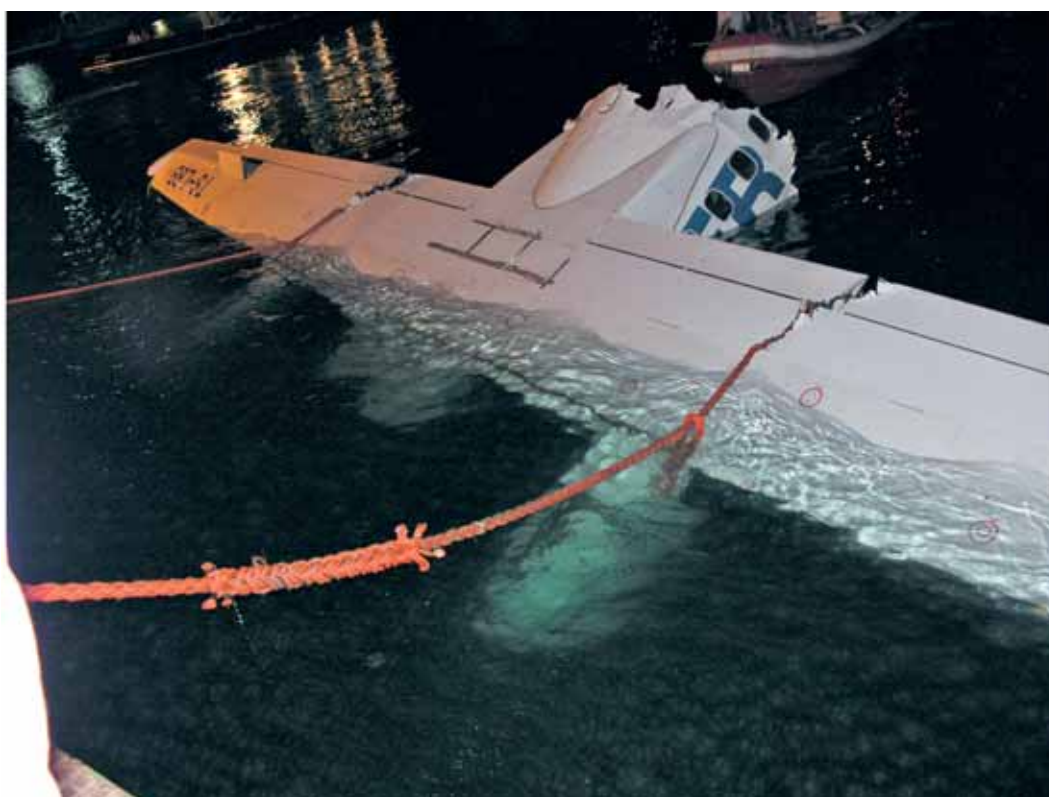


Foto 69: recupero semiali, arrivo nel porto di Palermo.



Foto 70: particolare posizione elica motore destro (bandiera).



Foto 71: semiali con parte fusoliera centrale e motori dopo il recupero.



Foto 72: semiali e motori dopo il recupero, particolare zona fusoliera centrale, vista frontale.



Foto 73: semiali e motori dopo il recupero, vista di insieme.

1.15.3. Lesioni riportate dai passeggeri e loro posizione a bordo

Lo schema riportato in figura 21 illustra la posizione occupata a bordo dai passeggeri e dai membri dell'equipaggio del TS-LBB, differenziando con il colore verde i sopravvissuti e con il colore rosso i passeggeri che hanno riportato lesioni mortali.

Si evidenzia che la coda dell'aeromobile si è staccata in corrispondenza della fila 13 e la linea di rottura ha interessato anche parte della fila 14. I passeggeri che occupavano i posti 14A e 14C hanno riportato, infatti, lesioni mortali caratterizzate da gravi lesioni al cranio ed al torace. Il capo cabina, anch'egli nella parte posteriore dell'aeromobile, ha riportato lesioni mortali, con ferite lacero-contuse in gran parte del corpo. Egli è stato ritrovato in mare ancora seduto al proprio posto, che si è completamente divelto dalla struttura del pavimento cabina.

I rimanenti 10 passeggeri che occupavano le file 14 (D e F), 15, 16 e 18 sono tutti sopravvissuti ed hanno riportato lesioni che hanno comportato pochi giorni di degenza ospedaliera, contrariamente agli altri passeggeri che occupavano le file anteriori e centrali.

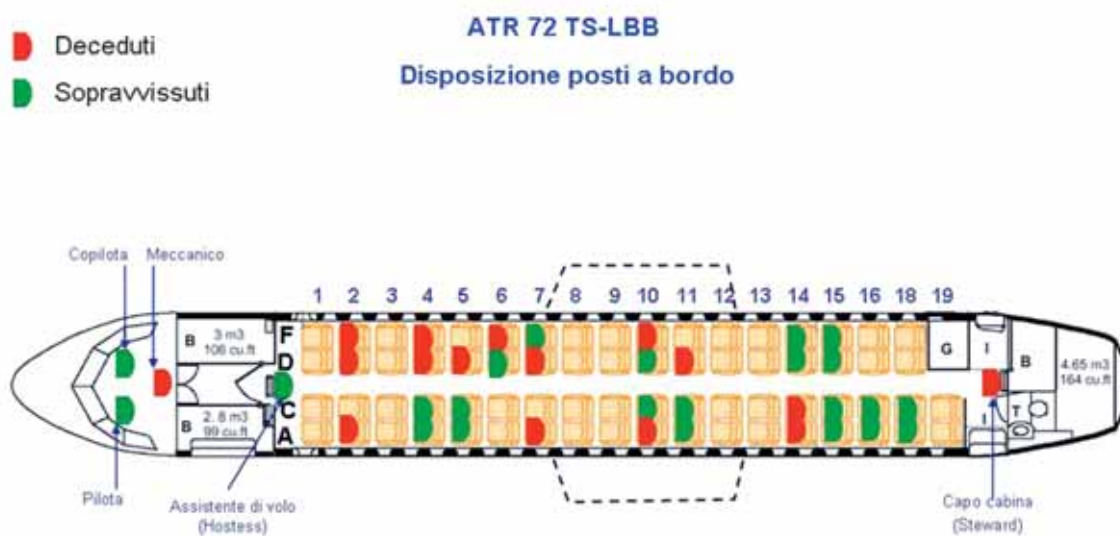


Figura 21: disposizione posti a bordo.

Le lesioni traumatiche riportate dai passeggeri che hanno subito ferite mortali riguardavano, in generale, lacerazioni in gran parte del corpo e quelle interessanti il capo erano riconducibili ad azioni contusive, a seguito del violento impatto contro superfici rigide dell'aeromobile.

La maggior parte dei passeggeri che hanno riportato lesioni mortali occupava posti nella parte anteriore destra della cabina ed in corrispondenza delle linee di rottura della stessa. Essi hanno riportato dei gravissimi traumi facciali ed encefalici, toraco-addominali e fratture varie degli arti inferiori. In particolare, alcuni di loro hanno riportato delle fratture a scoppio a livello vertebrale-dorsale, la cui origine è tipicamente dovuta a forti sollecitazioni sul piano verticale. Gli altri passeggeri deceduti hanno riportato un arresto cardio-circolatorio per asfissia acuta da annegamento (8 su 13 corpi recuperati il giorno stesso dell'evento); questi ultimi hanno in generale riportato anche delle gravi lesioni traumatiche, le quali hanno, molto probabilmente, impedito qualunque movimento.

Per quanto riguarda i tre corpi recuperati in fondo al mare nel corso delle operazioni di recupero (vedasi paragrafo 1.15.1.), uno era del meccanico che al momento dell'ammiraglio era presente in cabina di pilotaggio, gli altri due di passeggeri che occupavano posti sul lato destro dell'aeromobile. Per queste tre persone, in realtà, è stato difficile attribuire con certezza la causa del decesso.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

1.16.1. Introduzione

Il relitto con tutti i suoi componenti, sin dall'inizio dell'inchiesta tecnica, è stato sottoposto a sequestro giudiziario e pertanto tutte le prove effettuate, ivi incluse quelle sui campioni di carburante prelevati dai serbatoi alari, sono state condotte dall'Autorità giudiziaria competente. Il personale investigativo dell'ANSV ha potuto partecipare solo come osservatore ad alcune prove effettuate; tale possibilità non sempre è stata assicurata ai rappresentanti accreditati degli Stati aventi diritto. I risultati sono stati comunque resi disponibili. Di seguito si riportano, in dettaglio, le prove e le ricerche effettuate considerate di maggiore interesse per la determinazione della causa e dei fattori contributivi dell'incidente.

1.16.2. Analisi tecniche sul relitto, componenti e sistemi

Esami chimici su carburante/liquidi

Il prelievo del carburante/liquido contenuto nei serbatoi alari ed in parte nei motori è stato effettuato il giorno 8 agosto 2005, dopo aver recuperato la parte centrale della fusoliera con i motori e le rispettive gondole. Il 10 agosto 2005 è stato anche prelevato del carburante dall'autobotte che aveva rifornito l'aeromobile a Bari prima della partenza. I campioni di olio motore e di carburante/liquido sono stati inviati presso i laboratori del Centro Sperimentale Volo (CSV) del Comando Logistico dell'Aeronautica Militare Italiana per effettuare le necessarie analisi chimico-fisiche.

L'analisi spettroscopica, effettuata al fine di valutare l'eventuale presenza di contaminanti, ha dato esito negativo. In particolare, non sono stati rilevati assorbimenti anomali tali da ipotizzare contaminazione con altri prodotti. I risultati dell'analisi gas-cromatografica hanno escluso l'eventuale contaminazione con prodotti idrocarburi differenti da quelli previsti. I valori delle caratteristiche chimico-fisiche determinate sui campioni di combustibile rientravano nei limiti prescritti dalla normativa ASTM D 1655, che definisce, tra l'altro, le caratteristiche chimico-fisiche del carburante avio grado Jet A1. In sostanza, le analisi strumentali sui campioni di fluido prelevati non hanno evidenziato anomalie, permettendo, così, di escludere contaminazioni con altre sostanze.

Recupero dati scatole di controllo elettronico dei motori PWC 124 (Electronic Engine Control – EEC)

Le due EEC (una per ogni motore, modello EEC132-30), oltre a controllare e regolare il flusso di carburante al motore, congiuntamente al Mechanical Fuel Control (MFC), registrano eventuali avarie (*fault*) associabili al funzionamento del motore corrispondente. Non è possibile, comunque, associare le eventuali avarie registrate con un periodo temporale. Le operazioni di recupero dei dati registrati dalle memorie non volatili delle due unità EEC sono state eseguite presso la sede del costruttore - Hamilton Sundstrand (Connecticut, USA) - nel periodo 19-20 settembre 2005.

Tali memorie, anche se non alimentate, mantengono la registrazione dei codici di malfunzionamento verificatisi a partire dall'ultima operazione di manutenzione effettuata sull'apparato.

E' da rilevare che la EEC del motore destro non riportava la targhetta identificativa con il P/N e S/N. La EEC del motore sinistro presentava, invece, la targhetta con il P/N 805813-1-005 e S/N 910805510. I motori sono stati immersi in acqua per notevole tempo e non è stato possibile sta-

bilire, comunque, con ragionevole certezza, se la targhetta identificativa della EEC del motore destro fosse presente prima dell'evento o meno.



Foto 74: EEC dei motori. Notare quella a sinistra relativa al motore destro, senza targhetta identificativa.



Foto 75: circuiti interni EEC.

L'estrazione dei dati dalle memorie delle EEC è stata effettuata da personale specializzato del costruttore.

L'operazione di recupero dei dati ha avuto esito favorevole, anche in virtù delle buone condizioni degli apparati. I dati recuperati consistono nell'elenco dei codici di guasto, non associati ad un parametro temporale che indichi quando si siano esattamente verificati, occorsi dopo l'ultimo *reset* dell'apparato.

Dall'analisi dei suddetti dati si può ragionevolmente affermare che i motori non abbiano subito particolari avarie, come ad esempio alta temperatura turbina, stallo compressore e/o malfunzionamenti di componenti interni associabili ad uno spegnimento dei motori non comandato.

1.16.2.1. Analisi motori

I motori e le eliche del velivolo TS-LBB, dopo l'impatto dell'aeromobile con la superficie del mare, sono rimasti agganciati alle semiali, che non sono affondate. Nella notte tra il 6 ed il 7 agosto 2005 il troncone centrale del relitto è stato rimorchiato nel porto di Palermo e tirato in secca sulla banchina. Su indicazione del personale ANSV, lì presente, si è provveduto a risciacquare immediatamente il relitto con acqua dolce, al fine di rallentare i processi corrosivi.

Come già riportato in precedenza nel paragrafo 1.12.3., l'esame a vista, condotto sul posto, ha evidenziato:

- la sostanziale integrità delle pale dell'elica, che presentavano unicamente i danni prodottisi durante la fase di recupero e di deposito sulla banchina del porto (piegatura);
- passo delle eliche corrispondente alla posizione *feather* (posizione cosiddetta "in bandiera" o di minima resistenza all'avanzamento);
- nessuna evidenza di perdite di carburante o lubrificanti;
- nessuna evidenza di danni alle linee di alimentazione.

Il relitto, comprensivo dei motori, è stato lasciato esposto all'azione della salsedine e delle intemperie prima nel porto di Palermo e poi presso l'aeroporto di Palermo Bocca di Falco fino al 28 settembre 2005, quando si è proceduto alla rimozione delle eliche e dei motori.

Durante la rimozione dell'elica destra è stato rinvenuto uno spezzone di cavo d'acciaio, lungo circa 4 metri, attorcigliato all'albero motore.

Tra il 17 ed il 21 ottobre 2005 i motori sono stati sottoposti ad indagini presso un'organizzazione manutentiva approvata, mirate ad identificare eventuali avarie all'origine dell'evento¹⁶.

Dopo il completo smontaggio si è proceduto alla verifica dello stato dei componenti ed al con-

¹⁶ Un rappresentante della ANSV ha presenziato, in qualità di osservatore, ad alcune fasi dello smontaggio dei motori, effettuato sotto il controllo dei consulenti tecnici dell'Autorità giudiziaria competente.

trollo della configurazione di entrambi i motori (corrispondenza tra accessori e componenti effettivamente installati e quelli risultanti dalla documentazione tecnico-manutentiva). Nel corso delle operazioni di smontaggio è stata anche effettuata una prova funzionale sugli iniettori appartenenti ai due motori in esame. Le prove hanno dato esito positivo.

1.16.2.1.1. Risultanze delle indagini sui motori

L'esame di tutti i componenti dei due motori non ha evidenziato avarie o rotture che possano essere messe in relazione allo spegnimento occorso in volo.

Il grado di usura delle parti riscontrato è congruente con le ore di servizio accumulate, mentre l'estesa corrosione, in particolare delle parti in magnesio, è chiaramente ascrivibile all'esposizione all'azione dell'acqua di mare e della salsedine.

I *metal chip detectors* esaminati erano privi di depositi metallici, indice del buon funzionamento di cuscinetti e scatole ad ingranaggi.

Nel corso dello smontaggio sono state riscontrate delle non conformità di installazione, quali:

- alcuni organi di collegamento (viti, bulloni, rondelle e distanziali) e guarnizioni diversi da quelli previsti a disegno;
- fascette di ancoraggio di tubazioni idrauliche e di cavi elettrici fissate in modo non corretto o prive degli inserti in materiale plastico;
- serraggio insufficiente di organi di collegamento.

Le non conformità sopra descritte non hanno dato luogo a malfunzionamenti in qualche modo correlabili all'evento.

1.16.3. Prove di rifornimento al suolo

Allo scopo di verificare la funzionalità e l'effetto dell'installazione di un FQI tipo ATR 42 su di un ATR 72 sono state effettuate delle prove di rifornimento al suolo utilizzando un aeromobile ATR 72 dello stesso tipo di quello incidentato.

Le prove sono state effettuate presso l'aeroporto di Roma Fiumicino il 5 settembre 2005, utilizzando un FQI tipo ATR 72, già installato sull'aeromobile, con P/N 749-759 e S/N 0315 ed uno tipo ATR 42 con P/N 748-465-5 e S/N 115.

La quantità iniziale di carburante presente a bordo era di 600 kg, ripartiti in 300 kg per serbatoio. La procedura consisteva nel verificare la quantità di carburante indicata dai due FQI, installati uno per volta, all'aumentare della quantità di carburante secondo la seguente sequenza:

- immissione di 200 kg circa di carburante e lettura delle indicazioni dei FQI (vedere foto seguenti);

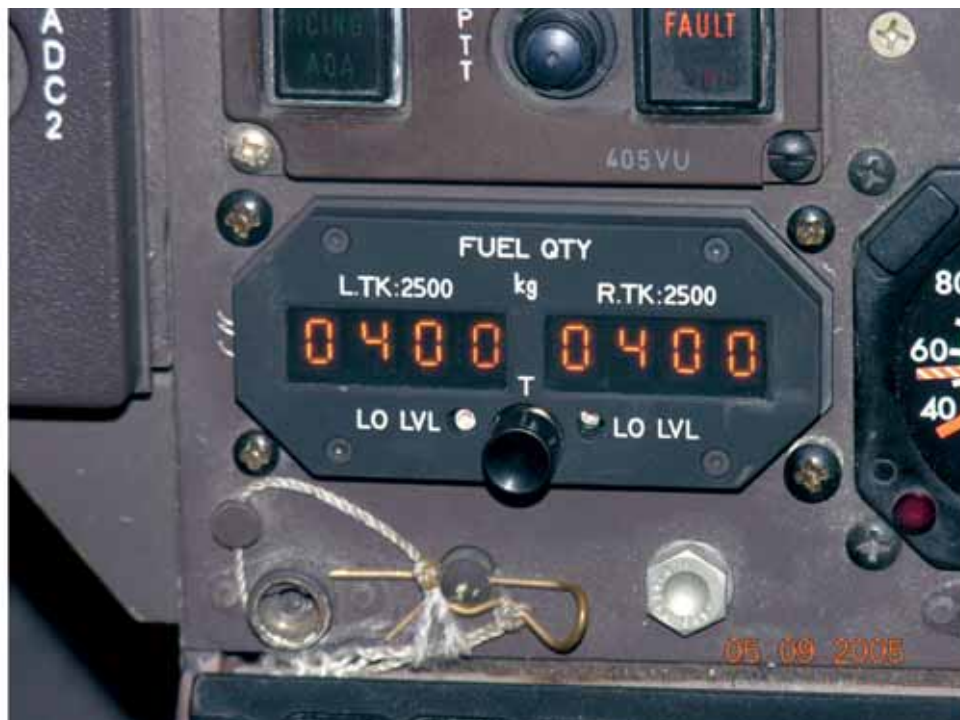


Foto 76: indicazione FQI ATR 72 su un ATR 72 con 400+400 kg di carburante per serbatoio.



Foto 77: indicazione FQI ATR 42 su un ATR 72 con 400+400 kg di carburante per serbatoio.

- selezione di 3800 kg totali nel pannellino esterno e rifornimento in modo automatico, lasciando montato il FQI tipo ATR 42 e verifica della quantità indicata ed effettivamente immessa;



Foto 78: indicazione FQI ATR 42 su un ATR 72 con 3800 kg circa selezionati.

- sostituzione del FQI con quello di tipo ATR 72 e verifica della quantità indicata;

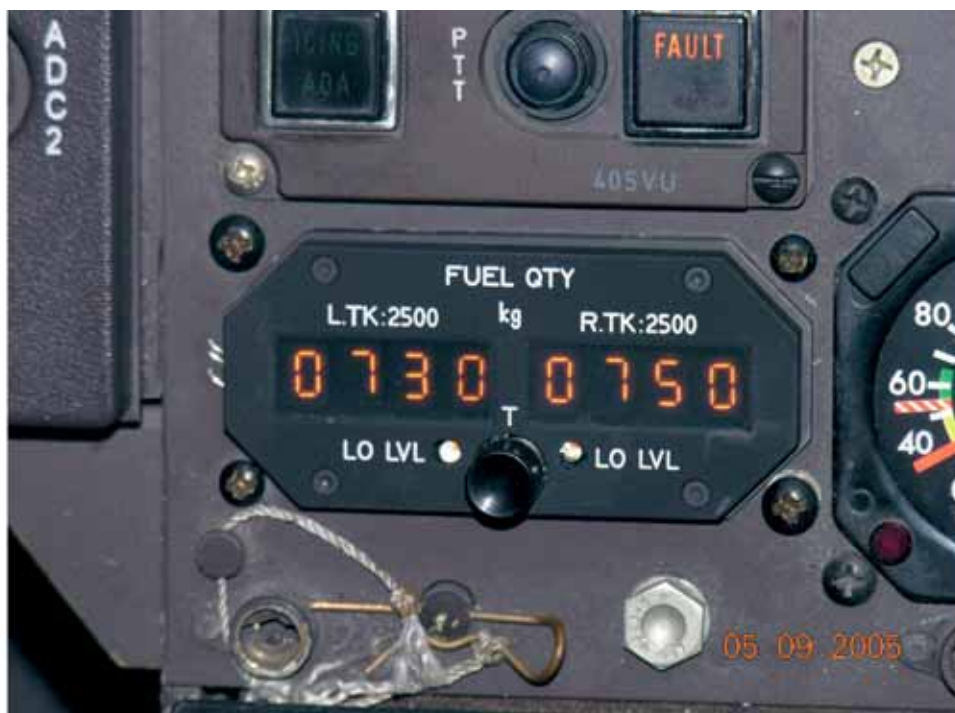


Foto 79: indicazione FQI ATR 72 su un ATR 72 con 3800 kg circa selezionati (totale effettivamente presente pari circa 1500 kg).

- selezione di 2000 kg totali nel pannellino esterno e rifornimento in modo automatico con il FQI tipo ATR 72 installato e verifica della quantità indicata ed effettivamente immessa;
- sostituzione del FQI con quello di tipo ATR 42 e verifica della quantità indicata.

1.16.3.1. Risultati delle prove di rifornimento

I rifornimenti effettuati secondo la procedura sopra descritta hanno consentito di avere 4 valori per ogni tipo di FQI installato, che hanno permesso di valutare gli effetti sull'indicazione della quantità di carburante.

I risultati sono raffigurati in dettaglio nel grafico riportato di seguito.

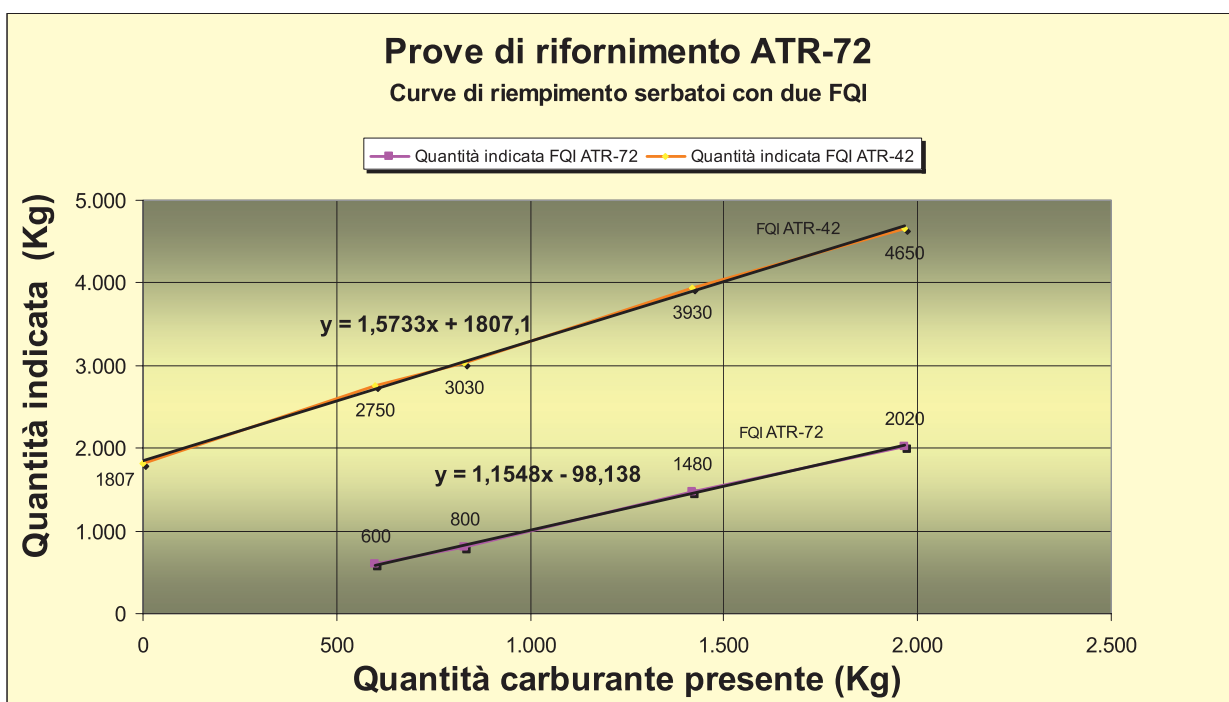


Figura 22: curve sperimentali di riempimento serbatoi con due FQI.

Dall'analisi dei risultati è possibile, pertanto, affermare che la quantità indicata da un FQI tipo ATR 42 installato su di un aeromobile ATR 72 è superiore rispetto a quella effettivamente presente nei serbatoi e segue una legge di variazione lineare, indicata nel grafico stesso. In particolare, estrapolando i dati fino al valore di 0 kg, l'indicazione del FQI tipo ATR 42 è pari a circa 1800 kg, che corrisponde alla quantità comunicata dall'equipaggio del TS-LBB al controllore del traffico aereo con cui era in contatto, prima dell'ammarraggio.

Per carburante a bordo pari a zero, lo strumento ATR 42 indica la presenza di 900 kg per ciascun serbatoio (cioè la quantità totale di carburante a bordo indicato dal FQI è pari o superiore a 1800 kg). In sostanza, la quantità indicata dal FQI del TS-LBB prima dell'ammarraggio era di 1800 kg (900 per serbatoio) e, pertanto, la quantità effettivamente presente nei serbatoi era pari a 0 kg.

1.16.4. Simulazione della ricerca di un FQI di ricambio

Nel corso di una visita presso l'organizzazione tecnico-manutentiva dell'esercente è stata effettuata una simulazione della ricerca di un particolare FQI efficiente, utilizzando i sistemi informatici a disposizione del personale della manutenzione di linea.

Il personale incaricato di verificare la disponibilità delle parti di ricambio utilizza due videotermini, posti in uno stesso locale a breve distanza l'uno dall'altro; uno dei due terminali è dedicato alla visualizzazione dell'Illustrated Part Catalogue (IPC), l'altro alla interrogazione del sistema di gestione delle parti di ricambio. Dopo aver consultato a video l'IPC, correttamente aggiornato, è stato utilizzato il secondo videoterminale per cercare un FQI applicabile al velivolo ATR 72 digitando nella maschera di ricerca del sistema[®] AMASIS i tre P/N indicati dall'IPC (748-681-2, 749-160 e 749-759).

Così come descritto dal manuale di utilizzo, il sistema restituisce a video le informazioni logistiche relative al particolare contraddistinto dal P/N ricercato solo se esso risulta conosciuto dal sistema, viceversa appaiono le informazioni relative al particolare contraddistinto dal P/N alfanumericamente successivo. Coerentemente con tale logica di funzionamento, digitando il P/N 748-681-2 il sistema ha restituito il P/N 748-722 immediatamente successivo, denominato INDICATOR FUEL REPEATER, mentre digitando i P/N 749-160 e 749-759 il sistema ha restituito per entrambi il P/N 749A00000-02 denominato CHAMBRE AIR PLENUM.

E' stata successivamente effettuata la stessa ricerca utilizzando il P/N 748681-2, omettendo cioè il tratto presente tra il primo ed il secondo gruppo di cifre; lo stesso P/N è stampigliato (si veda la foto 80) sul FQI S/N 179, rimosso dal velivolo TS-LBB per essere sostituito. In questo caso il videoterminale ha restituito le informazioni relative proprio al P/N 748681-2 denominato INDICATOR.



Foto 80: targhetta (data plate) FQI S/N 179.

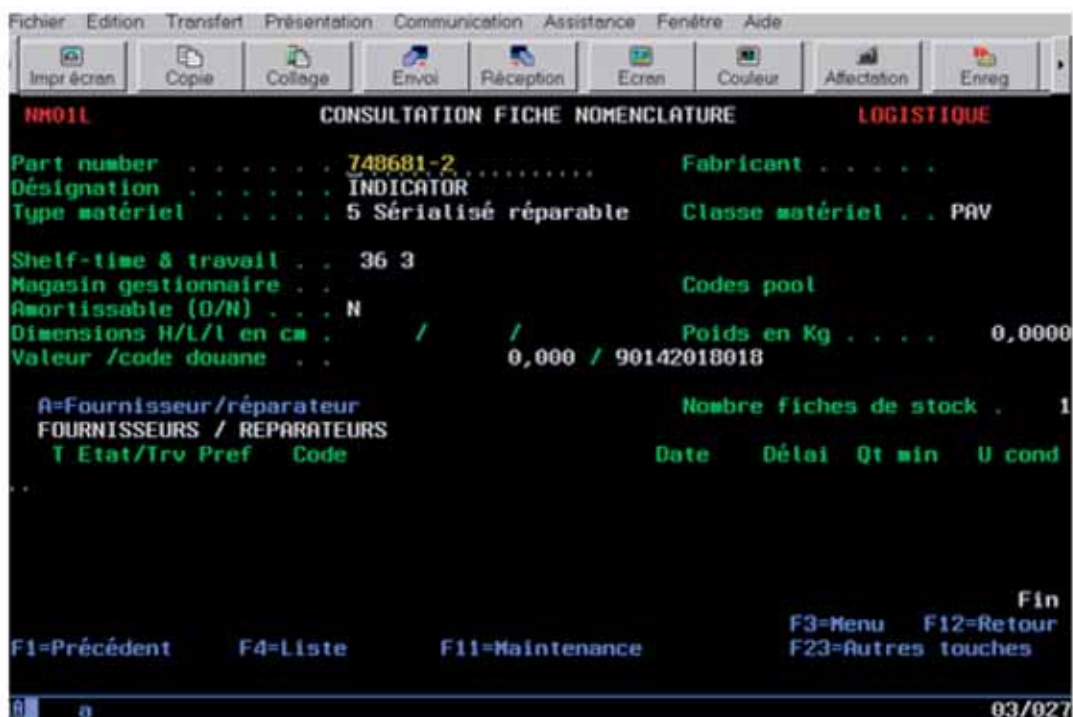


Foto 81: informazioni fornite per il P/N 748681-2.

Le prove effettuate hanno evidenziato quanto segue.

- Nel sistema di gestione delle parti di ricambio dell' esercente (®AMASIS) non erano stati inseriti i P/N relativi ai FQI applicabili al velivolo ATR 72 così come riportati dall'IPC, ma secondo quanto riportato nella JAA FORM ONE e sulla targhetta identificativa (*Data Plate*) del FQI.
- Il sistema ®AMASIS riconosce come carattere significativo anche i trattini posti tra gruppi alfanumerici.
- Il P/N stampigliato dal costruttore Inter technique sul FQI S/N 179 è diverso da quello riportato dall'IPC del velivolo ATR 72, in quanto è assente il tratto dopo il gruppo di cifre 748. Il P/N 748681-2 è anche riportato sul documento denominato "Authorised release certificate - Airworthiness approval tag" (successivamente sostituito dal JAA FORM ONE, ora EASA FORM ONE); il P/N riportato nell'IPC dell'ATR riflette il P/N di certificazione identificativo determinato da Inter technique.
- La denominazione del particolare P/N 748681-2 inserita nel sistema logistico è diversa da quella riportata sull'IPC, ma in accordo all'identificativo riportato nella JAA FORM ONE e sulla targhetta identificativa del FQI (*Data Plate*).
- La denominazione dei particolari inserita a sistema non sempre corrisponde a quella riportata dall'IPC.

1.16.5. Prove verifica prestazioni aeromobile

Nella pratica delle investigazioni su incidenti aerei, le prestazioni dell'aeromobile coinvolto vengono normalmente verificate attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo *ad hoc* (*computer performance based calculations*), che hanno dei margini di errore quantificabili ed i cui risultati vengono validati da prove di volo sperimentali e anche attraverso gli stessi dati dei registratori di bordo. L'utilizzo dei simulatori di volo è, invece, normalmente effettuato allo scopo di verificare, analizzare e valutare gli aspetti del fattore umano (*human factor*) e di gestione delle risorse all'interno della cabina di pilotaggio. Ciò viene effettuato utilizzando le informazioni contenute nei registratori di bordo, in particolar modo di quelle del CVR, al fine di verificare le azioni effettuate dall'equipaggio in condizioni particolari di stress associate alla avaria/e da gestire.

Alcuni degli algoritmi utilizzati vengono impiegati anche per i programmi di simulazione adoperati nei simulatori di volo, dove, però, essi sono integrati con altri algoritmi che riguardano la simulazione dei vari sistemi/impianti dell'aeromobile. L'affidabilità dei risultati ottenuti in termini di prestazioni velivolo di un simulatore non è considerata normalmente rappresentativa del reale comportamento dell'aeromobile, specie nelle condizioni al limite dell'involuppo di volo certificato. I simulatori sono, in effetti, ottimizzati per simulare il comportamento dell'aeromobile e dei suoi sistemi in condizioni normali di funzionamento e, per quanto riguarda la simulazione delle avarie, essi sono utilizzati per verificare, come ribadito in precedenza, gli aspetti comportamentali dell'equipaggio e di gestione operativa dell'avaria.

Essi sono progettati, pertanto, per le esigenze addestrative degli equipaggi e specificatamente per gli aspetti di gestione delle situazioni anormali e di emergenza, o di condizioni operative marginali.

La determinazione e/o la verifica delle prestazioni di un aeromobile non possono essere generalmente riprodotte in modo completamente fedele nei simulatori di volo.

1.16.5.1. Programma di calcolo ATR

Utilizzando come dati di ingresso quelli relativi alle condizioni in cui si trovava l'aeromobile nel momento dello spegnimento del primo motore¹⁷ e la distanza stimata sulla base dei dati radar (39° 13' 19" N - 013° 35' 46" E, pari a circa 66,64 NM dalla testata pista 20 di Palermo), attraverso un codice di calcolo a sei gradi di libertà, normalmente impiegato dal costruttore nella determinazione e verifica delle prestazioni aerodinamiche dell'ATR 72, è stato possibile effet-

¹⁷ Per quanto riguarda il valore della velocità V_{MHB} prevista per la massima efficienza si è scelto quella corrispondente alla massa "fittizia" di 19.000 kg: massa reale aeromobile + massa carburante (pari a 1800 kg che il pilota pensava fosse presente nei serbatoi).

tuare una simulazione della traiettoria assunta dall'aeromobile, con lo scopo di stimare la distanza orizzontale teorica percorribile. E' stato, inoltre, possibile stimare l'effetto della maggiore resistenza eventualmente determinata dal mancato posizionamento delle eliche dei motori in posizione di bandiera (*feather*) a seguito dello spegnimento dei motori stessi. Il codice di calcolo è stato preventivamente validato utilizzando i dati del FDR.

Le simulazioni effettuate hanno considerato come parametri iniziali i seguenti:

- massa aeromobile: 17.000 kg;
- CG = 25% CMA;
- temperatura: ISA+10°C;
- velocità di massima efficienza (ottimale per la planata) dopo lo spegnimento del secondo motore: 137 nodi (corrispondente alla massa "fittizia" di 19.000 kg).

Il modello ha utilizzato i dati di *torque* dei motori registrati dal FDR ed ha considerato le eliche in bandiera (condizione di minima resistenza all'avanzamento) dopo 60 secondi dallo spegnimento effettivo di ogni singolo motore (NH = 0%).

Iniziando dalla prima piantata motore, il codice di calcolo ha determinato la distanza orizzontale percorsa dall'aeromobile con e senza l'effetto del vento. Sostanzialmente si è dimostrato, solamente da un punto di vista prettamente teorico, che, con l'applicazione delle previste procedure nelle condizioni di avaria di entrambi i motori (mantenendo in particolar modo la velocità di massima efficienza), l'aeromobile sarebbe stato in grado di raggiungere l'aeroporto di Palermo. L'effetto della rotazione delle eliche per *windmilling* (condizione di rotazione indotta dalla posizione delle eliche non in bandiera) comporta una diminuzione della distanza percorribile di circa 25,4 NM.

1.16.5.2. Prove al simulatore

Come sarà meglio precisato nel successivo paragrafo 1.18.1., relativamente all'utilizzazione dei dati contenuti nel FDR e CVR da parte dell'ANSV, solo alla fine del 2006 quest'ultima ha potuto divulgare agli Stati accreditati nell'inchiesta tecnica le informazioni inerenti i dati registrati nei suddetti apparati. Conseguentemente, soltanto a partire da tale data è stato possibile effettuare delle prove al simulatore utilizzando i dati suddetti, essendosi concretizzata la possibilità di condividerli con altri soggetti.

Le prove sono state effettuate il 31 gennaio 2007 presso il simulatore dell'ATR a Tolosa (Francia), messo a disposizione attraverso la richiesta fatta dall'ANSV all'omologo ente di investigazione francese (BEA), accreditato come Stato di costruzione nell'inchiesta tecnica, che ha contribuito a curare la parte logistica ed organizzativa delle prove.

Lo scopo delle prove è consistito nel verificare/valutare la difficoltà da parte di un equipaggio di volo nel gestire, in condizioni di una doppia avaria ai motori e conseguente avaria elettrica, come è stato nel caso del volo TUI 1153, problematiche quali la condotta dell'aeromobile in termini di velocità ed assetto, le comunicazioni con gli enti del traffico aereo interessati e le comunicazioni interne alla cabina di pilotaggio e passeggeri.

In particolare, si è riprodotto, sulla base dei dati ricavati dai registratori di bordo e dei dati radar, il volo ad iniziare dallo spegnimento del primo motore, fino al completo arresto dell'aeromobile (impatto con il terreno/acqua o atterraggio sulla pista 20 dell'aeroporto di Palermo Punta Raisi). La sessione al simulatore è stata preceduta da un *briefing* finalizzato ad informare dettagliatamente gli equipaggi coinvolti sugli obiettivi ed il profilo della missione e su tutti i particolari relativi alla dinamica dell'evento.

Nel corso delle avarie, è stato suggerito agli equipaggi di attenersi alle procedure previste dai manuali applicabili al TS-LBB. I tempi di successione di applicazione delle avarie ai motori sono stati quelli relativi all'effettivo tempo riscontrato nei registratori di bordo del TS-LBB.

Equipaggi utilizzati

Sono state effettuate due simulazioni con equipaggi diversi. Il primo era costituito da due comandanti in servizio in una compagnia aerea che utilizza nella propria flotta ATR 42 e 72, con notevole esperienza di volo sull'ATR 72 ed aventi entrambi la qualifica di controllori, ricoprendo altresì, rispettivamente, l'incarico di capo pilota e di responsabile dell'addestramento; l'altro equipaggio era costituito da un comandante della società ATR e da un comandante in servizio presso l'operatore dell'aeromobile coinvolto nell'evento con rilevante esperienza di volo sul tipo (che era anche uno dei consulenti del rappresentante accreditato tunisino).

Caratteristiche principali simulatore

Il simulatore ATR 72-200 FFS3 soddisfa i requisiti previsti dalla normativa applicabile JAR-STD 1A ed è qualificato per il Livello C. Tale simulatore è ubicato presso il Centro di addestramento dell'ATR a Blagnac (Tolosa, Francia) ed ha come marche di immatricolazione F-ATCS. Ha la certificazione n. F-106 rilasciata dalla Direzione Generale dell'Aviazione Civile francese, valida fino al 31 agosto 2008.

Condizioni iniziali e dati iniziali di preparazione per il simulatore

Le condizioni iniziali in termini di posizionamento geografico dell'aeromobile sono state determinate dall'analisi comparata dei dati radar e dei dati ricavati dai registratori di bordo. In particola-

re, le coordinate geografiche del punto dove si sono avute le avarie ai motori sono le seguenti¹⁸:

- Condizione 1 - avaria motore destro:
39° 13' 19" N; 013° 35' 46" E;
- Condizione 2 - avaria motore sinistro (100 secondi dopo la prima avaria):
39° 07' 40" N; 013° 29' 26" E.

Le distanze orizzontali dal TVOR/DME "PRS" ubicato sull'aeroporto di Palermo Punta Raisi erano rispettivamente di 67,5 NM per la condizione 1 e di circa 61 NM per la condizione 2. I dati di velocità, quota e prua del TS-LBB erano quelli riportati nella tabella seguente.

Parametri	Condizione 1 - avaria motore destro	Condizione 2 - avaria motore sinistro (100 secondi dopo la condizione 1)
Quota (piedi)	23.000 circa	21.500
Velocità (nodi)	182	177
Prua	221,5°	220,4°

Tabella 9: dati iniziali riferibili alle condizioni di avaria ai motori.

Altri dati di interesse erano i seguenti:

- massa aeromobile: 16.700 kg;
- vento: direzione 300°, intensità costante di 12 nodi lungo tutta la discesa;
- posizione baricentro (CG): 25% corda media aerodinamica (CMA);
- temperatura: ISA+10°C.

Nell'effettuare la *check list* della doppia avaria ai motori ("*Double engine flame out*") per la voce VmHB si è assunta quella corrispondente alla massa di 19.000 kg, massa cosiddetta "fittizia", corrispondente a quella che l'equipaggio pensava di avere, date le errate indicazioni dello strumento indicatore della quantità di carburante nei serbatoi.

¹⁸ I valori riportati relativamente alle coordinate geografiche in cui si sono manifestati i problemi ai motori sono stati determinati utilizzando i dati radar correlati ai dati del FDR.

1.16.5.2.1. Principali risultati

Simulazione 1

Quota (piedi)	Velocità (nodi)	Distanza da “PRS” (NM)	Note
23.000	~ 194 ¹⁹	~ 67,5	Avaria primo motore.
21.600	~ 188	~ 60,9	Avaria secondo motore.
18.000	~ 142	---	
15.000	~ 139	~ 41	
10.000	~ 141	~ 27	
8000	~ 138	~ 22	
6000	~ 142	~ 17	
4000	~ 138	~ 11	
2000	~ 141	~ 6	
~ 1000 (894)	~ 131	~ 3	
500	---	---	Atterraggio sulla pista 20 alla velocità di 106 nodi; quota indicata con aeromobile fermo al suolo 31,5 piedi.
			Tempo totale dall'avaria secondo motore: 23 minuti e 15 secondi.

Tabella 10: dati di interesse simulazione 1.



Figura 23: riproduzione del volo effettuato simulazione 1, parte finale.

¹⁹ La velocità di 194 nodi è quella, in effetti, impostata dal simulatore tenendo conto dei parametri di quota e temperatura (ISA+10°) inseriti come condizioni iniziali. Dai dati del FDR è risultato, invece, che l'aeromobile aveva una velocità indicata pari a 182,2 nodi.

Simulazione 2

Quota (piedi)	Velocità (nodi)	Distanza da “PRS” (NM)	Note
23.000	~ 171	~ 67,6	La direzione del vento impostata inizialmente è stata di 330°, poi 300° a partire da 14.000 piedi.
21.800	~ 188	~ 61	Avaria secondo motore.
18.000	~ 145	~ 50	
15.000	~ 146	~ 41	
10.000	~ 148	~ 28	
8000	~ 137	~ 23	
6000	~ 128	~ 17	
4000	~ 129	~ 12	
1850	~ 132	~ 6	
978	~ 114	~ 3	
426	~ 109,6	---	
			Impatto con l’acqua a circa 1 NM dalla testata pista 20 di Palermo.
			Tempo totale dall’avaria secondo motore: 22 minuti e 37 secondi.

Tabella 11: dati di interesse simulazione 2.



Figura 24: riproduzione del volo effettuato simulazione 2, parte finale.

Dai dati riportati nelle precedenti tabelle 10 e 11 relativamente al profilo di velocità, si nota come per la simulazione 1 tale profilo sia stato più lineare rispetto a quello della simulazione 2, sebbene per entrambi i casi la velocità non sia stata sempre costante e pari alla VmHB (velocità ottimale di planata) scelta per la massa “fittizia” di 19.000 kg.

I componenti dell’equipaggio che ha effettuato la simulazione 1 hanno poi riportato, in sede di *debriefing*, che, sebbene siano stati in grado di atterrare per la pista 20, la decisione di continuare l’avvicinamento quando a 1000 piedi, distanti circa 3 NM dal TVOR/DME “PRS”, non è stata operativamente rappresentativa. I piloti non sono normalmente addestrati per atterrare senza flap e senza motori, pertanto non si è avuta la certezza di poter effettuare un atterraggio in sicurezza. In condizioni reali, molto probabilmente, nell’incertezza di poter compiere un atterraggio in sicurezza, essi avrebbero effettuato, come dichiarato, un ammaraggio, dove la possibilità di limitare i danni all’aeromobile ed ai passeggeri è maggiore rispetto ad un atterraggio forzato su un terreno irregolare, anche nella consapevolezza di avere del carburante a bordo che può rappresentare certamente un possibile elemento di criticità per la sicurezza dei passeggeri.

Considerazioni

Sulla base delle prove effettuate è risultato difficile mantenere un profilo di velocità ottimale date le diverse interruzioni che possono esserci nella gestione delle avarie verificatesi. Sono state applicate le procedure in uso presso l’operatore del volo TUI 1153 e per i due equipaggi si è avuta sostanzialmente una gestione simile delle avarie. Mantenere nel corso della discesa la velocità prevista (VmHB) è stato considerato alquanto impegnativo, sia per la difficoltà ad utilizzare correttamente le informazioni degli strumenti *stand-by* disponibili, sia per la concreta difficoltà a gestire le varie avarie mantenendo un ottimale controllo della situazione in essere.

I piloti, nel corso del volo TUI 1153, erano, in effetti, molto preoccupati del fatto che non potessero raggiungere l’aeroporto di Palermo in sicurezza. La particolare situazione venutasi a creare, caratterizzata dallo spegnimento non comandato dei due motori in un intervallo di circa 100 secondi, ha determinato una condizione di preoccupazione, di dubbio e di incertezza. L’avaria contemporanea di due motori è, in realtà, una condizione estremamente improbabile. La condizione di carburante inquinato che potesse rappresentare la causa dello spegnimento dei motori non poteva inoltre essere presa in considerazione, in quanto erano già stati effettuati oltre 50 minuti di volo senza problemi di sorta. Lo stesso valeva per la mancanza di carburante, in quanto, secondo le indicazioni del FQI, la quantità presente a bordo era di circa 1800 kg. Il problema a bordo non era limitato solo alla perdita dei motori, ma anche alla conseguente perdita dei

generatori elettrici e quindi di gran parte della strumentazione di bordo. In particolare, la distanza dal TVOR/DME di Palermo “PRS” non era più indicata dalla strumentazione di bordo, già dopo lo spegnimento del secondo motore. Appena in contatto con Palermo APP, infatti, la prima informazione richiesta al controllore del traffico aereo è stata appunto la distanza dall’aeroporto. La stessa richiesta è stata fatta diverse volte dai piloti del TS-LBB nel corso dell’emergenza.

La tabella 12 riassume i principali risultati delle due simulazioni effettuate.

Simulazione	Tempo totale	Tempo da avaria primo motore	Tempo da avaria secondo motore	Note
1	25 minuti e 33 secondi	~ 25 minuti	23 minuti e 15 secondi	Atterraggio su pista 20.
2	~ 24 minuti	~ 24 minuti	22 minuti e 37 secondi	Impatto con l’acqua a circa 1 NM dalla testata pista 20 di Palermo.

Tabella 12: principali risultati simulazioni.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

L’operatore dell’aeromobile (Tuninter) era una società di nazionalità tunisina, appartenente al gruppo Tunisair, fondata nel 1991, con allora in flotta 2 ATR 72 e 1 ATR 42; tale operatore effettuava solo tratte interne. Successivamente, dal 1996 al 2004, ha operato in noleggio 2 DC-9 e 1 B737 per attività charter internazionale. Dal 2005 ha operato con 1 ATR 42 e 2 ATR 72 per attività di linea interna ed internazionale nonché charter, queste ultime prevalentemente per l’Italia. La manutenzione sui propri aeromobili, esclusi i motori ed i componenti, era effettuata dall’operatore stesso con approvazione rilasciata dalla competente Autorità tunisina.

Dal 1997 l’operatore ha iniziato ad effettuare autonomamente l’attività di manutenzione dei propri aeromobili, precedentemente affidata alla società capogruppo, cui commissionava alcune lavorazioni specialistiche (ad es. verniciatura) o di *heavy maintenance*. La società capogruppo non risulta disporre di una formale approvazione ad effettuare operazioni di manutenzione su tale aeromobile (ATR 72).

Sebbene oltre l'80% della compagnia aerea in questione fosse di proprietà di un'altra compagnia aerea tunisina, essa era autonoma nello svolgimento delle proprie attività, salvo per quanto concerne l'utilizzazione di infrastrutture, hangar, magazzino e personale per l'effettuazione di attività tecniche.

Secondo quanto riportato dal Manuale di controllo della manutenzione, il Direttore generale della compagnia assicura la responsabilità globale della manutenzione degli aeromobili, assistito dal Direttore tecnico.

La Direzione tecnica (DT) deve assicurare l'esecuzione dell'attività di manutenzione sugli aeromobili operati dalla compagnia nei tempi richiesti ed in accordo agli standard approvati.

La base principale di manutenzione è situata sull'aeroporto internazionale di Tunisi; sono inoltre state attivate alcune basi secondarie sugli aeroporti nazionali maggiormente serviti, mentre non vi sono strutture di supporto tecnico su scali esteri.

All'epoca dell'incidente l'operatore effettuava con proprio personale sui velivoli ATR 42 ed ATR 72:

- operazioni di manutenzione programmata fino al *check C*;
- interventi di manutenzione correttiva non programmata.

Dalla DT dipendono tre servizi: Ingegneria, Manutenzione aeromobili ed Approvvigionamento.

All'epoca dell'incidente l'organico della DT constava di circa 45 unità, di cui 24 appartenenti al servizio manutenzione.

Assicurazione di qualità (Quality assurance)

L'attività di controllo di qualità delle lavorazioni era affidato all'unità di Controllo della manutenzione, dipendente dal servizio Manutenzione, avente in organico due controllori.

Nel giugno 2005 è stato avviato un programma per creare un sistema di assicurazione di qualità tecnico-operazionale affidato alla Direzione qualità (nomina *quality manager*, avvio dei corsi di formazione, ecc.), che al momento dell'incidente era ancora in fase di implementazione.

Il programma di *audit*, al momento dell'evento, non era ancora stato attuato, in quanto era stato inviato all'Autorità dell'aviazione civile tunisina per l'accettazione; le attività sono comunque iniziate nel mese di ottobre 2005.

In sostanza, prima dell'evento, per la manutenzione di base era operante un sistema di controllo qualità basato su controllori/ispettori, come previsto dall'Annesso 6 ICAO che, in assenza di un controllo di assicurazione di qualità, stabilisce che ci sia comunque un cosiddetto "*inspection system*" che copra la manutenzione.

Nel 2006, l'operatore, a seguito di una ristrutturazione tecnico-operativa e gestionale, ha istituito una funzione assicurazione qualità per gli aspetti tecnici ed operativi. Ha inoltre iniziato un programma di addestramento sugli aspetti del fattore umano per tutto il personale, sia tecnico, sia gestionale-amministrativo.

Gestione delle parti di ricambio

Le parti di ricambio sono stoccate nello stesso magazzino utilizzato dalla società capogruppo, in un'area, posta al suo interno, distinta e chiaramente delimitata. La compagnia utilizza il sistema informativo integrato denominato [®]AMASIS (acronimo di Aircraft Maintenance and Spare Information System) come ausilio per la gestione ed il controllo delle attività logistiche e di manutenzione. La licenza di utilizzo del sistema [®]AMASIS appartiene alla società capogruppo, che ne cura la gestione software e hardware. Tuninter è un utente del sistema che dispone di alcuni terminali dislocati presso gli uffici tecnici, i magazzini e l'hangar. La compagnia utilizza il sistema, ad esempio, per il controllo di configurazione degli aeromobili, la gestione delle parti di ricambio ed il controllo delle scadenze delle ispezioni.

La ricerca delle parti di ricambio è effettuata in base al Part Number ricavato dall'IPC disponibile nei pressi dei videoterminali dedicati [®]AMASIS.

E' stato riscontrato che il Part Number inserito in [®]AMASIS per gli FQI non sempre è identico a quello riportato dall'IPC, in quanto in taluni casi viene riportato un trattino dopo i primi tre caratteri alfanumerici del Part Number, in altri no. Il sistema [®]AMASIS considera il trattino come un carattere alfanumerico appartenente al Part Number.

In accordo al Manuale di controllo della manutenzione il servizio Approvvigionamento curava l'inserimento e l'aggiornamento delle informazioni circa applicabilità ed intercambiabilità delle parti di ricambio; lo stesso Manuale precisa che l'aggiornamento deve essere sempre fatto facendo riferimento all'IPC. Il sistema registra la data in cui sono state apportate le modifiche, ma non ne descrive il contenuto o il tipo.

Pochi mesi dopo l'incidente l'attività di inserimento/modifica delle informazioni relative ad applicabilità ed intercambiabilità delle parti è stata affidata al servizio Ingegneria.

Altre informazioni

Non risulta inoltre che l'operatore avesse instaurato un sistema di analisi sistematica dei dati di volo a scopi di prevenzione (Flight Data Monitoring).

Il Manuale operativo di compagnia²⁰ utilizzato dall'operatore (Manuel d'Exploitation –

²⁰ Definizione di Manuale operativo (Operations Manual) riportata nell'Annesso 6 ICAO: un manuale contenente procedure, istruzioni e linee guida per il personale operativo di compagnia nell'esecuzione dei propri compiti.

Généralités et Fondements, GEN-OPS) in vigore prima dell'evento era quello relativo ad un'altra compagnia aerea, la Tunisair, che possedeva oltre l'80% del capitale sociale dell'operatore coinvolto nell'evento. La Tunisair non aveva nella propria flotta aeromobili ATR 42/72. Dopo l'evento, in data 10 ottobre 2005, l'operatore ha pubblicato e fatto approvare dalla DGAC tunisina un nuovo manuale GEN-OPS applicabile per le operazioni di compagnia.

Procedure operative e manutentive di interesse

Prima dell'evento venivano utilizzati dall'operatore del TS-LBB due distinti quaderni tecnici di bordo (*logbook*), uno per la parte operativa e l'altro per la parte manutentiva, nei quali dovevano essere registrati le tratte effettuate dagli aeromobili, i consumi, i rifornimenti e le avarie riscontrate con i relativi provvedimenti adottati. Entrambi facevano parte del CRM (Compte-Rendu Matériel de l'exploitant), che comprendeva anche un ulteriore quaderno destinato alla registrazione delle anomalie riscontrate dall'equipaggio di cabina.

Uno dei due *logbook* si identificava con il "Performance Record All Aircraft", nel quale si riportavano le tratte effettuate, il consumo di carburante ed i rifornimenti effettuati; l'altro *logbook*, invece, si identificava con il "Maintenance Log", nel quale si indicavano le avarie riscontrate e gli eventuali interventi manutentivi effettuati per il ripristino dell'efficienza. Le procedure in atto al momento dell'evento prevedevano di lasciare copia delle pagine dei quaderni tecnici di bordo solo alla fine dell'attività giornaliera dell'aeromobile. Non era previsto, infatti, che si lasciasse a terra una copia delle pagine del *logbook* prima di ogni volo. In particolare, nel caso in esame, è stata ritrovata a bordo del relitto solo la parte "Maintenance Log", mentre quella relativa alle tratte ed ai consumi è andata persa.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

1.18.1. Coordinamento tra l'inchiesta dell'Autorità giudiziaria e quella tecnica dell'ANSV

Appena venuta a conoscenza dell'evento, l'ANSV, così come previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (previsione 5.10) e dal decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66, ha provveduto a stabilire il necessario coordinamento con la competente Autorità giudiziaria, per assicurare il regolare e tempestivo recupero di tutti gli elementi necessari all'accertamento delle cause dell'evento.

In particolare, a seguito dell'avvenuto coordinamento, l'ANSV si è fatta carico di stabilire i necessari contatti con la Presidenza del Consiglio dei ministri per l'individuazione delle risorse

economiche e dei mezzi tecnici necessari ad assicurare il recupero delle persone disperse, dei registratori di bordo dell'aeromobile e del relitto di quest'ultimo. Si è altresì interfacciata, sempre in coordinamento con la competente Autorità giudiziaria, con la Marina Militare Italiana per garantire - limitatamente al riconoscimento ed alla conservazione dei reperti - il supporto necessario alle operazioni di recupero.

Successivamente, l'ANSV ha presentato le dovute istanze per poter acquisire, presso la competente Autorità giudiziaria, la documentazione necessaria ai fini del regolare svolgimento dell'inchiesta tecnica. Parte della documentazione richiesta è stata resa disponibile con tempestività, mentre altra documentazione è stata resa disponibile soltanto a seguito di reiterate istanze da parte dell'ANSV e comunque molto tempo dopo la presentazione delle stesse.

Nell'ambito dei rapporti intercorsi con l'Autorità giudiziaria, vanno altresì evidenziati i seguenti aspetti, che sono stati oggetto di segnalazione alla medesima Autorità giudiziaria, in quanto ritenuti penalizzanti sotto il profilo della prevenzione e non in linea con quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, ancorché l'operato della stessa Autorità giudiziaria si sia basato sul vigente ordinamento di procedura penale.

a) *Lettura dei dati contenuti nel CVR e nel FDR.* In data 30 agosto 2005, la competente Autorità giudiziaria ha disposto che i registratori di bordo (FDR e CVR) dell'aeromobile incidentato, sotto sequestro, venissero trasportati presso la sede dell'ANSV ed ivi custoditi in attesa di successive disposizioni da parte della medesima Autorità giudiziaria. Il 10 settembre 2005 - previa autorizzazione della competente Autorità giudiziaria ed alla presenza della stessa, dei suoi consulenti tecnici, delle parti e dei rispettivi consulenti - avveniva nei laboratori dell'ANSV l'estrazione dei dati contenuti nel CVR e FDR. I dati in questione venivano riversati su appositi supporti informatici che, insieme ai nastri contenuti nei due citati apparati, venivano presi in consegna dai consulenti tecnici della stessa Autorità giudiziaria.

Nell'immediatezza della operazione sopra descritta, i dati del CVR non venivano resi immediatamente disponibili all'ANSV. I dati grezzi del FDR venivano lasciati nella disponibilità dell'ANSV per la necessaria elaborazione.

Soltanto dopo alcuni giorni l'ANSV aveva la possibilità di avere accesso anche ai dati del CVR. Su disposizione dell'Autorità giudiziaria, però, sia i dati del CVR che quelli del FDR non potevano essere condivisi - diversamente da quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale - con i rappresentanti stranieri accreditati. Ancora in data 5 settembre 2006 (quindi a quasi un anno di distanza dalla estrazione dei dati dal CVR e dal FDR), l'ANSV doveva lamentare alla competente Autorità giudiziaria l'impossibilità - dovuta ai

limiti imposti da quest'ultima - di poter condividere i citati dati con i rappresentanti stranieri accreditati, titolati a prenderne visione conformemente con quanto previsto dalla normativa internazionale in materia. Nella stessa data si rappresentava altresì che tali limiti precludevano all'ANSV anche la possibilità di effettuare delle simulazioni strumentali alle esigenze dell'inchiesta tecnica, nell'impossibilità, appunto, di poter condividere i dati in questione con altri soggetti. Soltanto in data 9 novembre 2006, la competente Autorità giudiziaria autorizzava l'ANSV all'incondizionata utilizzazione per le finalità investigative dei dati contenuti nel CVR e nel FDR, nonché alla messa a disposizione degli stessi ai rappresentanti stranieri accreditati titolati a prenderne visione.

b) *Diritti degli Stati stranieri accreditati nell'inchiesta tecnica.* Parte dei diritti riconosciuti dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale agli Stati stranieri accreditati nell'inchiesta tecnica hanno trovato limitazione alla luce di quanto contemplato dal vigente ordinamento di procedura penale, in pendenza della contemporanea inchiesta dell'Autorità giudiziaria, soprattutto per quanto concerne il tempestivo accesso ad informazioni di primaria importanza sotto il profilo della prevenzione.

Anche se non strettamente connesso ai rapporti intercorrenti tra l'ANSV e la competente Autorità giudiziaria, pare opportuno segnalare in questa sede che quest'ultima, nel gennaio 2007, sulla base del vigente ordinamento, ha reso disponibile per le parti coinvolte nel procedimento penale il contenuto del CVR dell'aeromobile incidentato. Nel pomeriggio della stessa giornata in cui le parti hanno avuto la disponibilità del suddetto contenuto, alcuni organi di informazione - non è dato sapere come - ne sono venuti in possesso, rendendolo, per iscritto e in audio, di pubblico dominio. Alcuni dei dialoghi registrati dal CVR in questione e resi di pubblico dominio erano irrilevanti ai fini della ricostruzione della dinamica dell'evento.

1.18.2. Procedure operative di compagnia per la gestione del carburante

Nella documentazione tecnico-operativa dell'operatore e precisamente nel Manuale operativo, al paragrafo 8.3.7 (Politiche e procedure per la gestione del carburante in volo), sono riportate in dettaglio le procedure previste per gli equipaggi di volo per una corretta gestione del carburante. In particolare, è previsto che il comandante (CDB) si assicuri che i controlli sul carburante vengano effettuati ad intervalli regolari, almeno ogni 30 minuti di volo. Ad ogni controllo, la quantità di carburante restante a bordo deve essere poi annotata, allo scopo di verificare che la quantità reale consumata sia compatibile con quella prevista e che essa sia sufficiente per raggiungere la destinazione programmata. Nella stessa documentazione operativa è riportata, inol-

tre, la procedura da seguire per il calcolo della quantità di carburante necessaria per effettuare una tratta di volo.

1.18.3. L'ammarraggio

Per tutti i velivoli non classificati come idrovolanti o anfibi, l'ammarraggio è considerato come una manovra di emergenza e le procedure previste si riferiscono normalmente alla condizione in cui l'aeromobile sia controllabile con i motori funzionanti fino all'impatto con la superficie dell'acqua. In generale, è sempre preferibile che la velocità sia la più bassa possibile, compatibilmente con la configurazione dell'aeromobile e con le ali livellate. I parametri che occorre tenere in considerazione per un ammaraggio, il più possibile sicuro, sono: la direzione ed intensità del vento, il tipo di moto ondoso, la massa, l'assetto, la velocità verticale e di traslazione dell'aeromobile.

In una condizione ideale, occorrerebbe ammarare controvento, poiché tale condizione fornisce la più bassa velocità relativa rispetto all'acqua e pertanto un basso grado di danneggiamento da impatto della struttura.

Con moto ondoso particolarmente intenso, è preferibile ammarare con una traiettoria parallela a quella dell'onda principale (vedasi figura 26 nel successivo paragrafo 1.18.4.3.) anche con vento al traverso e velocità più elevate.

Una condizione pericolosa potrebbe essere rappresentata dall'ammarraggio con traiettoria perpendicolare al moto ondoso, in quanto si potrebbe verificare la condizione che la parte anteriore dell'aeromobile sia sommersa dall'acqua, con notevoli sollecitazioni strutturali.

L'ammarraggio di emergenza con aeromobili convenzionali è un argomento poco trattato nei corsi di pilotaggio. I piloti non sono normalmente addestrati a sorvolare le onde del mare a bassa quota. In casi del genere è essenziale riuscire a determinare la direzione e la velocità del vento e delle onde. Il modo migliore consiste nell'osservare le increspature ed i pennacchi di schiuma, se sono presenti, sulla superficie. Le increspature dovute al vento si presentano come strisce di bolle o schiuma e si spostano sopra e sottovento. La schiuma dei pennacchi cade in avanti seguendo il vento, ma viene presto scavalcata dall'onda che ricade sulla sua base. Ciò può creare l'impressione che la schiuma si sposti all'indietro, facendo ingannevolmente pensare al pilota che il vento provenga dalla parte opposta. La parte più difficile della manovra sta nello stimare l'altezza sull'acqua. Ci si può avvicinare, ma non si potrà mai sapere con esattezza quando si toccherà la superficie. Al momento del contatto, occorre mantenere un assetto il più possibile cabrato, in funzione della configurazione dell'aeromobile. Per l'ATR 42 e 72, il valore ideale è di 9°.

Riassumendo, i parametri più importanti che devono essere presi in considerazione per un ammaraggio sono:

- ammaraggio in direzione parallela alle onde;
- bassa velocità verticale (basso rateo di discesa);
- assetto pari a 9° (*deck angle*), valore ottimale per l'ATR 42 e l'ATR 72;
- bassa velocità longitudinale.

Durante l'ammarraggio la pressione dell'acqua sulla fusoliera dipende dal valore della velocità verticale al momento dell'impatto. Se quest'ultima ha una notevole componente e l'impatto avviene con la parte posteriore, l'aeromobile subisce un momento a picchiare che potrebbe portare la parte anteriore ad immergersi in acqua. Tale effetto è aggravato se l'impatto avviene perpendicolarmente alle onde.

Per quanto riguarda l'ammarraggio del TS-LBB, è da evidenziare che le condizioni del moto ondoso e la direzione del vento non erano facilmente determinabili da parte dell'equipaggio.

La foto 82, effettuata dopo circa 40-45 minuti dall'ammarraggio dall'elicottero del "118" che per primo è intervenuto sul posto, evidenzia come le condizioni del mare non permettessero di distinguere in modo inequivocabile, a bassa quota (500-1000 piedi circa), la direzione del moto ondoso.



Foto 82: relitto TS-LBB poco dopo l'ammarraggio.

1.18.4. Procedure anormali (*Procedures following failure*) e d'emergenza di interesse ATR 72

Di seguito si riportano alcune delle procedure anormali e di emergenza pubblicate nel Manuale operativo per gli equipaggi di volo (Flight Crew Operating Manual, FCOM) pubblicato dalla casa costruttrice ATR. Nel FCOM sono riportate le principali caratteristiche dell'ATR 72 in termini di descrizione dei sistemi e delle prestazioni, nonché le procedure da utilizzare nell'impiego operativo dell'aeromobile. L'FCOM è una pubblicazione complementare al Manuale di volo (Airplane Flight Manual, AFM) dell'aeromobile ATR 72, approvato, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento dalle autorità di certificazione. Fa parte della documentazione di riferimento per l'impiego operativo dell'aeromobile anche il cosiddetto Quick Reference Handbook (QRH), che riporta, in modo sintetico ed in una forma di pratico utilizzo per gli equipaggi di condotta, le procedure normali e di emergenza applicabili riferibili all'aeromobile.

Per quanto riguarda la divisione dei compiti (*task sharing*) dell'equipaggio di condotta nell'applicazione delle procedure di emergenza, il FCOM riporta a pagina 2.04.01 quanto segue. Il pilota ai comandi (Pilot Flying, PF) rimane tale per tutta l'esecuzione della procedura di emergenza e in particolare è responsabile della gestione della potenza dei motori (PL) e si occupa della condotta dell'aeromobile, mentre il pilota non ai comandi (Pilot Not Flying, PNF) deve leggere ed eseguire gli *items* della *check list*, deve azionare eventuali comandi sul pannello OVHD (*overhead*, cielo cabina), le Condition Levers (CL) e gestire le comunicazioni radio con gli enti del controllo del traffico aereo.

Nel caso dell'evento in argomento, il comandante era il PF, mentre il primo ufficiale agiva da PNF.

1.18.4.1. Operazioni con un solo motore (*Engine flame out e Single engine operation*)

La procedura da applicare varia in funzione della fase di volo in cui si verifica l'avaria e del tipo di avaria riscontrata. Nel FCOM è riportato che la condizione dello spegnimento di un motore può essere riconosciuta da una rapida diminuzione della ITT e dei giri motore NH (giri del compressore di alta pressione).

Se l'evento accade durante il decollo, la procedura è da considerarsi d'emergenza ed è riportata come "*Engine Flame Out at Take Off*" (vedere Allegato "B").

Se l'evento accade, invece, in altre fasi di volo, la procedura viene considerata come anormale (parte 2.05.02 pagina 10 del FCOM, "*Procedures following failure*") ed è riportata come "*Engine Flame Out*" (Allegato "B"). Sempre nella stessa pagina è riportato che, normalmente, le cause di spegnimento di un motore possono essere divise nelle seguenti due categorie.

- Cause esterne al motore: quali formazione di ghiaccio, severa turbolenza e non corretta gestione del carburante a bordo. Queste cause possono essere facilmente determinate e può essere tentata un'immediata riaccensione. La procedura prevede, infatti, come prima azione, quella di alimentare le candele dei motori (nel successivo paragrafo tale aspetto sarà maggiormente dettagliato).
- Cause interne al motore: quali stalli o avarie legate ai singoli componenti del motore. Queste, generalmente, non sono facilmente determinabili e pertanto si prevede di spegnere completamente il motore e cercare di capire la natura dell'avaria attraverso altre azioni.

Nel FCOM alla pagina 2.05.02-P1 è riportata, inoltre, la procedura da eseguire, in una fase diversa dal decollo, dopo aver riscontrato un'avaria che comporti o determini lo spegnimento di un motore ("*Single Engine Operation*", ripetuta alla pagina 2.04 del QRH). Tale procedura prevede, in particolare, di atterrare sul più vicino aeroporto e di inserire la spinta massima continuativa (Maximum Continuous Thrust, MCT) sul motore efficiente e completare l'isolamento degli impianti legati al motore in avaria. Alla pagina 2.05.01, relativa al capitolo introduttivo delle procedure da effettuare a seguito di avarie ("*Procedures following failures*"), è evidenziato che prima di eseguire la procedura prevista, l'equipaggio deve valutare la particolare situazione nel complesso, considerando eventuali restrizioni alla applicazione. Tali procedure, pertanto, devono essere effettuate dopo che l'avaria sia stata riconosciuta dall'equipaggio, che dovrà poi valutare eventuali restrizioni, in funzione della particolare situazione operativa.

Nel cap. 3.09 del FCOM sono riportati tutti i dati relativi alle prestazioni dell'aeromobile con un motore in avaria, in termini di parametri di volo da assumere, in funzione degli ostacoli presenti lungo la rotta.

1.18.4.2. Entrambi i motori in avaria (*Both engines flame out*)

La relativa procedura di emergenza è riportata nel FCOM a pagina 2.04.02-P3 ed è ripetuta alla pagina 1.03 del QRH (vedere Allegato "B"). Sono previsti due cosiddetti "*memory items*", azioni cioè che devono essere applicate subito, senza aspettare la lettura della *check list* in dettaglio. In particolare, i "*memory items*" prevedono di posizionare il selettore rotante dell'ENG START su CONT RELIGHT (*continuous relight*, si alimentano le candele dei motori) e le PL su FI (Flight Idle), allo scopo di predisporre subito il sistema per una eventuale riaccensione. Se ciò non avviene ed i giri motore (NH) diminuiscono oltre il 30%, è necessario porre le CL su SO

(Shut Off) per interrompere il flusso di carburante nella camera di combustione dei motori e permettere il drenaggio di quello eventualmente accumulatosi nel loro interno.

Dopo una verifica del regolare funzionamento dell'impianto carburante (presenza del carburante nei serbatoi e regolare pressione di alimentazione) è previsto ridurre la velocità alla V_{mHB} (pari a $1,23 V_S$ in configurazione flap 0° , cosiddetta velocità di *drift down*²¹, velocità ottima di discesa o di planata), così da ottimizzare il rapporto quota/distanza percorribile e tentare la riaccensione dei motori, iniziando da quello destro (n. 2).

E' importante evidenziare che dopo aver assunto la velocità ottima di planata, per la riaccensione del motore destro (ENG 2) occorre selezionare l'ENG START da CONT RELIGHT (posizionato prima con i *memory items*) a START A & B e premere l'ENG START *push-button* (ENG START pb). Solo in tal modo è possibile iniziare la sequenza di accensione, che può essere controllata monitorando lo strumento dei giri della turbina e del compressore di alta e di bassa pressione (NH/NL) e la temperatura T6 del motore (ITT, temperatura all'uscita della turbina di alta pressione e prima della turbina libera di potenza che trascina l'elica). Al raggiungimento del 10% di NH, occorre posizionare la CL del motore interessato su FTR (*feather*, elica in posizione di bandiera).

Nel caso in cui, per almeno uno dei due motori, la procedura si concluda positivamente, il volo dovrà proseguire secondo quanto previsto dalla procedura "*Single Engine Operation*".

In caso contrario, occorre applicare i controlli relativi alle procedure di atterraggio forzato o di ammaraggio (*ditching*).

1.18.4.3. Procedura di ammaraggio (*ditching*) per l'ATR 72

La procedura di ammaraggio è riportata nella documentazione tecnico-operativa dell'aeromobile (Allegato "B", FCOM pagina 2.04.05-P2 e QRH pagina 1.08) ed è riferibile a delle condizioni generali di funzionamento degli impianti, ma talune azioni possono non avere alcun effetto, in funzione delle particolari avarie in corso. La procedura, infatti, non specifica le cause per le quali sia necessario effettuare l'ammarraggio, ma riporta le azioni da effettuare da parte dell'equipaggio di condotta e di cabina, in funzione del tempo disponibile, per contenere i danni derivanti dall'impatto con il mare e preparare i passeggeri per assumere la corretta posizione a bordo, per minimizzare eventuali lesioni.

²¹ Velocità ottima di discesa (*drift down speed*), alla quale si realizza il valore più alto del rapporto tra la portanza e la resistenza prodotte da un aeromobile in volo, noto come efficienza aerodinamica. A tale velocità corrisponde un assetto dell'aeromobile con il quale si percorre la massima distanza orizzontale per una determinata quota.

Le principali operazioni che l'equipaggio di condotta deve effettuare, sulla base di quanto riportato nelle citate pubblicazioni, sono di seguito evidenziate:

- informare gli assistenti di volo della situazione di emergenza e ordinare l'esecuzione della procedura di ammaraggio;
- specificare agli stessi assistenti di volo il tempo rimanente per l'ammarraggio;
- notificare la situazione di emergenza all'ente ATC con cui si è in contatto;
- inserire sul transponder il codice 7700 (se in precedenza non è stato richiesto altro codice dall'ente ATC);
- preparazione della configurazione dell'aeromobile, in particolare GPWS (Ground Proximity Warning System, sistema di avviso di prossimità al suolo) su OFF, Signs ON, controllo della pressurizzazione (Mode Sel. su AUTO e Land. Elev. su 0);
- mettere in sicurezza gli eventuali oggetti mobili che potrebbero rappresentare un pericolo al momento dell'impatto.

L'equipaggio della cabina passeggeri deve compiere in particolare le seguenti azioni:

- informare i passeggeri sulla situazione di emergenza e istruirli sulle operazioni da compiere per poter affrontare l'ammarraggio forzato in sicurezza;
- indicare le uscite di sicurezza;
- stivare o bloccare tutti gli oggetti mobili.

La fase di avvicinamento all'ammarraggio prevede:

- DUMP su ON, se è presente ancora un differenziale di pressione (aeromobile ancora pressurizzato): in tal modo si porta il differenziale di cabina a 0 e quindi si depressurizza l'aeromobile;
- PACKS su OFF: si chiude l'ingresso dell'aria di pressurizzazione;
- OVBD Valve su CLOSE: si chiude la valvola di uscita dell'aria di raffreddamento del vano avionico;
- FLAP a 30° (se disponibili): in tal modo si può ridurre la velocità di ammaraggio (è riportata una nota nella quale si evidenzia che se la potenza elettrica è solo fornita dalle batterie, l'estensione dei flap non è possibile);
- LANDING GEAR UP (carrello di atterraggio in posizione retratta);
- DITCH pb (*push button*) ON (30 secondi prima dell'impatto o a 1250 piedi di altitudine): le *outflow valves* vengono chiuse per evitare che possa entrare acqua nell'aeromobile;

- ENG START su OFF/ABORT START (si esclude il sistema di avviamento del motore);
- CABIN REPORT: assicurazione da parte dell'equipaggio di cabina passeggeri (normalmente il capo cabina) che la stessa sia stata preparata per l'ammarraggio.

Nella fase immediatamente precedente l'ammarraggio, in particolare ad una quota di 200 piedi (61 metri circa), è necessario:

- assumere un assetto di 9°, considerato ottimale;
- minimizzare la pendenza all'impatto (ridurre per quanto possibile la velocità verticale di discesa);
- ordinare la posizione di sicurezza per gli assistenti di volo ed i passeggeri (BRACE FOR IMPACT);
- spegnere i motori e chiudere le valvole di immissione carburante; in particolare: eliche in bandiera e spegnimento dei motori attraverso la chiusura della valvola di afflusso del carburante e delle pompe associate (CL *both* FTR *then* FUEL SO; FIRE HANDLES: PULL; FUEL PUMPS: OFF).

Dopo l'ammarraggio deve essere dato l'ordine di evacuazione aeromobile. E' da notare che, per questione di equilibrio dell'aeromobile, almeno una della due porte di uscita posteriore risulterà sotto la linea dell'acqua, per cui è raccomandato di non aprirla.

In particolare, come riportato nello stesso FCOM, nella fase finale di avvicinamento è molto importante, per una buona riuscita della manovra e per minimizzare eventuali danni, la valutazione della direzione del vento, del moto ondoso e dello stato del mare. In presenza di mare piatto, è raccomandato di ammarare in direzione contraria al vento, abbassando in questo modo ulteriormente la velocità di impatto; in presenza di moto ondoso (*swell*) è raccomandato ammarare parallelamente alle onde (vedere figura 26), accettando anche una componente di vento al traverso (per l'ATR 72 quella che non richieda una correzione di deriva maggiore di 10°). E' necessario inoltre mantenere, quanto più è possibile, le ali livellate, evitando che l'estremità di una semiala possa toccare l'acqua prima dell'altra. In caso contrario, si creerebbe un movimento di imbardata, con risultati disastrosi sulla struttura dell'aeromobile.

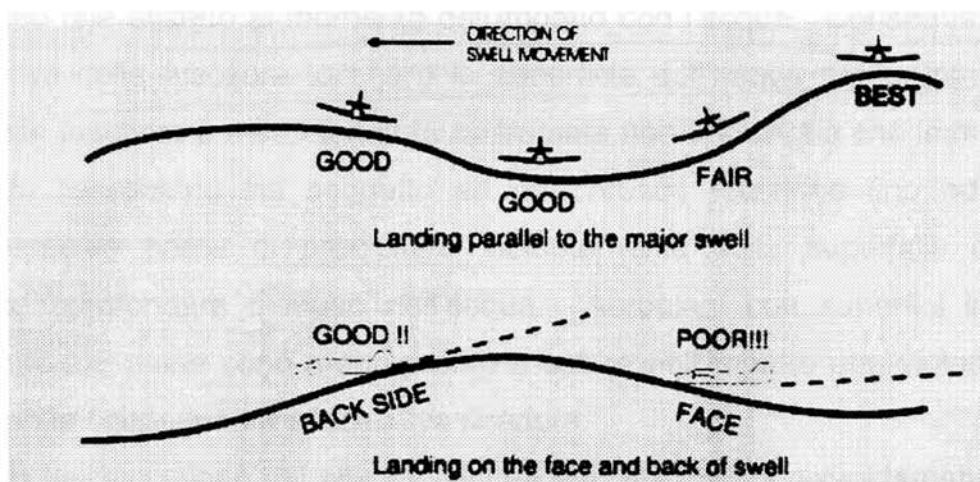


Figura 25: esempio di ammaraggio in funzione della direzione del moto ondoso.

In presenza di vento intenso, che richieda una forte deriva (per ATR 72 $> 10^\circ$), il FCOM dell'ATR 72 raccomanda l'ammarraggio in direzione contraria al vento per avvantaggiarsi della forte riduzione di velocità. In questo caso è necessario toccare sulla parte posteriore dell'onda (figura 25) per limitare gli effetti dell'impatto. In tutti i casi è sempre da evitare l'ammarraggio in direzione contraria alle onde, sempre che sia possibile distinguere la direzione prevalente delle onde nella fase finale di ammaraggio.

L'ammarraggio nella stessa direzione delle onde potrebbe determinare, dopo il primo impatto, che normalmente dovrebbe avvenire con la parte posteriore della fusoliera, una condizione per la quale la parte anteriore dell'aeromobile viene ad essere sommersa dalle onde, compromettendo la resistenza strutturale dello stesso aeromobile.

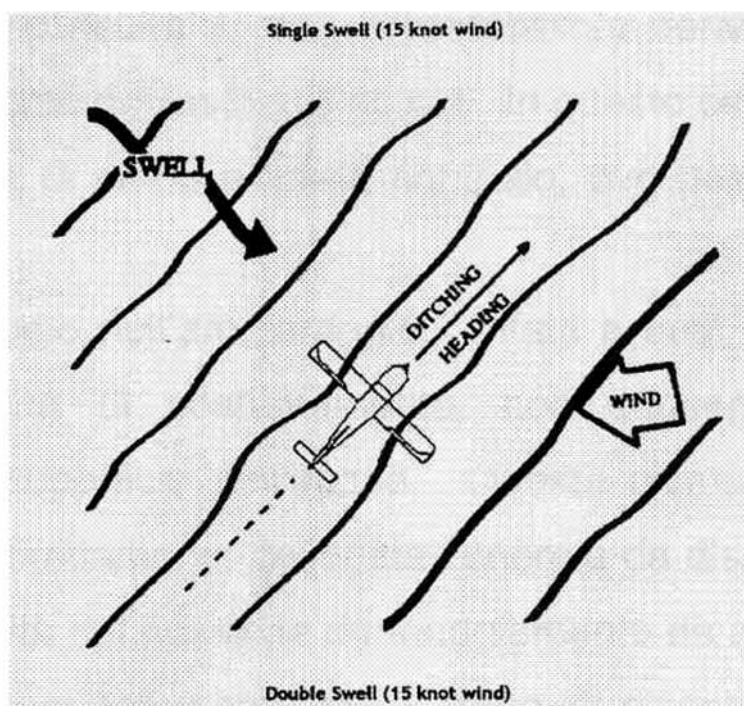


Figura 26: esempio di direzione raccomandata per l'ammarraggio rispetto al moto ondoso.

1.18.5. Qualificazione del personale tecnico aeronautico

Il rilascio ed il rinnovo delle licenze e delle abilitazioni del personale che può svolgere attività di tecnico aeronautico nel settore dell'aviazione civile tunisina è regolato da un decreto del Ministro dei trasporti e delle comunicazioni tunisino datato 24 novembre 1975.

In accordo a tale decreto, possono essere rilasciate licenze per:

- tecnico aeronautico esperto di cellula e motopropulsore;
- tecnico aeronautico esperto di avionica (definita dallo stesso decreto come l'insieme di strumenti o equipaggiamenti meccanici, elettrici ed elettronici montati a bordo degli aeromobili).

L'abilitazione definisce il tipo di aeromobile o di equipaggiamento su cui il titolare della licenza può operare ed il grado di complessità tecnica dell'intervento distinto in:

- categoria A (ispezioni e riparazioni maggiori, revisioni e modifiche);
- categoria B (ispezioni minori, piccole riparazioni e controlli).

L'abilitazione è valida per 24 mesi e può essere rinnovata per periodi di eguale durata, a condizione che sia stata certificata l'idoneità fisica prevista e che nei 24 mesi precedenti il rinnovo il titolare sia stato impiegato per almeno dieci mesi.

1.18.6. Istruzioni manutentive per la sostituzione del FQI

La Job Instruction Card (JIC) applicabile alla data dell'evento (Allegato "C"), relativa alla sostituzione del FQI, non prevedeva il controllo di congruenza tra le indicazioni del FQI ed i dati riportati nella documentazione dell'aeromobile e/o la verifica che le indicazioni del FQI prima e dopo la sostituzione fossero uguali/coerenti. Essa prevedeva solo di verificare, dopo l'installazione, l'esecuzione del test che provoca l'accensione della spia LO LVL e di tutti i *led* luminosi presenti sui due display del FQI. La JIC non richiedeva, inoltre, la verifica della corretta indicazione dello strumento attraverso la rilevazione tramite le astine graduate (*dripsticks*) inserite nella zona inferiore delle semiali.

Nel mese di aprile 2006 il costruttore ha emendato la relativa JIC, prevedendo una serie di azioni tese alla verifica di congruenza delle indicazioni del FQI prima e dopo la sostituzione dello stesso (Allegato "C").

1.18.7. Part Number identificativo del FQI

Il costruttore del FQI ha prodotto diverse versioni dello stesso strumento per aeromobili ATR che si differenziano per applicabilità (ATR 42 o ATR 72), unità di misura utilizzata per esprimere la quantità di carburante indicata (kg o lb) e modifiche migliorative introdotte nel tempo.

La tabella seguente indica per tutti i FQI attualmente applicabili a velivoli ATR, ciascuno contraddistinto da un Part Number diverso, l'applicabilità, l'unità di misura in cui viene espressa la quantità di carburante e lo standard di modifica.

Versione	ATR 42	ATR 72	Note
Indicazione in kg, versione iniziale	748-465-5	748-681-2	Non più in produzione
Indicazione in lb, versione iniziale	748-522-2	748-682-2	Non più in produzione
Indicazione in kg, nuova versione (1992)	749-158	749-160	Non più in produzione
Indicazione in lb, nuova versione (1992)	749-159	749-161	Non più in produzione
Indicazione in kg, con modifica Low Level (ETOPS)	749757	749759	
Indicazione in lb, con modifica Low Level (ETOPS)	749758	749760	

Tabella 13: FQI applicabili a velivoli ATR.

I Part Number sono quelli riportati dai Component Maintenance Manual (CMM) 28-42-81, 28-42-82 e 28-42-83 applicabili, pubblicati dalla casa costruttrice del FQI.

Si osserva che soltanto nell'ultimo CMM 24-42-83 non viene più utilizzato il trattino dopo le prime tre cifre del Part Number; tuttavia, nel corso di una visita effettuata nel 2006 presso il costruttore e dall'osservazione di alcuni FQI prodotti nel dicembre 2004 (foto 83) e aprile 2005 (foto 84), si è rilevato che le targhette identificative applicate agli strumenti continuavano a riportare il trattino dopo le prime tre cifre.



Foto 83: targhetta identificativa FQI.



Foto 84: targhetta identificativa FQI.

Viceversa, la targhetta applicata allo strumento P/N 748681-2 S/N 179 (si veda foto 80), smontato dal TS-LBB, non riporta il tratto dopo le prime tre cifre.

Il costruttore del FQI ha affermato di aver eliminato il tratto dopo le prime tre cifre nel 1992 per ragioni informatiche. Lo stesso costruttore dispone di una norma interna che disciplina le modalità di assegnazione dei Part Number, ma tale norma non sempre è stata applicata in modo sistematico.

1.18.8. Azioni di prevenzione

1.18.8.1. ANSV

Dall'analisi della documentazione tecnica resa disponibile dall'operatore del TS-LBB, e prima del completamento degli esami sui resti del relitto per accertare le cause dello spegnimento di entrambi i motori, evento che ha determinato l'ammarraggio, l'ANSV ha emanato in data 6 settembre 2005 due raccomandazioni di sicurezza all'EASA (European Aviation Safety Agency). Esse sono richiamate nel Capitolo IV della presente relazione e riportate integralmente in Allegato "D". Lo scopo di tali raccomandazioni è stato quello di informare tempestivamente l'EASA affinché valutasse l'opportunità di emanare delle disposizioni obbligatorie per gli operatori ATR 42 e 72 al fine di verificare che sugli aeromobili della flotta ATR 42 e 72 fossero installati i FQI previsti per il tipo di aeromobile e di evitare che un FQI di tipo ATR 42 potesse essere installato, erroneamente, su un ATR 72 e viceversa.

Dall'esame della documentazione acquisita dall'ANSV in Tunisia e dalle ispezioni condotte sul relitto, si è rilevato, infatti, che il pannello che indica la quantità di carburante contenuta nei serbatoi alari (FQI), installato nella cabina di pilotaggio dell'ATR 72 TS-LBB, era del tipo destinato agli aeromobili ATR 42.

Al fine di verificare gli effetti di un'erronea installazione in termini di quantità carburante indicata in cabina di pilotaggio, sono state condotte dall'ANSV numerose prove di rifornimento su un velivolo uguale a quello precipitato, utilizzando sia il FQI previsto per l'ATR 72 sia il FQI previsto per l'ATR 42, come già detto in precedenza. I risultati delle prove hanno evidenziato che se un FQI previsto per l'ATR 42 viene installato su un ATR 72, in cabina di pilotaggio viene indicato un valore di carburante a bordo superiore a quello effettivamente presente.

Alla luce delle suddette evidenze, l'ANSV ha quindi emanato le due citate raccomandazioni di sicurezza (ANSV-6/443-05/1/A/05 e ANSV-7/443-05/2/A/05).

In particolare, la prima raccomandazione di sicurezza invitava l'EASA a verificare che sulla flotta ATR 42 e ATR 72 fossero installati FQI del tipo previsto per il tipo di aeromobile.

La seconda, invece, suggeriva all'EASA di considerare la possibilità di far effettuare una modifica installativa in grado di prevenire il montaggio di un FQI previsto per l'ATR 42 su un aeromobile ATR 72.

Successivamente, dopo aver acquisito ulteriori dati relativi ai rifornimenti effettuati, le registrazioni sulla documentazione di bordo dell'aeromobile, la stima del carburante consumato nelle tratte Tunisi-Bari (volo TUI 152F) e Bari-Djerba (volo TUI 1153) dal decollo fino all'ammarraggio, si è stati in grado, in particolare, di ricostruire la quantità di carburante effettivamente presente nei serbatoi e le indicazioni strumentali fornite all'equipaggio nelle varie fasi dei due voli sopra citati.

L'impianto carburante del velivolo ATR 72 TS-LBB era dotato di un sistema di avviso di basso livello carburante direttamente dipendente dal sistema di indicazione, in quanto l'attivazione degli avvisi di basso livello carburante era comandata dallo strumento FQI. Una simile condizione vale anche per i velivoli nella versione ATR 42-200 e -300.

Conseguenza di tutto ciò è che, nonostante la quantità di carburante effettivamente presente in ciascun serbatoio sia nel volo da Tunisi a Bari, che nel volo conclusosi con l'ammarraggio, sia scesa al di sotto dei 160 kg per serbatoio, gli avvisi di basso livello carburante non si sono attivati.

La normativa di certificazione attualmente in vigore - rappresentata dalla "EASA Certification Specification 25 - Large Aeroplanes" (che sostituisce la precedente JAR-25), applicabile alla

classe dei velivoli ATR 42 e ATR 72 - non prevede, in modo specifico, per l'impianto carburante, l'installazione di un sistema di avviso di basso livello indipendente dal sistema di indicazione della quantità carburante.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, l'ANSV ha emanato una terza raccomandazione di sicurezza all'EASA (ANSV-13/443-05/3/A/05, vedere Capitolo IV), relativa alla circostanza di poter considerare la possibilità di modificare l'attuale normativa di certificazione dell'impianto carburante per i velivoli adibiti al trasporto pubblico, allo scopo di prevedere obbligatoriamente che il sistema di avviso di basso livello sia indipendente da quello di indicazione della quantità carburante.

L'ANSV ha potuto partecipare come osservatore ad alcune delle prove/verifiche effettuate sui componenti e sistemi dell'aeromobile. In particolare, dopo aver partecipato alle operazioni di smontaggio del motore, sono state preventivamente comunicate all'ENAC le anomalie tecnico-manutentive riscontrate durante le operazioni stesse. In particolare, è stata evidenziata una difficoltà nell'identificazione precisa delle parti dei motori, specialmente a causa della genericità delle indicazioni riportate nella documentazione disponibile. In generale, è stata riscontrata una carente organizzazione manutentiva e condizioni di non conformità installative che, seppur non essendo tali da pregiudicare il funzionamento dei motori, erano indicative di potenziali carenze manutentive dell'operatore.

1.18.8.2. EASA

Il recepimento da parte dell'EASA della prima raccomandazione di sicurezza (ANSV-6/443-05/1/A/05) si è concretizzato attraverso l'approvazione, da parte di quest'ultima, di una Emergency Airworthiness Directive (Ref. GSAC/T 50/05 - AD N° UF-2005-160 datata 8 settembre 2005, Prescrizione di aeronavigabilità di emergenza) emessa dalla DGAC francese, che prescriveva una verifica *una tantum* su aeromobili ATR 42 e ATR 72 per verificare la corretta installazione degli indicatori di carburante.

Per quanto riguarda la seconda raccomandazione (ANSV-7/443-05/2/A/05), relativa alla possibilità di far effettuare una modifica installativa in grado di prevenire il montaggio di un FQI previsto per l'ATR 42 su un aeromobile ATR 72, l'EASA ha inizialmente accettato la raccomandazione ("*Partially accepted*") ed ha intrapreso un processo di revisione per possibili azioni di prevenzione. Il team di certificazione EASA per l'ATR non ha comunque definito, in un primo momento, delle azioni correttive, in quanto in attesa di ulteriori informazioni. Soltanto dopo il ripetersi di un evento simile (errata sostituzione del FQI su un ATR 72), occorso ad un opera-

tore europeo il 18 marzo 2006, l'EASA ha espresso l'intenzione di intraprendere delle specifiche azioni al riguardo. Specifici dettagli su tale evento sono riportati nel successivo paragrafo 2.9.2.

Relativamente invece alla terza raccomandazione (ANSV-13/443-05/3/A/05), completamente recepita, l'EASA ha avviato la procedura per la modifica dell'attuale normativa di certificazione CS-25, allo scopo di prevedere specificatamente per l'impianto carburante l'installazione di un sistema di avviso di basso livello che sia indipendente dal sistema di indicazione della quantità carburante.

In particolare, per la fine del 2007, sarà formato un gruppo di studio allo scopo di elaborare una proposta di modifica alla CS-25 (Notice of Proposed Amendment, NPA) per rendere obbligatorio il citato requisito di indipendenza del sistema di avviso di basso livello dall'indicazione di carburante.

1.18.8.3. ATR

Contestualmente all'emissione della prima raccomandazione di sicurezza, l'ATR ha emesso la AOM 42-72/2005/08, con la quale enfatizzava a tutti gli operatori la necessità di una corretta applicazione delle procedure nonché l'individuazione del P/N delle parti come risulta dagli applicabili cataloghi nomenclatori o manuali illustrati delle parti (IPC), al fine di evitare l'installazione di componenti non idonei.

Le istruzioni manutentive (Job Instruction Card, JIC 28-42-81 RAI 10000 - Allegato "C") in vigore prima dell'evento prevedevano di effettuare la sostituzione del FQI senza verificare la congruità delle indicazioni di quantità di carburante del nuovo componente con quello da sostituire e/o di effettuare un controllo con le indicazioni delle cosiddette "*dripsticks*", astine graduate poste sotto ogni semiala in corrispondenza del relativo serbatoio.

Nel mese di aprile 2006, l'ATR, su propria iniziativa, come ulteriore azione di prevenzione, ha emendato la JIC relativa alla sostituzione del FQI, includendo nelle verifiche dopo il montaggio quella relativa al controllo di congruenza tra la quantità di carburante indicata nei display del FQI con quella effettivamente presente nei serbatoi alari.

Per quanto riguarda il requisito di indipendenza dell'avviso di basso livello dal sistema di indicazione carburante, è da evidenziare che l'ATR aveva già in passato introdotto una modifica installativa appropriata (per la versione ATR 72 con il Service Bulletin ATR72-28-1013 del 14 dicembre 1998 e per la versione ATR 42 con il Service Bulletin ATR42-28-0033 del 12 luglio 1997); tale modifica, tuttavia, era obbligatoria solo per gli aeromobili certificati ETOPS

(Extended Twin Engine Operations). Tale configurazione è stata poi serializzata per la versione ATR 72 dal mese di ottobre 1997 ad iniziare dal MSN 529 e per l'ATR 42 dal mese di maggio 1998 dal MSN 561.

1.18.8.4. ENAC

Subito dopo l'emissione delle prime due raccomandazioni di sicurezza dell'ANSV, l'ENAC, in via provvisoria, ha sospeso i diritti di traffico dell'operatore del TS-LBB in Italia. Successivamente, lo stesso ENAC ha effettuato, dietro esplicita richiesta dell'operatore, delle visite tecniche in Tunisia presso la sede dell'operatore stesso, allo scopo di verificare direttamente gli standard tecnico-operativi e manutentivi di quest'ultimo.

Sono state effettuate alcune visite ispettive da parte di tecnici dell'ENAC, durante le quali si sono verificate le modalità operative adottate sia nella gestione tecnico-operativa, sia in quella manutentiva, rispetto principalmente ai contenuti dell'Annesso 6 ICAO ed in parte anche rispetto agli standard europei derivanti dall'applicazione della JAR OPS 1 e dal regolamento 2042/2003 Part M/Part 145.

Le principali evidenze scaturite da tali visite sono di seguito elencate.

- Discrepanze organizzative di esecuzione e di registrazione dei lavori di manutenzione effettuati sui motori.
- Non sempre piena padronanza, da parte del personale della manutenzione, della documentazione del costruttore per definire l'accettabilità di componenti con P/N diversi.
- Alcuni rapporti di lavoro non riportavano lo stato di revisione della documentazione del costruttore utilizzata.
- Assenza di evidenza della esecuzione di doppi controlli sui montaggi dei comandi motore.
- Le procedure per gli interventi di manutenzione non programmati, fuori base, non erano riportate all'interno del Manuale di controllo della manutenzione in termini di attribuzione delle responsabilità, pianificazione preventiva e verifica dell'adeguatezza della base prevista per l'intervento.
- Non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio[®] AMASIS ed assenza di un efficace controllo del sistema stesso; mancata individuazione di un responsabile per la sua gestione. Ciò rappresentava una criticità nella gestione della manutenzione e nel controllo della configurazione degli aeromobili; non risulta all'ANSV che il personale della Direzione tecnica avesse ricevuto un addestramento sull'utilizzazione del sistema[®] AMASIS da parte del fornitore (ditta francese IFR).
- La gestione delle prescrizioni di aeronavigabilità (Airworthiness Directive) non prevedeva un

sistema completamente tracciabile in termini di responsabilità sull'implementazione.

- Procedure carenti nella gestione tecnica e di manutenzione degli aeromobili, che rendevano confusa la determinazione di ruoli e responsabilità del personale coinvolto nelle varie attività tecnico-manutentive.

In conclusione, dalle suddette evidenze sono emerse delle criticità nell'area tecnico- manutentiva dell'operatore.

1.18.8.5. Azioni effettuate dall'operatore

Allo scopo di poter eliminare le carenze manutentive ed organizzative, l'operatore ha introdotto, con il supporto di una istituzione straniera esperta in certificazione, una serie di modifiche strutturali ed organizzative che hanno consentito di ottenere, tra la fine del 2005 e l'inizio del 2006, una certificazione del sistema di qualità in accordo agli standard ISO 9001 per "Commercializzazione dei voli di linea e charter nazionali ed internazionali per il trasporto di passeggeri". Il processo di certificazione ISO 9001 era già iniziato nel 2004, prima, cioè, dell'evento.

Ulteriori azioni intraprese sono riportate in dettaglio nel successivo paragrafo 2.11.

1.18.8.6. Azioni conclusive

Sulla base di successive verifiche - effettuate sia dall'ENAC nell'ambito di propria competenza, sia dall'ANSV nell'ambito della propria inchiesta tecnica - si è potuto constatare che le azioni correttive richieste a seguito delle visite ispettive erano state implementate.

In particolare, sono stati considerati raggiunti e soddisfatti i rilievi relativi:

- all'attuazione di una funzione di assicurazione di qualità sia per la parte manutentiva, sia per quella operativa;
- all'introduzione di un nuovo modello di quaderno tecnico di bordo;
- alla rivisitazione del sistema di gestione delle parti di ricambio degli aeromobili e della loro configurazione ([®]AMASIS).

E' stato inoltre concordato tra l'ENAC, la DGAC tunisina e l'operatore stesso, che il successivo monitoraggio sulle attività tecnico-operative e sul rispetto degli standard di sicurezza, almeno per il periodo iniziale, dopo l'eventuale rilascio dell'autorizzazione ad effettuare nuovamente attività di trasporto pubblico in Italia, sarebbe stato effettuato con *audit* congiunti DGAC tunisina-ENAC.

I risultati delle verifiche effettuate sull'operatore tunisino sono stati portati a conoscenza, nel mese di marzo 2006, da parte dell'ENAC, del Comitato della sicurezza aerea della Commissione Europea, per le valutazioni di competenza di quest'ultimo in materia di applicazione dei divieti operativi (cosiddetta "lista nera") nel territorio degli Stati membri dell'Unione Europea. Dopo la pubblicazione della citata lista, nella quale l'operatore in argomento non era stato incluso, l'ENAC, nel mese di aprile 2006, ha revocato la sospensione dell'autorizzazione ad effettuare attività di volo sul territorio italiano.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente.

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITA'

L'analisi esposta in questo capitolo è stata effettuata sulla base delle evidenze rese disponibili all'ANSV ed acquisite sulla base dei poteri previsti dalla normativa nazionale ed internazionale relativa alla conduzione delle inchieste tecniche su incidenti ed inconvenienti aeronautici.

L'aeromobile coinvolto nell'evento era impiegato in attività di trasporto pubblico passeggeri e possedeva tutte le relative certificazioni necessarie.

I piloti erano addestrati e qualificati per operare il volo. La licenza di pilotaggio di entrambi i piloti era in corso di validità ed erano in regola inoltre con i controlli professionali periodici e le visite mediche. Anche gli assistenti di volo erano abilitati e qualificati per operare il volo. Il certificato di navigabilità del velivolo era in corso di validità.

2.1. PREPARAZIONE DEL VOLO

2.1.1. Quantità di carburante a bordo dell'aeromobile

La gestione della quantità di carburante nel corso dei voli del 6 agosto 2005 dell'aeromobile TS-LBB è stata ricostruita in dettaglio attraverso l'esame dei dati del combustibile consumato nella tratta precedente Tunisi-Bari (volo TUI 152F) e dal decollo da Bari fino all'ammarraggio (valori determinati dall'analisi del FDR), dai dati della quantità imbarcata (definiti dalla documentazione di rifornimento acquisita) e da quella effettivamente presente a bordo dell'aeromobile la mattina del 6 agosto prima della partenza da Tunisi, calcolata tenendo conto dell'errata indicazione del FQI.

La successiva tabella 14 riassume quanto sopra specificato (da considerare un'approssimazione dei valori indicati di circa il $\pm 2-3\%$).

Data	Aeroporto / volo	Durata volo	Carburante rifornito (kg)	Carburante effettivamente presente a bordo ²² (kg)	Carburante totale indicato a bordo dal FQI tipo ATR 42 (kg)	Carburante consumato (kg)	Note
5 agosto 2005	Tunisi	----	-----	790 Valore riportato nella documentazione di bordo dopo l'ultimo volo del giorno (Catania-Tunisi).	3050 Dopo la sostituzione del FQI, la quantità di carburante indicata era di 3050 kg ²³ . Dopo la sostituzione non era previsto effettuare una verifica di congruenza tra la quantità di carburante indicata dallo strumento (FQI) e quella effettivamente presente nei serbatoi.	-----	Sostituzione del FQI a seguito della segnalazione dell'equipaggio dopo l'ultimo volo della giornata (Catania-Tunisi, volo TUI 1141). Il comandante del volo TUI 1141, che ha effettuato la segnalazione, risulta essere lo stesso coinvolto nell'evento (TUI 1153).
6 agosto 2005	Tunisi	----	465 (pari a 600 litri)	1255 (790 + 465)	3780 Corrisponde al valore totale indicato dal FQI dopo aver rifornito 465 kg. In effetti, considerando la legge di variazione (vedi nota 23 a piè di pagina) con 1255 kg di carburante effettivamente presenti, il valore indicato dal FQI è circa 3780 (+/- 20 kg).	----	Il rifornimento è stato effettuato tramite punto di rifornimento centralizzato del velivolo. Quantità impostata nel pannello tale da avere una quantità totale pari a 3800 kg (valore comunicato dal copilota al Flight Dispatcher per la preparazione del piano di carico e centraggio).
6 agosto 2005	Tunisi-Bari (volo TUI 152F)	101 minuti circa.	-----	305 Quantità di carburante presente a bordo dopo l'atterraggio a Bari. Tale valore è stato determinato dalla differenza tra quello presente a bordo prima della partenza (1255 kg) e quello effettivamente consumato durante il volo (950 kg).	2290	950 Valore determinato dai dati del FDR.	Volo di trasferimento da Tunisi a Bari con 1 passeggero (meccanico di linea).

Data	Aeroporto / volo	Durata volo	Carburante rifornito (kg)	Carburante effettivamente presente a bordo ²² (kg)	Carburante totale indicato a bordo dal FQI tipo ATR 42 (kg)	Carburante consumato (kg)	Note
6 agosto 2005	Bari	----	265 (pari a 340 litri)	570 (pari a 305 kg presente a bordo dopo l'atterraggio + 265 kg riforniti)	2700	----	Il rifornimento è stato effettuato tramite il punto di rifornimento centralizzato. La quantità impostata è pari a 2700 kg, come previsto nel piano di carico e centraggio. Con tale impostazione, essendo la quantità calcolata dal FQI pari a 2700 kg, il totale rifornito è stato di 265 kg (340 litri).
6 agosto 2005	Bari – Djerba (Volo TUI 1153)	66 minuti circa dal decollo fino all'atterraggio.	-----	0 (al momento dello spegnimento dei due motori)	1800	570 Valore determinato dai dati del FDR.	L'aeromobile è decollato con circa 540 kg di carburante (30 kg sono stati consumati durante le operazioni di rullaggio). Sono trascorsi circa 49,5 minuti dal decollo fino allo spegnimento del motore destro. Dopo ulteriori 100 secondi si è verificato lo spegnimento del motore sinistro.

Tabella 14: quantità carburante a bordo dell'aeromobile TS-LBB.

²² Da considerarsi come il carburante utilizzabile per l'alimentazione dei motori.

²³ Con un FQI tipo ATR 42 installato a bordo di un ATR 72 il valore indicato di carburante segue la seguente legge di variazione, determinata sperimentalmente: $Y = 1,572 X + 1807,8$ (X rappresenta la quantità di carburante effettivamente presente a bordo). Per esempio, con 600 kg di carburante effettivamente presente, la quantità indicata dal FQI tipo ATR 42 è di 2750 kg circa.

Il grafico riportato in figura 27 evidenzia per ogni tratta effettuata dal TS-LBB la quantità di carburante effettivamente presente a bordo (linea di colore blu) e quella indicata dal FQI (linea di colore rosso).

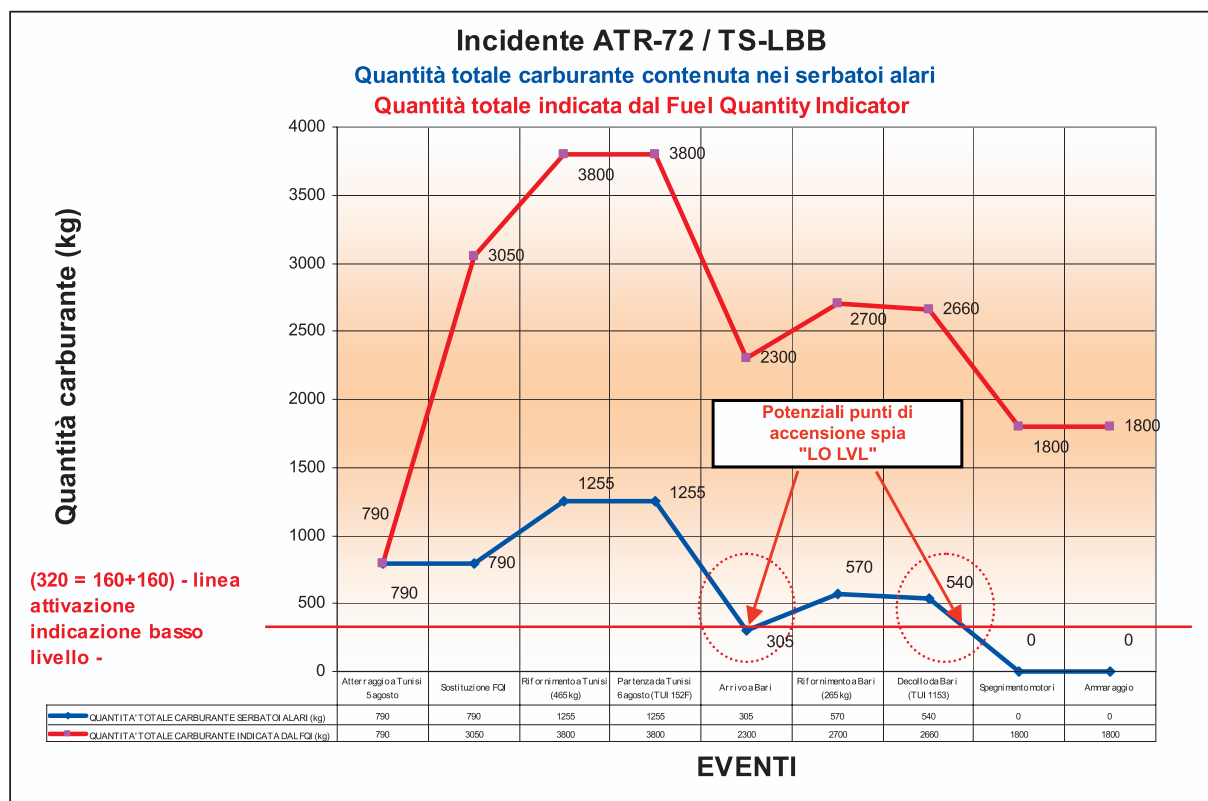


Figura 27: quantità di carburante indicato (linea rossa) e presente effettivamente a bordo (linea blu).
Nota: da considerare un'approssimazione dei valori indicati di circa il $\pm 2-3\%$.

2.1.2. Considerazioni

Come illustrato nella precedente tabella 14, la quantità di carburante effettivamente presente a bordo dopo lo spegnimento non comandato dei motori era pari a 0 kg, sebbene la quantità indicata dal FQI fosse, erroneamente, pari a 1800 kg (900 per il serbatoio alare sinistro + 900 per quello destro). Prove sperimentali, infatti, hanno confermato che in assenza di carburante nei serbatoi di un ATR 72, la quantità indicata dal FQI tipo ATR 42 è pari proprio a circa 1800 kg. Lo spegnimento di entrambi i motori, come si vedrà meglio in seguito, è stato determinato dalla mancanza di carburante nei serbatoi alari del TS-LBB.

Dalla citata tabella si evince inoltre che la quantità effettivamente presente all'arrivo a Bari era pari a circa 305 kg e quella indicata dal FQI pari a circa 2300 kg (valore peraltro confermato dai

membri dell'equipaggio di volo). Sul FQI sono presenti due spie luminose (con a fianco la dicitura "LO LVL") relative all'indicazione di basso livello carburante nel relativo serbatoio. Le spie di colore ambra si accendono qualora la quantità di carburante nel rispettivo serbatoio alare sia inferiore a 160 kg.

Oltre alle spie di colore ambra, nel caso in cui il FQI determini una quantità per uno dei due serbatoi inferiore a 160 kg, si attiva anche un avviso sonoro in cabina di pilotaggio (Single Chime). Sia l'accensione della spia di colore ambra che l'avviso sonoro sono legati quindi alla quantità di carburante calcolata dal FQI. Come noto, il FQI fornisce all'equipaggio la quantità di carburante contenuta nei serbatoi (espressa in kg o in libbre), elaborando il segnale proveniente dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari, in funzione di un algoritmo caratteristico, dipendente dalla forma dei serbatoi, dalla loro dimensione e dal numero delle sonde. L'impianto carburante dell'ATR 72 TS-LLB non era dotato di un indicatore di basso livello carburante indipendente dal sistema di indicazione. In altre parole, il segnale di basso livello era legato alla quantità che il FQI elaborava sulla base dei segnali provenienti dai sensori capacitivi dei serbatoi alari.

Nel caso in esame, nonostante la quantità di carburante effettivamente presente in ciascun serbatoio, sia nel volo da Tunisi a Bari, sia nel volo conclusosi poi con l'ammarraggio, sia stata al di sotto dei 160 kg per serbatoio, le segnalazioni in cabina di pilotaggio relativamente al basso livello (accensione spia ambra sul FQI e relativo avviso sonoro) non si sono perciò attivate.

Il FQI tipo ATR 42 montato sul TS-LBB, indicando un valore di carburante presente a bordo superiore di oltre 900 kg per serbatoio rispetto a quello effettivamente presente, non ha perciò fatto attivare l'accensione della spia ambra ed il relativo avviso sonoro in cabina.

2.2. CONDOTTA DEL VOLO E GESTIONE DELL'AVARIA

2.2.1. Volo TUI 152F (Tunisi-Bari, *ferry flight*) e operazioni di rifornimento a Bari

Il giorno 6 agosto 2005, il volo TUI 152F era stato pianificato utilizzando l'aeromobile marche TS-LBB ed era programmato per le ore 10.00 UTC (12.00 locali). La preparazione del volo da parte dell'equipaggio, in termini di quantità di carburante totale da imbarcare e rotta da seguire, è stata effettuata nel rispetto delle procedure operative previste; il comandante, tuttavia, pur avendo notato la mancanza della distinta di carburante che attestasse il rifornimento da 790 kg

(quantità di carburante presente dopo l'ultimo volo del giorno precedente) a 3100 kg circa (valore indicato dal FQI), decideva comunque di effettuare il volo senza aver visionato una copia della stessa.

L'equipaggio non ha verificato in modo puntuale i motivi della mancanza della distinta di rifornimento da 790 kg a 3100 kg e si è fidato delle garanzie fornite dal Flight Dispatcher. In realtà, tale distinta non esisteva, in quanto la differenza dell'indicazione di carburante era dovuta all'errata sostituzione del FQI e non ad un effettivo rifornimento. Un'attenta ricerca della citata distinta, che avrebbe dato esito negativo, anche interpellando la società incaricata di effettuare il rifornimento, avrebbe indotto l'equipaggio a pensare che l'indicazione di carburante non fosse propriamente attendibile e quindi ad effettuare ulteriori controlli.

Essendo stata la documentazione relativa alla quantità di carburante presente a bordo non completa, il comandante avrebbe dovuto consultare il Direttore operazioni volo per avere delle direttive in merito a come procedere. Nel caso particolare, ciò non è avvenuto.

Il comandante, dopo aver disposto un rifornimento fino a 3800 kg totali (*block fuel*) per la tratta Tunisi-Bari ed avuta poi la distinta di rifornimento, non ha notato che, a fronte dei 700 kg (corrispondenti a circa 900 litri) che dovevano essere immessi, ne erano stati riforniti soltanto 465 kg (600 litri). Lo stesso dicasi per il tecnico che ha assistito sottobordo l'operatore di rifornimento. La procedura prevede, infatti, che sia il tecnico ad impostare la quantità totale di carburante sull'apposito pannellino ed assista poi l'operatore dell'autobotte alle operazioni di rifornimento, per poi firmare la distinta di carburante e consegnarla all'equipaggio.

Terminato il rifornimento, a fronte dei 1255 kg di carburante effettivamente presenti a bordo, il FQI, del tipo ATR 42, riportava comunque un valore totale di circa 3800 kg (ripartiti per i due serbatoi).

Da parte dell'equipaggio, nel corso del volo, non veniva rilevata alcuna particolare anomalia e dopo circa 101 minuti, alle 11.46 (13.46 locali) circa, il TS-LBB atterrava regolarmente a Bari. Il tempo di volo era stato quello previsto.

Nel corso del volo non veniva compilato il cosiddetto piano di volo operativo (Operational Flight Plan), ancorché previsto dalle norme di compagnia. Tale documento riporta in dettaglio gli elementi (rotte, distanze, tempi, carburante, ecc.) in considerazione dei quali il volo è stato pianificato, nonché la registrazione, effettuata durante il volo a cura dell'equipaggio, dei dati significativi di riscontro e di altri dati essenziali.

Nel piano di volo operativo, pertanto, l'equipaggio di volo annota tempi e consumi, e verifica, al raggiungimento di determinati punti di navigazione, la quantità di carburante consumato per confrontarlo con quanto pianificato. Dalla documentazione acquisita emergerebbe che la compilazione di tale piano di volo operativo, sebbene richiesto dalle procedure di compagnia, non venisse effettuata in modo sistematico. Se tale piano di volo operativo fosse stato compilato nel corso del volo in argomento, l'equipaggio avrebbe probabilmente notato un consumo anomalo di carburante²⁴ e fatto delle opportune verifiche. Come visto in precedenza, la quantità totale di carburante indicata alla partenza da Tunisi era pari a circa 3800 kg e la quantità pianificata per il consumo nella tratta (*trip fuel*) era di 1100 kg (Allegato "F"). Dopo essere atterrati a Bari, la quantità indicata dal FQI era di 2300 kg, con un consumo fittizio, quindi, di 1500 kg, pari a circa il 37% in più rispetto a quanto pianificato. Una lettura degli indicatori Fuel Used (FU), inoltre, avrebbe fornito un dato di consumo di carburante (950 kg) compatibile con quello pianificato, ma in contrasto con quanto indicato dal FQI. L'equipaggio non ha notato, in effetti, tale discrepanza, che avrebbe potuto indurre a pensare che ci potesse essere un problema di indicazione e/o di consumo anomalo di carburante e ad effettuare, conseguentemente, le opportune verifiche. Il fatto che non sia stata rilevata tale discrepanza fa anche presumere che l'equipaggio non abbia completato la parte del Performance Record, che richiede di annotare la quantità di carburante rifornita, quella effettivamente consumata riportando i valori letti sulla strumentazione di bordo e la rimanenza di carburante. I valori del carburante effettivamente consumato per ogni motore sono indicati in cabina di pilotaggio dallo strumento integrato Fuel Flow/Fuel Used (FF/FU Indicator), i cui valori sono indipendenti da quelli indicati dal FQI.

L'equipaggio di volo ha riferito di avere compilato il Performance Record, ma di non aver notato l'incongruenza. Non è stato possibile comunque verificare tale circostanza, in quanto il Performance Record, presente a bordo dell'aeromobile, non è stato rinvenuto.

2.2.2. Volo TUI 1153 (Bari-Djerba) - Fase di decollo e crociera

Le operazioni di imbarco dei 35 passeggeri (di cui 1 era il tecnico di linea che seguiva l'aeromobile ogni qual volta si effettuassero voli presso aeroporti dove non fosse presente l'assistenza tecnica di linea dell'operatore) si sono svolte regolarmente. Come già evidenziato in precedenza, dopo il rifornimento a Bari la quantità di carburante indicata era di circa 2700 kg, con una effettiva quantità nei serbatoi di circa 570 kg.

²⁴ Differenza tra quanto riportato dal FF/FU e la quantità indicata dal FQI.

Dai dati relativi al flusso di carburante (*fuel flow*) per entrambi i motori si è potuto stabilire, comunque, che al momento del decollo la quantità di carburante era di circa 540 kg. Durante le operazioni di messa in moto e di rullaggio, infatti, sono stati consumati circa 30 kg. La massa totale dell'aeromobile era pertanto pari a circa 17.250 kg, mentre quella "fittizia" (corrispondente ad una quantità di carburante di $2700 - 30 = 2670$ kg) era superiore di poco rispetto a 19.000 kg. Vi era una differenza pertanto di circa 2000 kg. La differenza di massa, seppur significativa, può non essere facilmente riconoscibile da parte dei piloti, in quanto, oltre alla massa, altre variabili possono contribuire a determinare le prestazioni dell'aeromobile.

Dai grafici in figura 28 si nota come i parametri dei motori, nella fase di decollo e di salita fino alla quota di crociera iniziale, fossero regolari e nei limiti previsti. Dal decollo dall'aeroporto di Bari, pertanto, fino allo spegnimento del primo motore (motore destro), il volo si è svolto regolarmente, senza nessun particolare aspetto di rilievo. I dati ricavati dal FDR relativamente al funzionamento dei due motori, durante tutta la fase precedente allo spegnimento del motore destro, non indicano nulla di anomalo.

I valori di temperatura, giri motore e flusso carburante erano infatti nella norma, come rappresentato nei grafici in figura 28. Il consumo di carburante è stato regolare e si è attestato, nella fase di crociera, ad un valore di circa 10 kg/min (grafici in figura 29).



Figura 28: parametri motori di interesse dal decollo fino alla quota di crociera iniziale.

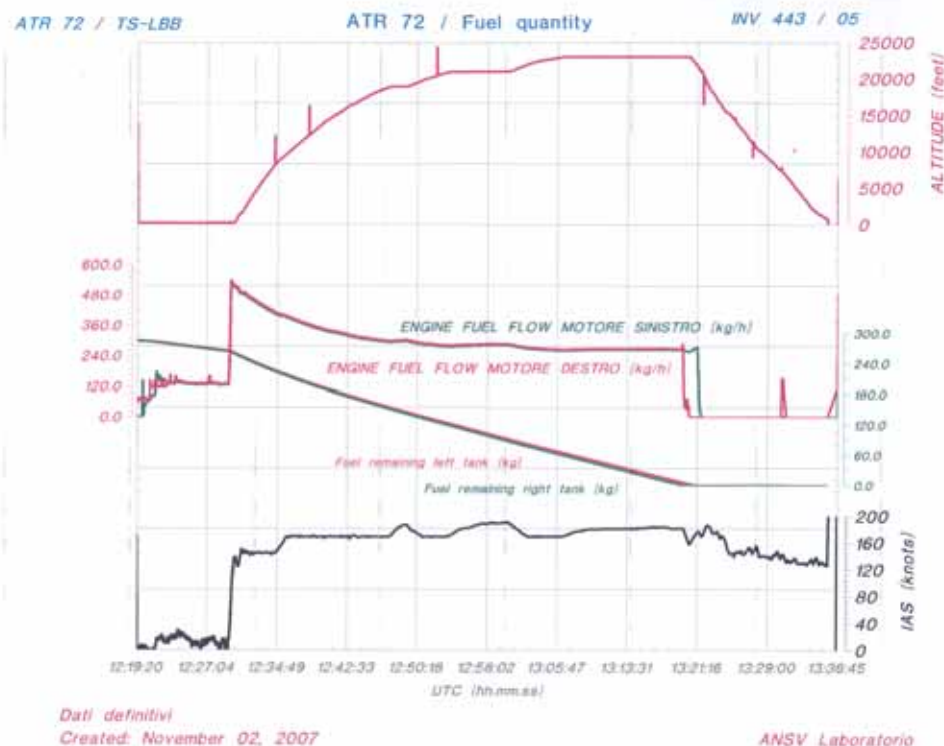


Figura 29: condizioni quantità e consumo carburante. Il parametro “Fuel remaining” è calcolato dai dati del consumo carburante (“Fuel flow”) e non è direttamente registrato dal FDR.

2.2.3. Analisi operazioni in cabina di pilotaggio – Motori in avaria

L’analisi delle conversazioni in cabina di pilotaggio desunte dall’ascolto del CVR, unitamente ai dati del FDR per quanto riguarda i parametri di quota e velocità dell’aeromobile, oltre che le informazioni rilasciate dall’equipaggio di condotta, hanno consentito di ricostruire le azioni effettuate dallo stesso equipaggio nei momenti in cui si sono manifestate le prime avarie.

La figura 30 illustra i principali parametri di funzionamento dei motori; è possibile notare come lo spegnimento di entrambi i motori sia avvenuto in modo lineare, senza aumenti della temperatura interna o aumento/diminuzione repentino del numero di giri di entrambi i motori.

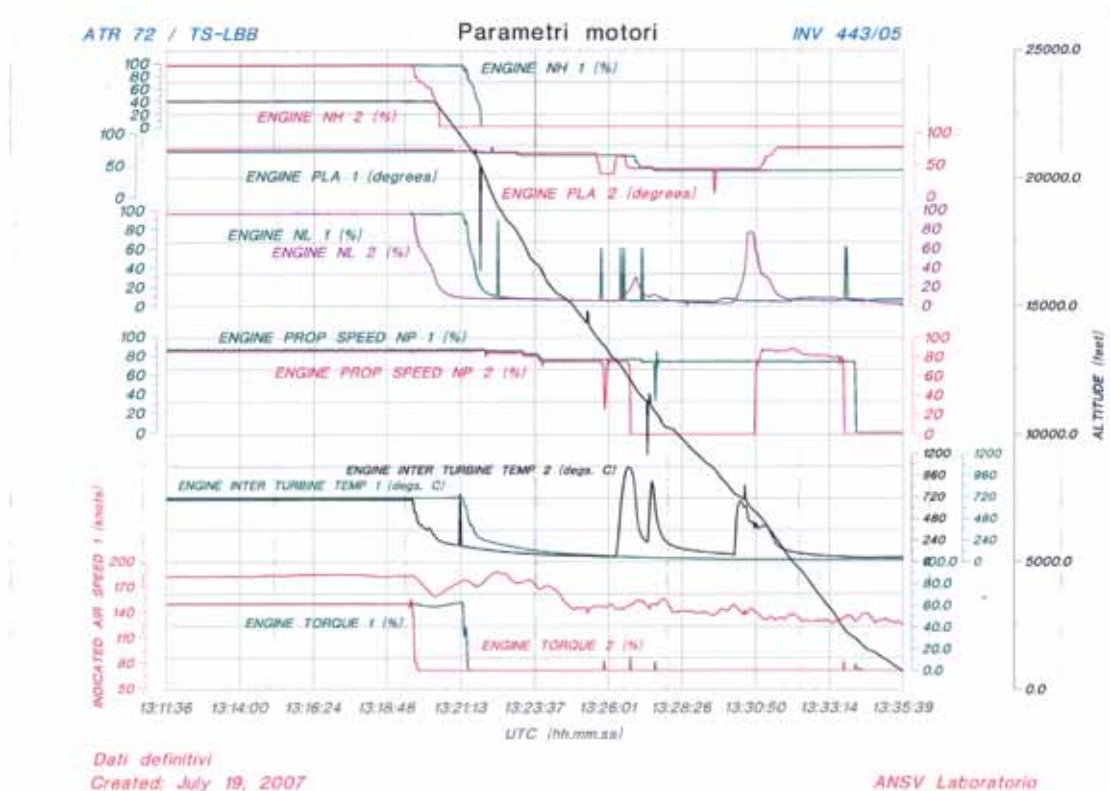


Figura 30: parametri motori di interesse.

Avaria al motore destro

In cabina di pilotaggio le prime indicazioni di malfunzionamento sono state quelle riguardanti l'accensione delle spie di colore ambra "FEED LO PR" sul Fuel Panel, e "FUEL" sul Crew Alerting Panel (CAP) accompagnata dal relativo avviso sonoro singolo (Single Chime).

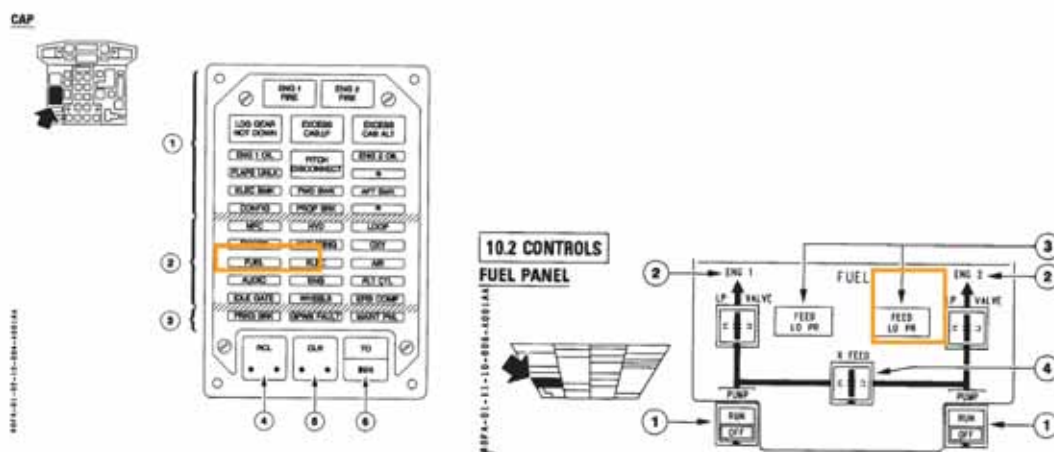


Figura 31: CAP e Fuel Panel.

L'accensione della spia FUEL sul CAP segnala all'equipaggio una situazione anormale, che necessita di un'azione correttiva e la spia "FEED LO PR" si accende ogni qual volta la pressione di alimentazione del carburante al rispettivo motore sia inferiore ai 350 mbar (5 psi). Ciò è indice di una possibile avaria alla pompa di alimentazione carburante, sospetta perdita ("*leak*") nei condotti di carburante o mancanza dello stesso. Nel caso specifico si trattava di mancanza di carburante.

Nel momento in cui si è avuto l'avviso sonoro in cabina relativo alle condizioni sopra dette, il comandante ha indicato al copilota che si era accesa la spia "FUEL" sul CAP e, nella previsione che potesse piantare il motore, ha richiesto al copilota di coordinare con il controllo del traffico aereo una quota inferiore. La richiesta di discesa era dettata dal fatto che con un solo motore operativo le ridotte prestazioni dell'aeromobile non consentivano di mantenere la quota di 23.000 piedi. Le tabelle di prestazione indicano, infatti, una quota massima inferiore ai 19.000 piedi (massa di riferimento compresa tra 17.000 kg e 19.000 kg).

Egli ha successivamente richiesto la lettura della *check list* relativa all'accensione della spia "FEED LO PR", ma contestualmente ha deciso di sospenderla ed ordinato nuovamente al copilota di richiedere la discesa.

Prima dell'inizio della lettura della *check list*, il comandante, notando che vi era stato un effettivo "*flame out*" al motore, confermato anche dal contestuale avviso sonoro CRC relativo alla bassa pressione dell'olio, richiedeva di selezionare la posizione dell'Engine Start Rotary Selector su "CONT RELIGHT" (così da provare un'immediata riaccensione e contemporaneamente assicurare l'alimentazione continua alle candele del motore) e di posizionare le PL su FI (Flight Idle). Queste due ultime azioni sono le prime due voci della *check list* "ENG FLAME OUT" (pagina 2.10 del QRH). Contestualmente, il copilota ha iniziato l'esecuzione dei controlli previsti dalla *check list* "FEED LO PR" (pagina 2.13 del QRH); tale azione, come si vedrà nel seguito, è stata interrotta a causa dello spegnimento del motore sinistro.

La *check list* applicata a seguito degli avvisi sonori e visivi in cabina è stata coerente con le informazioni disponibili all'equipaggio, sebbene le PL non siano state posizionate su FI. L'esecuzione delle voci della *check list* "FEED LO PR" avrebbe consentito all'equipaggio, in assenza di ulteriori avarie, di gestire correttamente l'avaria di un singolo motore, rimandandolo alla procedura "SINGLE ENG OPERATION" (pagina 2.04 del QRH).

Dall'esame dei dati relativi ai giri dell'elica del motore destro (NP), si nota come gli stessi si siano mantenuti alti e costanti, in quanto le CL non sono state retratte nella posizione di bandie-

ra (*feather*, FTR), per cui l'elica, per effetto dell'azione del vento relativo (*windmilling*²⁵), manteneva lo stesso numero di giri rispetto alla condizione di motore funzionante. L'architettura del motore, detta a turbina libera, è caratterizzata dal fatto che la velocità di rotazione dell'elica (misurata dal parametro NP) è indipendente da quella del gruppo compressore-turbina generatore di gas (velocità di rotazione dei compressori di bassa ed alta pressione misurate dai parametri NL e NH rispettivamente).

Le CL non sono state retratte sulla posizione di bandiera (FTR), in quanto la lettura della *check list* è stata interrotta visto che è subentrata l'avaria del secondo motore.

Il copilota ha coordinato la discesa, inizialmente a livello 190, dichiarando a Roma ACC di avere dei “problemi tecnici”, senza specificare il tipo di avaria riscontrata.

Avaria al motore sinistro

Dopo circa 100 secondi dallo spegnimento del motore destro, con l'aeromobile ad una quota di 21.500 piedi circa, in discesa per 19.000 piedi, si è verificato lo spegnimento del motore sinistro. Lo spegnimento si è verificato contestualmente all'esecuzione dei controlli previsti dalla *check list* “FEED LO PR” (pag. 2.13 del QRH) per il motore destro. Il comandante ha chiesto così al copilota di interrompere la lettura della *check list* e di comunicare l'intenzione di dirottare sull'aeroporto di Palermo Punta Raisi. L'aeromobile, con entrambi i motori in avaria, dopo circa 42 secondi, attraversava in discesa la quota di 20.000 piedi; durante la discesa, l'equipaggio cercava di capire quale potesse essere la causa della doppia avaria.

L'equipaggio non eseguiva i controlli previsti dalla *check list* – parte emergenze – nel caso di doppio spegnimento dei motori (“BOTH ENGINES FLAME OUT”, pagina 1.03 del QRH), ma cercava di capire, attraverso le indicazioni degli altri strumenti in cabina, le ragioni dell'improvviso spegnimento di entrambi i motori, comunicando la situazione di emergenza al controllore del traffico aereo in contatto radio (dichiarazione di MAYDAY).

La suddetta procedura (“BOTH ENGINES FLAME OUT”) prevede, prima di effettuare una riaccensione, di raggiungere e mantenere la velocità cosiddetta di *drift down* (VmHB, velocità ottima di discesa). Tale velocità è riportata nella sezione OPS DATA del QRH; con l'aeromobile ad una massa di 17.000 kg, come nel caso in esame, la velocità è pari a circa 129 nodi con flap 0° e 137 nodi con una massa di 19.000 kg (linea tratteggiata in figura 32). Al momento della seconda avaria l'aeromobile aveva una velocità di circa 180 nodi e l'equipaggio di volo ha mantenuto comunque dei valori notevolmente superiori rispetto a quelli previsti dalla procedura, fino a circa

²⁵ *Windmilling*: condizione per la quale l'elica di un motore continua a girare per effetto della velocità relativa dell'aeromobile rispetto all'aria. Ciò genera una enorme resistenza aerodinamica.

6000 piedi di quota. Come si nota inoltre dal grafico della velocità riportato in figura 32, relativo alla fase finale del volo dopo lo spegnimento dei due motori, l'andamento nel tempo della velocità stessa è notevolmente variabile. Comunque, come confermato anche dalle prove effettuate al simulatore di volo, riuscire a mantenere, da parte di un equipaggio di volo, un profilo di velocità costante nel corso di un'emergenza analoga a quella che ha interessato il TS-LBB, è alquanto difficile. Ciò soprattutto a causa della difficoltà di utilizzo della strumentazione di emergenza disponibile con alimentazione elettrica ridotta (anemometro, indicatore di assetto e direzione, altimetro e variometro) e delle problematiche associate alla gestione operativa del volo.

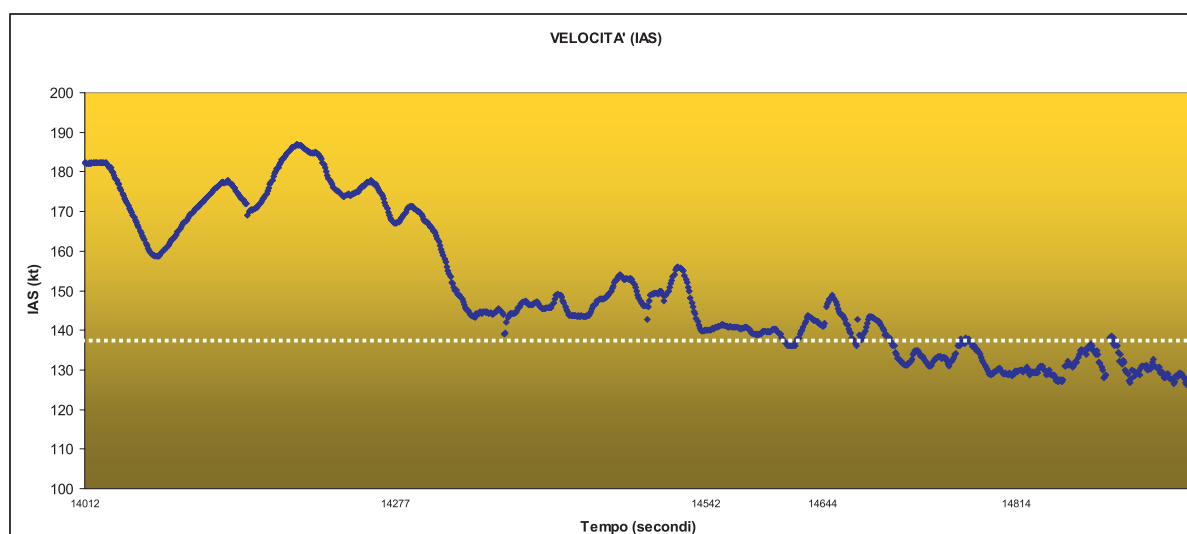


Figura 32: velocità indicata (IAS) fase finale registrata dal FDR.

Come già richiamato in precedenza, dopo lo spegnimento del secondo motore non è stata richiesta dal comandante l'esecuzione di alcuna procedura. Quella da applicare era la "BOTH ENGINES FLAME OUT". Essa prevedeva, in particolare, il posizionamento delle CL su *feather* e SO (Shut Off) in modo da portare le eliche in bandiera ed interrompere il flusso carburante. Le eliche non in bandiera hanno costituito una notevole resistenza all'avanzamento dell'aeromobile e ciò ha certamente contribuito a far perdere quota più velocemente rispetto al caso in cui le eliche fossero state in bandiera; conseguentemente, l'aeromobile ha percorso una distanza orizzontale minore.

La tabella in Allegato "H" riporta, in dettaglio, la sequenza delle azioni di interesse effettuate in cabina di pilotaggio nel corso dei 17 minuti intercorsi tra lo spegnimento del primo motore e l'ammarraggio.

La figura 33 riporta, invece, in modo schematico, tale sequenza, considerando come parametro base la quota dell'aeromobile.

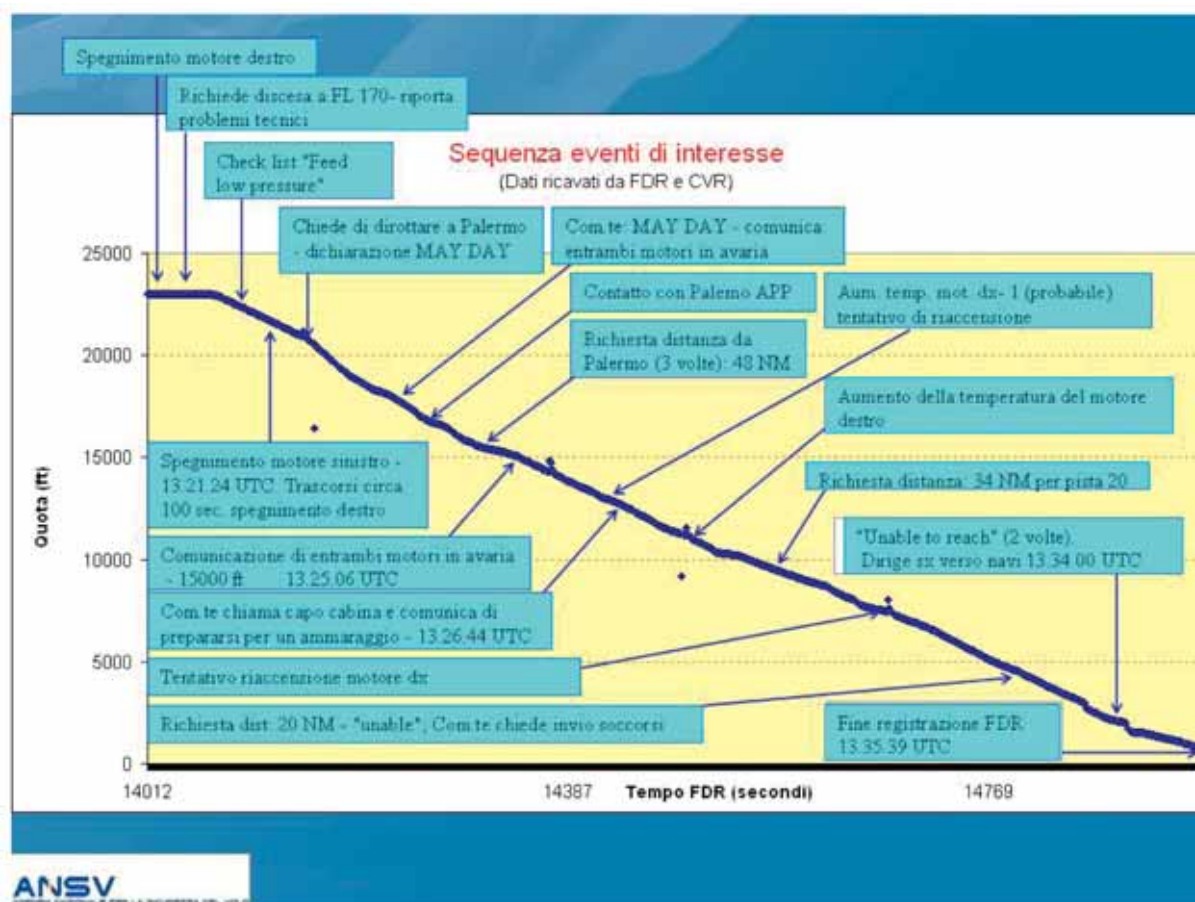


Figura 33: sequenza eventi di interesse.

Per una migliore rappresentazione e ricostruzione delle azioni effettuate dall'equipaggio, in Allegato "I" sono riportati due filmati, che rappresentano una ricostruzione animata dell'evento con illustrazione dello stesso aeromobile in 3D e di alcuni parametri di volo e di funzionamento dei motori ricavati dal FDR, relativa, in particolare, al decollo da Bari ed alla fase intercorsa tra lo spegnimento del primo motore e la fase finale di ammaraggio dell'aeromobile (vista sintetica strumenti e vista esterna).

Secondo quanto riportato dall'equipaggio di volo, sono stati effettuati diversi tentativi di riaccensione dei motori. Dall'esame dei parametri di funzionamento dei motori, in effetti, si può rilevare come ci siano stati degli aumenti di temperatura e di NL²⁶, ma, per quanto concerne il posizionamento delle PL e CL, si nota come tale posizionamento non sia stato coerente con la procedura prevista per la riaccensione in volo.

²⁶ Il FDR registra i valori di NH solo se superiori al 30% RPM.

La situazione in cabina di pilotaggio era caratterizzata da una comprensibile preoccupazione, in particolare dopo che veniva comunicata per la prima volta, da parte del controllo del traffico aereo, la distanza da Palermo. Infatti, l'aeromobile si trovava a circa 15.000 piedi, ad una distanza di 48 miglia dal TVOR/DME "PRS". La richiesta della distanza da Palermo veniva effettuata diverse volte; a circa 12.000 piedi (10 minuti circa prima dell'impatto con la superficie del mare), il comandante ordinava al capo cabina di preparare la cabina per un eventuale ammaraggio. Però, al contempo, non comunicava al controllore di Palermo APP in contatto l'eventualità di effettuare un ammaraggio; il comandante confidava infatti che uno o entrambi i motori potessero riprendere a funzionare regolarmente.

Considerando che la causa dello spegnimento di entrambi i motori è stata, in effetti, la mancanza di carburante, un'analisi di dettaglio delle azioni effettuate dall'equipaggio per cercare di avviare i motori e per cercare di capire il motivo del mancato avviamento non è considerata rilevante ai fini della determinazione della causa e dei fattori causali dell'evento. Si analizzeranno, in dettaglio, solo quelle parti ritenute di interesse per quanto riguarda le operazioni in cabina passeggeri, la preparazione e l'effettuazione della fase di ammaraggio.

2.2.4. Considerazioni su azioni equipaggio

Prima di entrare nel merito dell'analisi del comportamento dell'equipaggio, si ritiene opportuno fare la seguente premessa.

L'addestramento dei piloti finalizzato ad affrontare avarie gravi e complesse o condizioni operative marginali è normalmente svolto tramite l'utilizzo dei simulatori di volo. Quando questo impianto è particolarmente sofisticato, si possono simulare condizioni molto vicine alla realtà ed è possibile proporre agli equipaggi situazioni complesse derivanti da gravi avarie o malfunzionamenti degli impianti dell'aeromobile, oppure da condizioni ambientali estreme.

Un addestramento efficace è costituito da uno scenario realistico caratterizzato da un'avaria principale, che produce conseguenze logiche di malfunzionamento di altri impianti e che può provocare un degrado delle prestazioni dell'aeromobile.

Le tecniche addestrative applicate, normalmente, prevedono la presentazione di scenari operativi che non superino mai certi limiti di difficoltà costituiti da più avarie gravi, in quanto siffatte condizioni sono considerate estremamente improbabili.

L'equipaggio, dopo aver identificato la prima avaria in atto ed iniziato ad applicare la relativa *check list*, ha riconosciuto una perdita di spinta del motore destro, a cui è seguita, poco dopo, l'avaria dell'altro motore (sinistro). Questa situazione di emergenza non è stata gestita in modo corretto, in quanto i controlli previsti dalla *check list* applicabile "BOTH ENGINES FLAME OUT" non sono stati effettuati. Vanno considerate, però, le particolari condizioni operative in cui si è venuto a trovare l'equipaggio: senza informazioni in cabina relative alla distanza da Palermo (con il secondo motore in avaria i valori del DME non sono disponibili), con la strumentazione di cabina ridotta, con un'indicazione fuorviante della quantità di carburante, con una doppia avaria ai motori e con la prospettiva di un probabile ammaraggio. Con entrambi i motori in avaria (e quindi con i generatori di corrente elettrica inoperativi), la disponibilità della strumentazione di volo è ridotta e l'equipaggio, per far fronte alla condotta dell'aeromobile, deve utilizzare la sola strumentazione di *stand-by*.



Foto 85: particolare strumentazione di *stand-by*.

Il copilota eseguiva in modo quasi meccanico le indicazioni del comandante. Spesso si è trovato ad interrompere l'esecuzione dei controlli previsti per effettuare altre azioni richieste dal comandante, come per esempio richiedere più volte la distanza da Palermo e tentare la riaccensione dei motori.

In generale, perciò, si può affermare che l'attribuzione delle priorità delle azioni da svolgere in cabina di pilotaggio sia stata, a volte, condizionata dalla percezione di una possibile tragica conclusione, più che dalla osservanza delle procedure previste.

Nel gestire la situazione di emergenza non è stata presa in considerazione la mancanza di carburante, in quanto l'indicazione del FQI era di circa 1800 kg. L'avaria contemporanea di due motori è, in effetti, una condizione estremamente improbabile. La condizione di carburante inquinato che potesse rappresentare la causa dello spegnimento dei motori non poteva inoltre essere presa in considerazione, in quanto erano già stati effettuati circa 50 minuti di volo senza problemi di sorta. Le indicazioni fornite dagli strumenti non consentivano di chiarire le cause dello spegnimento dei motori e molta dell'attenzione dell'equipaggio di condotta è stata dedicata alla richiesta della distanza dall'aeroporto di Palermo ed ai tentativi, falliti, di riaccensione. Il problema a bordo non era quindi limitato solo alla perdita dei motori, ma anche alla conseguente perdita dei generatori elettrici e quindi di gran parte della strumentazione di bordo. In cabina di pilotaggio, per la condotta dell'aeromobile, erano quindi disponibili solo gli strumenti di emergenza (*stand-by*). Gli strumenti di *stand-by* sono posti appena a destra del comandante, disallineati rispetto alla posizione dello stesso, e praticamente utilizzabili con difficoltà da parte del copilota (vedasi foto 85). Non erano più disponibili, inoltre, altri impianti e apparati. E' risultato problematico il contatto con Palermo APP, continuo ma non adeguato alla situazione in atto. Quest'ultimo aspetto sarà trattato in dettaglio nel successivo paragrafo 2.7.

Come già accennato in precedenza, la distanza dal TVOR/DME di Palermo "PRS" non era più indicata dalla strumentazione di bordo già dopo lo spegnimento del secondo motore. Appena in contatto con Palermo APP, infatti, la prima informazione richiesta al controllore del traffico aereo è stata, appunto, la distanza dall'aeroporto. La stessa richiesta è stata fatta diverse volte dai piloti del TS-LBB nel corso dell'emergenza.

La situazione creatasi in cabina di pilotaggio era, per così dire, di illogicità delle indicazioni della strumentazione di bordo, soprattutto per quella relativa al funzionamento dei motori. Il parametro relativo alla temperatura ha assunto, per due volte, dei valori compatibili con un riavviamento del motore destro, benché, però, i valori di NH non fossero coerenti con tale situazione. L'equipaggio, nonostante avesse una notevole esperienza sul tipo di aeromobile (il comandante aveva oltre 5000 ore di volo), non ha immediatamente applicato le azioni previste dalle procedure e ciò è stato considerato sintomatico della particolarità dell'avaria manifestatasi e della situazione di stress che si è venuta a creare all'interno della cabina di pilotaggio, desumibile, soprattutto, dall'ascolto delle conversazioni in cabina di pilotaggio registrate dal CVR.

Appena Palermo APP ha comunicato per la prima volta la distanza dall'aeroporto (48 NM), con l'aeromobile ad una quota di circa 15.000 piedi, il comandante ha manifestato in cabina di pilo-

taggio le sue perplessità circa la possibilità di effettuare concretamente un atterraggio a Palermo. Il comandante, comunque, ha cercato, con la collaborazione anche del meccanico, fatto convocare in cabina di pilotaggio dallo stesso comandante, di capire l'origine della avaria in atto e di avere una spiegazione logica di quanto stesse accadendo. L'indicatore di carburante mostrava, in effetti, una quantità pari a 900 kg per serbatoio ed il comportamento di entrambi i motori, in precedenza, era stato regolare, senza alcuna indicazione anomala.



Foto 86: prove al simulatore; notare la strumentazione di *stand-by* (illuminata).

L'equipaggio di volo, nei 16 minuti circa che sono intercorsi dallo spegnimento di entrambi i motori all'ammarraggio, si è trovato a gestire una situazione considerata tra le più gravi che si possano presentare, caratterizzata da una completa perdita di potenza con conseguente emergenza elettrica e ammaraggio con mare mosso/molto mosso. Il fatto che tali condizioni si siano manifestate in rapida sequenza ha rappresentato per i piloti una situazione estremamente complessa. Gran parte dell'attenzione da parte dell'equipaggio è stata dedicata all'indagine, infruttuosa, sull'origine dell'avaria ed ai tentativi di riaccensione dei motori.

Nel contempo, il comandante ha dovuto gestire anche i rapporti con l'equipaggio di cabina, informando quest'ultimo della situazione in atto e comunicando allo stesso di preparare i passeggeri e la cabina per un ammaraggio.

In siffatte condizioni di volo, il comandante ha avuto la determinazione, una volta resosi conto concretamente che era impossibile atterrare a Palermo (a circa 4000 piedi di quota, Palermo APP comunicava che la distanza era di 20 NM), di dirigere l'aeromobile verso due imbarcazioni,

deviando a sinistra rispetto alla precedente direzione e richiedendo di avvisare le stesse imbarcazioni, in modo da facilitare l'individuazione stessa dell'aeromobile per la successiva fase di soccorso.



Figura 34: fase finale traiettoria TS-LBB (dati FDR).



Figura 35: fase finale traiettoria TS-LBB (dati FDR).

2.3. FASE FINALE DEL VOLO E DINAMICA AMMARAGGIO

Il FDR ha smesso di registrare con l'aeromobile ad una quota di 728 piedi ed una velocità indicata di 125 nodi. Dall'analisi dei dati di interesse relativi al minuto di registrazione precedente si è determinato che l'aeromobile aveva un rateo di discesa di circa 700-800 piedi/minuto. Pertanto, nell'ipotesi, molto probabile, che il pilota abbia mantenuto lo stesso rateo fino all'impatto, si può ragionevolmente ipotizzare che sia trascorso circa un minuto tra l'interruzione della registrazione dei dati FDR e l'impatto con la superficie del mare. Tale ipotesi trova riscontro nell'analisi comparativa dei tempi di fine registrazione FDR e CVR con quelli dell'ATC (vedasi paragrafo 1.11.4.). Per quanto riguarda quindi la stima dei parametri necessari per la determinazione della dinamica del volo, nella parte finale ed in quella relativa all'ammarraggio, è stato necessario utilizzare le evidenze scaturite dall'analisi del relitto, dai dati del CVR e dalle dichiarazioni testimoniali disponibili.

I grafici di seguito riportati raffigurano alcuni parametri relativi agli ultimi tre minuti di registrazione FDR.

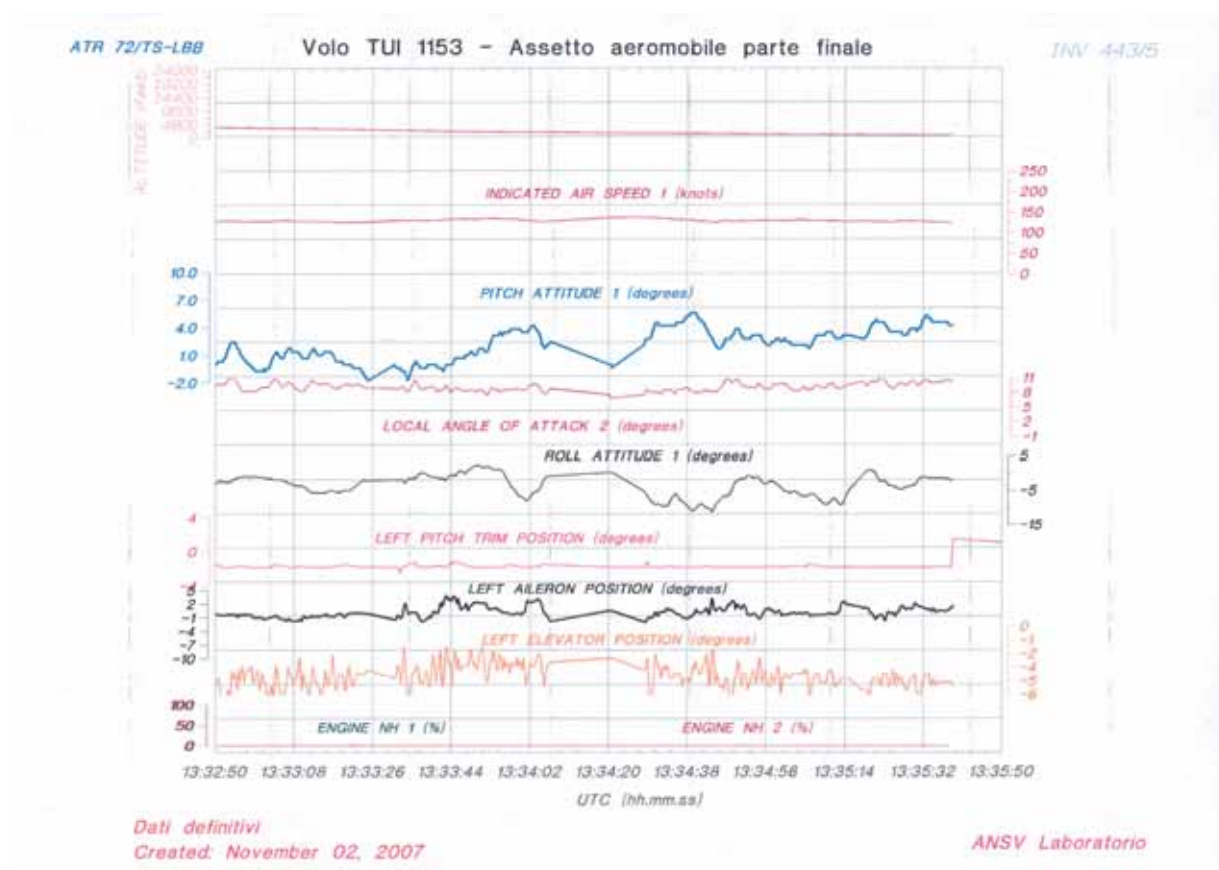


Figura 36: parametri di interesse fase finale.

Per una più immediata comprensione, si riportano i valori numerici di alcuni parametri relativi all'assetto dell'aeromobile in corrispondenza del tempo FDR 14988 (13.35.39 UTC), ultimo valore registrato.

Tempo FDR (FDR time)	Quota (Altitude)	Velocità (Airspeed)	Angolo di beccheggio (Pitch Attitude)	Angolo di attacco (Angle of Attack)	Angolo di rollio (Roll Attitude)	Prua (Heading)
14988 sec	728 ft	125 kts	4,2°	10,5°	-1,8°	111°

Tabella 15: ultimi parametri registrati dal FDR di interesse.

Nei venti secondi precedenti l'interruzione si è registrata una leggera riduzione della velocità, con un conseguente aumento dell'angolo di attacco, ad indicazione di una tendenza del pilota a cabrare all'avvicinarsi alla superficie del mare. Tale tendenza si è ancora verificata nella fase finale, immediatamente prima dell'impatto, in quanto si è udito, in cabina di pilotaggio, un suono riconducibile all'avvisatore acustico di pre-stallo (avvicinamento al cosiddetto angolo di attacco critico), che si attiva, nella configurazione di flap a zero, ad un valore di AOA di 11,6°. E' molto probabile che anche l'assetto dell'aeromobile (angolo di beccheggio) sia aumentato rispetto all'ultimo valore registrato di 4,2°.

Non è stato possibile stabilire con certezza, sulla base dei dati disponibili, il valore dell'angolo di beccheggio (assetto) finale; tuttavia, dall'analisi dei danni riportati dall'aeromobile nella parte posteriore e sulla base delle dichiarazioni di alcuni passeggeri che occupavano posti in coda, si ritiene possibile affermare che l'impatto sia avvenuto, molto probabilmente, prima con la parte posteriore dell'aeromobile e perciò con un assetto compatibile con quello ottimale di 9°.

Alcuni passeggeri in coda hanno, infatti, udito solo un forte boato al momento dell'impatto con la superficie del mare, cui è seguito, immediatamente dopo, l'ingresso dell'acqua in cabina passeggeri.

Il capo cabina (che ha riportato ferite mortali), seduto nella parte posteriore dell'aeromobile, oltre l'ultima fila dei passeggeri, è stato ritrovato in mare ancora seduto al proprio posto, che si è completamente divolto dalla struttura del pavimento cabina, ad indicazione di un possibile forte impatto localizzato principalmente nella parte posteriore dell'aeromobile. Ciò rappresenta un'ulteriore evidenza di un assetto cabrato dell'aeromobile al momento dell'amaraggio.

L'impatto con la superficie del mare è molto probabilmente avvenuto perciò prima con la parte posteriore della fusoliera, condizione che ha determinato l'immediato distacco del cono terminale di coda, successivamente recuperato ancora a galla. Ciò ha anche determinato la rottura

della paratia di pressurizzazione (*pressure bulkhead*).

Dopo il primo impatto, l'aeromobile ha subito un momento a picchiare, che ha portato la parte anteriore a immergersi in acqua, determinando la rottura in tre tronconi principali.

In sostanza, nella fase di avvicinamento finale alla superficie del mare, avendo l'aeromobile raggiunto quasi le condizioni di stallo (la velocità di stallo nelle condizioni di carico stimate era di circa 104 nodi), l'assetto era cabrato e conseguentemente la parte posteriore della fusoliera ha impattato per prima. Immediatamente dopo il primo contatto, l'aeromobile ha impattato il mare con la parte centrale e anteriore della fusoliera, sprofondando con il muso nell'acqua. Tale circostanza trova riscontro anche nelle dichiarazioni dei piloti, i quali hanno affermato di essersi trovati subito immersi in acqua immediatamente dopo l'impatto.

L'impatto dell'acqua contro la struttura della fusoliera anteriore ha contribuito così alla rottura strutturale della stessa. Le semiali, non presentando danni e/o deformazioni, non sono state interessate dall'impatto e pertanto l'angolo di rollio non era marcatamente elevato; è quindi molto probabile che l'aeromobile fosse, al momento dell'ammarraggio, con le ali livellate.

Per quanto concerne, invece, la direzione di ammaraggio rispetto al moto ondoso, non è possibile, sulla base dei dati a disposizione, stabilire con ragionevole certezza la prua dell'aeromobile, in quanto i dati del FDR sono riferibili a circa un minuto prima dell'effettivo impatto con la superficie del mare. L'ultimo valore di prua registrato è di 111° ed è in effetti nella stessa direzione del prevalente moto ondoso. L'equipaggio del B737 che ha sorvolato il relitto dopo circa 30 minuti dall'ammarraggio ha notato che la prua era orientata invece per 040°. E' molto probabile che tale differenza di prua (111° e 040°) sia riconducibile all'effetto delle correnti superficiali ed all'impatto.

Come rappresentato nel precedente paragrafo 1.18.4.3., nella fase finale di avvicinamento per l'ammarraggio è molto importante, per una buona riuscita della manovra e per minimizzare eventuali danni, la valutazione della direzione del vento, del moto ondoso e dello stato del mare. L'ammarraggio nella stessa direzione delle onde potrebbe determinare, dopo il primo impatto, una condizione per la quale la parte anteriore dell'aeromobile venga ad essere sommersa dalle onde, compromettendo la resistenza strutturale dello stesso aeromobile.

Dalle evidenze disponibili, non risulterebbe che l'equipaggio abbia considerato tali aspetti nel valutare la direzione ottimale di ammaraggio. Vi è, comunque, da evidenziare che le condizioni del moto ondoso e la direzione del vento non erano facilmente determinabili; l'equipaggio, come dichiarato dallo stesso e da quanto risulta anche dalle trascrizioni del CVR e dalle comunicazioni radio, ha cercato di ammarare quanto più vicino possibile a due imbarcazioni che transitava-

no nella zona, in modo da facilitare la successiva fase dei soccorsi, senza considerare pienamente i parametri ottimali per l'ammarraggio, in termini di direzione rispetto al prevalente moto ondoso.

2.4. OPERAZIONI IN CABINA PASSEGGERI

Le comunicazioni rivolte ai passeggeri dal momento dell'imbarco a Bari fino al momento dell'avaria ai due motori sono state regolari. E' stato eseguito il *briefing* di sicurezza prima della partenza ed è stato fatto anche in lingua italiana. Come visto in precedenza, il comandante, con l'aeromobile in discesa, attraversando la quota di circa 12.000 piedi, ha ordinato al capo cabina (CA1) di prepararsi per un ammaraggio. Nello stesso tempo le CL del motore destro venivano posizionate su bandiera e Shut Off e pertanto l'elica del motore ha smesso di girare per effetto *windmilling*. Come si può notare nel grafico in figura 30, il numero di giri dell'elica del motore destro ha assunto il valore di zero. In accordo alle procedure previste, il capo cabina ha dato disposizione all'assistente di volo di preparare la cabina passeggeri. Quest'ultima, però, secondo quanto riferito dalla maggior parte dei passeggeri, ha iniziato ad agitarsi ed a guardare in modo insistente dai finestrini per rendersi conto dell'eventuale problema ai motori. I passeggeri, vedendo l'assistente di volo in preda al panico ed in uno stato di forte agitazione, iniziavano a chiedersi cosa potesse essere successo e guardando anch'essi esternamente si sono resi conto di un possibile problema ai motori, non vedendo in effetti le eliche girare a forte velocità.

Non essendo i motori funzionanti, l'elica del motore destro era ferma e quella del sinistro girava comunque lentamente; il rumore in cabina era infatti notevolmente diminuito. Ai passeggeri veniva comunicato che, per problemi tecnici, era necessario effettuare un atterraggio a Palermo e, in via precauzionale, venivano invitati ad indossare il giubbotto di salvataggio. Alcuni passeggeri hanno riferito di aver indossato il giubbotto di salvataggio dopo aver visto l'assistente di volo, molto agitata, indossare il proprio. Il tempo intercorso tra la notizia di un eventuale atterraggio a Palermo e l'effettivo ammaraggio è stato di circa 10 minuti. I passeggeri continuavano a chiedere spiegazioni su quanto stesse accadendo, ma non hanno ricevuto, come da loro stessi riportato, un'adeguata informazione. Solo il capo cabina, secondo quanto riferito da alcuni passeggeri, è stato in grado di aiutare alcuni di loro ad indossare i giubbotti, mentre l'assistente di volo, fortemente agitata per la particolare situazione di emergenza, non ha svolto il proprio compito nell'aiutare i passeggeri nell'indossare il giubbotto di salvataggio. Sembrerebbe che l'assistente di volo si sia seduta al proprio posto (di fronte la cabina di pilotaggio, rivolta verso i passeggeri) prima ancora che tutti i passeggeri fossero seduti e preparati per l'eventuale ammarag-

gio. Il capo cabina, invece, ha dato il necessario supporto ai passeggeri per indossare il giubbotto, e utilizzando un megafono, in piedi vicino alla propria postazione in coda alla cabina, ha dato le ultime istruzioni ai passeggeri, fino a pochi istanti prima dell'impatto. In particolare, ha raccomandato di non gonfiare i giubbotti quando ancora all'interno della cabina e di togliere le scarpe. Sulla base delle informazioni assunte, risulterebbe comunque che tutti i passeggeri, al momento dell'impatto, indossassero i giubbotti di salvataggio e avessero le cinture di sicurezza allacciate.

Sulla base delle dichiarazioni testimoniali dell'assistente di volo, invece, sembrerebbe che quest'ultima abbia effettuato le operazioni di assistenza ai passeggeri nel rispetto delle procedure applicabili, prestando particolare attenzione ai bambini ed alle persone che necessitavano di particolare aiuto.

L'assistente di volo, durante la propria limitata esperienza, non si era mai trovata ad affrontare situazioni di emergenza; era comunque qualificata ed addestrata ad effettuare i compiti previsti dalle procedure di compagnia. Ciò nonostante, nel corso della gestione dell'emergenza, nei suoi comportamenti sono state riscontrate delle carenze che non hanno certo contribuito a rassicurare i passeggeri, anzi, hanno elevato lo stato di panico ed insicurezza dei passeggeri stessi.

Il capo cabina ha effettuato, per quanto possibile, data la particolare situazione, tutto quello che era nelle sue possibilità per assistere i passeggeri. Al momento dell'ammarraggio era seduto al proprio posto con la cintura allacciata.

2.5. CONSIDERAZIONI SU PROCEDURA DI AMMARAGGIO ATR 72

La procedura dell'ammarraggio riportata nei manuali dell'ATR 72, come normalmente avviene per altri tipi di aeromobile, è strutturata in modo che l'equipaggio possa normalmente fare affidamento sulla potenza dei motori per il controllo finale dei parametri fondamentali di volo dell'aeromobile. Come riportato nel precedente Capitolo I, al paragrafo 1.18.4.3., viene richiesto negli ultimi 200 piedi, infatti, di posizionare le eliche in bandiera, di chiudere le valvole di immissione combustibile ai motori e di azionare gli estinguenti nei motori. Ciò allo scopo di evitare eventuali incendi all'impatto. La manovra di ammaraggio è, di per sé, una manovra di emergenza e se effettuata senza l'ausilio della spinta dei motori nella fase di avvicinamento finale diventa alquanto difficile completarla in maniera adeguata. Risulta infatti difficoltoso scegliere la direzione ottimale rispetto al moto ondoso e far assumere all'aeromobile un assetto ideale senza perdere il controllo dello stesso, non avendo a disposizione la spinta dei motori.

La struttura della procedura riportata nel FCOM non tiene conto delle cause dell'ammarraggio.

Come visto in precedenza, effettuare un ammaraggio senza entrambi i motori può risultare più complesso rispetto ad una situazione in cui gli stessi siano funzionanti, in quanto diventa più difficile gestire tutti gli elementi necessari alla buona riuscita della manovra di ammaraggio stesso (velocità, velocità variometrica, assetto, direzione, momento e punto di contatto con il mare). Sarebbe pertanto auspicabile che le informazioni disponibili nelle procedure di emergenza nel FCOM e nel QRH venissero integrate, in modo da considerare anche la possibilità di un ammaraggio senza la disponibilità di entrambi i motori.

2.6. SIMULAZIONI AVARIA

2.6.1. Premessa

Sulla base dei dati radar correlati con quelli registrati dal FDR si è potuto stimare con buona approssimazione la posizione dell'aeromobile rispetto al TVOR/DME di Palermo "PRS" e quindi rispetto alla testata pista 20, essendo la stazione VOR posizionata nelle immediate vicinanze della stessa. La seguente tabella 16 riporta, in dettaglio, quanto sopra specificato.

Eventi	Tempo FDR (UTC) hh.mm.ss.	Tempo ATC	Quota	Coordinate geografiche	Distanza da "PRS"
Spegnimento primo motore (destro)	13.19.40	13.21.21	23.000 ft	N 39° 13' 19'' E 013° 35' 46''	67,5 NM
Spegnimento secondo motore (sinistro)	13.21.20	13.23.09	21.450 ft circa	N 39° 07' 40'' E 013° 29' 26''	61 NM circa

Tabella 16: distanze da Palermo Punta Raisi "PRS" al momento dello spegnimento dei motori.

2.6.2. Considerazioni su risultati delle simulazioni effettuate

Dalle simulazioni effettuate utilizzando il programma di calcolo ATR, relativamente alla verifica delle prestazioni dell'aeromobile (vedasi paragrafo 1.16.5.1.), si è determinato che, applicando in modo puntuale le previste procedure nelle condizioni di avaria di entrambi i motori, specie con particolare riferimento all'assetto e quindi alla velocità ottima di discesa, l'aeromobile sarebbe stato in grado di raggiungere l'aeroporto di Palermo.

Sulla base delle prove effettuate al simulatore è risultato, però, alquanto difficile mantenere un

profilo di velocità corretto, a causa delle possibili distrazioni dalla condotta dell'aeromobile nel seguire la gestione delle avarie, mantenendo, allo stesso tempo, un ottimale controllo della situazione in essere. Va inoltre considerata la difficoltà ad utilizzare correttamente le informazioni degli strumenti disponibili di *stand-by*.

Va evidenziato innanzitutto che l'obiettivo delle sessioni al simulatore non è stato quello di valutare la prestazione fornita dall'equipaggio del TS-LBB, bensì, come detto in precedenza, quello di valutare lo scenario operativo e le difficoltà che quest'ultimo presentava. E' stato, inoltre, utile poter valutare ulteriori elementi, quali la sequenza delle avarie accadute e gli effetti prodotti. In particolare, è stato possibile riscontrare quanto la difficoltà di condotta dell'aeromobile abbia influenzato lo scostamento dalle prestazioni teoriche ideali. Inoltre, gli equipaggi utilizzati al simulatore erano formati da soli comandanti al massimo livello professionale, opportunamente informati, prima delle prove, su tutti gli aspetti delle sessioni svolte, inclusa la sequenza delle avarie e le cause che le avevano prodotte. Ciò nonostante, essi hanno fornito prestazioni diverse, incontrando delle difficoltà, soprattutto per quanto concerne il mantenimento della velocità. Le sessioni, svolte con inizio missione pochi istanti prima della sequenza degli eventi, hanno evidenziato che si è trattato di uno scenario caratterizzato da una situazione particolarmente complessa, che ha messo in una certa difficoltà gli equipaggi impegnati. Tutto ciò a fronte di condizioni operative più favorevoli rispetto allo scenario reale, in quanto erano esclusi alcuni fattori importanti, quali la gestione della cabina passeggeri, la difficoltà di dialogo per radio con il controllo del traffico aereo, la ricerca delle cause delle avarie, gli illusori segnali di riavvio motore, ma, in modo particolare, la percezione di una condizione che avrebbe portato ad un imminente impatto.

Il fatto che una prova si sia conclusa con un ammaraggio ed una con l'atterraggio in pista è da interpretare come un fatto puramente casuale. E' importante invece aver constatato come professionisti di alto livello e, come già detto, approfonditamente informati sulla dinamica dell'evento, abbiano incontrato alcune difficoltà che, a volte, non sono riusciti a gestire.

Le prove effettuate al simulatore hanno soprattutto dimostrato, quindi, quanto possa essere difficile da parte di un equipaggio di volo gestire, in condizioni di una grave avaria (doppio spegnimento dei motori e conseguenti limitazioni derivanti), come è stato nel caso del volo TUI 1153, la condotta dell'aeromobile in termini di velocità ed assetto.

Inoltre, le stesse prove hanno evidenziato come da un punto di vista della gestione delle risorse nella cabina di pilotaggio la situazione sia resa estremamente difficile dalla necessità di svolgere azioni coordinate, che prevedono lettura ed esecuzione di varie *check list* in un arco di tempo limitato.

2.6.3. Stima di massima della distanza teorica percorribile

Per una stima di massima della distanza percorribile dall'aeromobile è stato necessario ricavare la velocità vera rispetto all'aria (TAS), utilizzando i valori della velocità calibrata (CAS)²⁷, la quota e la temperatura totale all'aria (Total Air Temperature, TAT), valori tutti desunti dal FDR. Dal valore della TAS, conoscendo i valori della effettiva velocità rispetto al suolo (Ground Speed, GS), tratti con un certo grado di approssimazione temporale dai tracciati radar, è stato possibile stimare la componente di vento in coda (Tail Wind = GS meno TAS).

La seguente tabella riporta in dettaglio i valori calcolati.

Quota (ft)	Ground Speed (kts)	True Air Speed (kts)	Intensità vento in coda in kts (GS – TAS)
23.000	275	269	6
21.500	250	250	0
21.000	251	242	9
19.400	253	252	1
18.500	264	249	15
18.000	262	236	26
17.000	256	234	22
15.900	245	222	23
14.000	206	182	24
13.000	202	182	20
11.000	204	179	25
10.600	204	178	26
8000	183	158	25
7600	182	160	22
7000	181	158	23
6000	173	145	28
5000	166	146	20
4000	163	138	25
3000	144	130	14
2000	146	129	17
1500	148	137	11
1100	148	134	14
755	144	129	15

Tabella 17: stima valori intensità vento in coda.

²⁷ Sebbene i dati del FDR relativamente alla velocità facciano riferimento a quella indicata, essa è, in realtà, già quella corretta per l'errore di posizionamento delle prese statiche (velocità calibrata, Calibrated Air Speed, CAS).

Dalla tabella 17 si può stimare che, durante la fase di planata, il vento ha spirato in coda al velivolo con velocità media di 18 nodi. I valori di vento in coda riportati nella precedente tabella sono compatibili e dello stesso ordine di grandezza dei valori di vento forniti dal servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana nel quadrante interessato (coordinate geografiche comprese tra i punti 38°/39° N e 13°/14° E), relativi alle quote di 24.000 piedi, 18.000 piedi, 10.000 piedi, 5000 piedi e circa 300 piedi (950 hPa) e riferibili alle ore 12.00 UTC, circa 1 ora e 40 minuti prima dell'ammarraggio. In particolare, la direzione e l'intensità del vento erano variabili: 300°/320° con 13/17 nodi a 24.000 piedi; circa 180° con 13/17 nodi a 18.000 piedi; aumento di intensità (> 18-22 nodi) a quote più basse fino a 10.000 piedi; diminuzione di intensità a 13/17 nodi a 5000 piedi con direzione 300°/320°.

La seguente tabella riporta i valori di vento in coda stimati sulla base delle osservazioni sopra menzionate.

Quota (ft)	Quota pressione (hPa)	Valori componente vento in coda (kts)
24.000	400	10
18.000	500	15
10.000	700	> 20
5000	850	< 10
300	1000	< 10

Tabella 18: stima valori intensità vento in coda, dati meteorologici.

Sulla base dei dati disponibili relativamente alle prestazioni dell'aeromobile, con due motori spenti ed in discesa alla velocità corrispondente a quella di massima efficienza (velocità che consente di percorrere una maggiore distanza orizzontale a parità di quota), si è calcolato che l'ATR 72 sia in grado di percorrere circa 2,6 NM ogni 1000 piedi di perdita di quota (efficienza pari a circa 15,80).

Tenendo conto, quindi, dei valori della quota ai quali si è verificato lo spegnimento dei motori (23.000 piedi per quello destro e 21.450 piedi per quello sinistro) e del valore di quota nel momento in cui l'equipaggio ha comunicato di dirottare sull'aeroporto di Palermo (circa 20.000 piedi), è possibile stimare, con il valore dell'efficienza sopra riportato, la distanza che l'ATR 72 avrebbe potuto percorrere se avesse assunto per tutta la fase di discesa verso Palermo la velocità di massima efficienza. All'assetto di massima efficienza, la massa dell'aeromobile non ha alcuna influenza sul valore della distanza orizzontale percorribile, ma solo sul tempo impiegato. Maggiore è la

massa, quindi, minore è il tempo impiegato, ma la distanza orizzontale coperta è la stessa.

In particolare, in assenza di vento in coda si ha che l'aeromobile potrebbe percorrere da una quota di 21.450 piedi (corrispondente alla quota in cui si è verificato lo spegnimento del secondo motore) una distanza orizzontale di circa 56 NM (55,77).

Considerando inoltre un valore medio stimato di vento in coda d'intensità costante di 18 nodi, si ha che la distanza orizzontale percorribile sarebbe stata, in realtà, uguale o di poco superiore all'effettiva distanza dall'aeroporto di Palermo.

Considerazioni

Quanto riportato in precedenza relativamente alla stima della distanza percorribile dall'aeromobile nelle condizioni di avaria di entrambi i motori non necessariamente implica che l'aeromobile sarebbe stato in grado, se avesse assunto la velocità di massima efficienza immediatamente dopo lo spegnimento di entrambi i motori, di poter atterrare in sicurezza su una delle due piste dell'aeroporto di Palermo.

Nella pratica, le variabili che influiscono sia sulle prestazioni sia sulla condotta stessa dell'aeromobile sono tante, diversificate e dipendono, tra l'altro, anche dalla particolare situazione operativa a bordo. E' molto difficile, in effetti, riuscire a mantenere lo stesso profilo di velocità per circa 15-20 minuti in una situazione di emergenza caratterizzata dalla perdita di entrambi i motori e dalle informazioni ridotte o mancanti della strumentazione di bordo.

Lo spegnimento dei motori si è avuto ad una distanza dall'aeroporto di Palermo (l'aeroporto più vicino rispetto alla posizione dell'aeromobile, vedasi Allegato "A" relativo alla mappa della zona dell'evento con indicati i punti di spegnimento dei motori) che non può essere considerata - date le prestazioni dell'aeromobile, le condizioni meteorologiche al momento e la peculiarità delle avarie - come sicura e certa per tentare di effettuare un atterraggio in sicurezza sull'aeroporto di Palermo stesso. Le indicazioni ridotte della strumentazione di bordo, a seguito della conseguente doppia avaria ai generatori, hanno limitato la possibilità, da parte dell'equipaggio, di avere un controllo positivo ed efficace della situazione operativa in essere.

Pertanto, ipotizzare un atterraggio su una delle piste dell'aeroporto di Palermo in condizioni di sicurezza è frutto, in realtà, di calcoli che non tengono conto della reale situazione tecnico operativa in atto. Più probabile, invece, un ammaraggio più vicino alla costa o un atterraggio forzato sulla terraferma, con conseguenze, però, difficilmente ipotizzabili.

2.7. COMUNICAZIONI RADIO

Nel momento in cui il TS-LBB ha dichiarato per la prima volta le condizioni di emergenza era in contatto radar con Roma ACC; a seguito della richiesta del comandante di dirottare su Palermo, il controllore, non avendo compreso chiaramente la natura dell'emergenza stessa, istruiva il TS-LBB a contattare Palermo APP per le istruzioni all'atterraggio. Il suddetto controllore, dal momento che non sarebbe stato in grado di assistere il TS-LBB fino al completo atterraggio a Palermo, date le caratteristiche del radar d'area (non si ha la possibilità di assistere l'aeromobile con la stessa precisione di un radar di avvicinamento con visualizzazione del sentiero di avvicinamento e delle relative piste di atterraggio), ha ritenuto opportuno che l'azione migliore sarebbe stata quella di far sì che il TS-LBB contattasse direttamente Palermo APP per il prosieguo del volo. Le condizioni di emergenza dell'aeromobile sono state comunicate per via telefonica a Palermo APP, affinché si potessero predisporre le necessarie misure per assistere adeguatamente l'aeromobile stesso.

Dall'esame delle evidenze disponibili relativamente alle comunicazioni intercorse tra Palermo APP e l'aeromobile, si può affermare che le stesse, considerata la particolare situazione a bordo del TS-LBB, siano state continue e senza interruzione, sebbene caratterizzate spesso da incomprensioni reciproche. Ciò è stato anche determinato dal fatto che la fraseologia utilizzata nel corso dell'evento non ha, a volte, rispettato lo standard previsto.

Il controllore di Palermo APP ha avuto delle difficoltà, alcune volte, a capire con sufficiente chiarezza le richieste in lingua inglese formulate dell'equipaggio. Lo stesso equipaggio del TS-LBB, infatti, a volte, non è stato sufficientemente chiaro su alcune richieste/comunicazioni effettuate.

Quando un aeromobile dichiara condizioni di emergenza, inoltre, le comunicazioni radio devono essere ridotte solo all'essenziale, per meglio consentire ai piloti di effettuare le azioni necessarie per gestire l'emergenza stessa. Il controllore di Palermo APP, invece, ha più volte, nel tentativo di assistere l'equipaggio del TS-LBB nel migliore dei modi, comunicato a quest'ultimo informazioni che potevano comunque essere fornite in momenti diversi.

Nel momento in cui l'aeromobile ha confermato la dichiarazione di emergenza, in contatto con Palermo APP (15.24 UTC circa), quest'ultimo ha attivato la fase di allarme relativamente ad un aeromobile che sarebbe atterrato comunque sull'aeroporto. L'ente ATC in questione non era

infatti a conoscenza (né avrebbe potuto supporlo) che l'aeromobile avrebbe effettuato invece un ammaraggio. L'equipaggio, infatti, ha confermato che non sarebbe stato in grado di raggiungere l'aeroporto solo circa 5 minuti prima dell'effettivo ammaraggio, a circa 4000 piedi di quota. Dall'esame dei tempi correlati con l'insorgere dell'avaria, se l'equipaggio avesse comunicato chiaramente, quando in contatto con Roma ACC, di non riuscire a raggiungere l'aeroporto di Palermo, l'informazione di ammaraggio agli enti ATC sarebbe pervenuta con circa 10 minuti di anticipo rispetto a quando, in effetti, è stata data. Alle 13.24, comunque, quando il TUI 1153 ha confermato le condizioni di emergenza a Palermo APP, si è attivato il piano di emergenza aeroportuale, che prevedeva comunque l'uscita dei mezzi navali. Alle 13.31 la prima motovedetta ha mollato gli ormeggi.

2.8. RICERCA E SOCCORSO

Nel momento in cui l'aeromobile ha confermato la dichiarazione di emergenza (13.24 UTC) sono state attivate le fasi previste dal citato Piano di emergenza ("Norme e procedure per l'assistenza agli aeromobili in emergenza e per il soccorso ad aeromobili in caso di incidente"). Lo stesso Piano di emergenza prevede che per incidenti di volo nella zona di mare antistante l'aeroporto, entro le cinque miglia nautiche, le operazioni di soccorso siano disciplinate dal Piano della Protezione Civile-Ufficio territoriale del governo di Palermo (edizione luglio 2003).

Nel caso in esame, essendo l'aeromobile ammarato al largo di Palermo ad una distanza superiore alle 5 miglia nautiche, il piano da attuare era quello contemplato dal "Piano S.A.R. Marittimo Nazionale" (IMRCC/001), approvato in data 25 novembre 1996 dall'allora Ministero dei Trasporti e della Navigazione (ora Ministero dei Trasporti).

Nei limiti delle verifiche effettuate, si può affermare che tutte le operazioni programmate ed attuate dagli enti interessati siano state effettuate in accordo al Piano di emergenza aeroportuale in vigore. Esse sono state realizzate secondo tempi e modalità congruenti e pertinenti con quanto previsto dal suddetto Piano SAR (IMRCC/001).

Dopo l'evento, da parte del Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto sono state comunque intraprese delle azioni relativamente alla pianificazione e realizzazione delle attività di soccorso in mare in caso di incidenti. Il 19 dicembre 2005 è stata emessa la Direttiva SAR 026 con la quale si evidenziano alcuni degli aspetti tecnico-operativi più significativi riguardo alla pianificazione della citata attività di soccorso in mare.

In particolare, il Comando Generale ha già intrapreso delle iniziative per riconsiderare la situa-

zione dei mezzi navali specificatamente equipaggiati per l'attività di soccorso in mare, al fine di ottimizzare sia la ridistribuzione delle esistenti risorse, sia l'acquisizione di nuovi mezzi.

Sono state inoltre avviate alcune attività allo scopo di implementare/installare dei collegamenti telefonici tra il MRCC e i 4 Centri di controllo regionale del traffico aereo (ACC di Milano, Padova, Roma e Brindisi).

2.9. IMPIANTO CARBURANTE E FQI

2.9.1. Effetti del montaggio di FQI tipo ATR 42 su di un aeromobile ATR 72

Dalle prove sperimentali effettuate dopo l'evento, è risultato che la quantità di carburante indicata da un FQI tipo ATR 42 installato su di un aeromobile ATR 72 è superiore rispetto a quella effettivamente presente e segue una legge di variazione lineare con una inclinazione superiore del 50%. In particolare, estrapolando i dati fino al valore di 0 kg, l'indicazione del FQI tipo ATR 42 è pari a circa 1800 kg, che corrisponde alla quantità comunicata dall'equipaggio del TS-LBB al controllore del traffico aereo con cui era in contatto, prima dell'ammarraggio.

Per carburante a bordo pari a zero, lo strumento ATR 42 indica la presenza di 900 kg per ciascun serbatoio (cioè la quantità totale di carburante a bordo indicato dal FQI è pari o superiore a 1800 kg). In sostanza, la quantità indicata dal FQI del TS-LBB prima dell'ammarraggio era di 1800 kg (900 kg per serbatoio) e la quantità effettivamente presente era pari a 0 kg. Circostanza per la quale si è verificato lo spegnimento non comandato di entrambi i motori.



Foto 87: FQI installato a bordo del TS-LBB effettuata subito dopo il recupero del relitto.

2.9.2. Altri casi di errata sostituzione del FQI

Come già illustrato nei paragrafi precedenti, il recepimento della prima delle due raccomandazioni di sicurezza emesse dall'ANSV si è concretizzato attraverso l'approvazione, da parte dell'EASA, di una Emergency Airworthiness Directive (Ref. GSAC/T 50/05 - AD N° UF-2005-160 datata 8 settembre 2005, Prescrizione di aeronavigabilità di emergenza) emessa dalla DGAC francese, che prescriveva una verifica *una tantum* su aeromobili ATR 42 e ATR 72 per verificare la corretta installazione degli indicatori di carburante.

Il costruttore ATR, a sua volta, ha emesso un AOM 42-72/2005/08, con il quale enfatizzava a tutti gli operatori la corretta applicazione delle procedure nonché l'individuazione del P/N delle parti nel rispetto delle informazioni riportate nei cataloghi nomenclatori o manuali illustrati delle parti (IPC) applicabili, al fine di evitare l'installazione di componenti non idonei.

Nonostante quanto sopra riportato, il 18 marzo 2006 si è verificato un altro caso di errata sostituzione di un FQI da parte di un operatore di nazionalità tedesca, la cui flotta comprendeva ATR 42 e ATR 72. Il montaggio era stato effettuato, prima del volo previsto con l'aeromobile tipo ATR 72-212A, in un aeroporto non base di armamento dell'operatore.

Sulla base dell'inchiesta tecnica condotta dal competente ente investigativo tedesco, si è determinato che uno dei tecnici coinvolti nell'evento aveva notato, in effetti, la differenza nel Part Number tra i due FQI (quello inefficiente da rimuovere con P/N 749-759 e quello efficiente da installare con P/N 749-757). Egli, pertanto, aveva richiesto telefonicamente ad un tecnico del supporto manutentivo presente presso l'aeroporto sede dell'operatore se i P/N dei due FQI fossero intercambiabili, ricevendo risposta affermativa. L'indagine, però, ha evidenziato che i due tecnici interessati si riferivano a due parti di ricambio differenti. Mentre il primo si riferiva ai due FQI, il secondo si riferiva, invece, per quanto riguardava l'intercambiabilità, a delle sonde di carburante, che dovevano anch'esse essere sostituite. Queste ultime sono in effetti intercambiabili, mentre i due FQI no.

L'equipaggio di volo, nel corso dei controlli pre-volo, ha effettuato la comparazione tra la quantità di carburante imbarcato e quella già presente, utilizzando le informazioni provenienti dall'indicazione del FQI; a questo punto ha notato un'incongruenza tra la quantità indicata e quella riportata nella documentazione dell'aeromobile. Il FQI indicava, in effetti, una quantità di carburante di circa 1800 kg superiore a quella effettivamente presente ed indicata nella documentazione tecnica a corredo. La successiva verifica fatta dai tecnici con le astine graduate ha confermato tale discrepanza. Solo allora i tecnici si sono resi conto dell'errore installativo del FQI. In particolare, anziché essere installato il P/N 749-759, adatto per l'ATR 72, era stato installato il P/N 749-757, valido solo per l'ATR 42.

La Job Instruction Card (JIC) applicabile alla data dell'evento (Allegato "C"), relativa alla sostituzione del FQI, non prevedeva il controllo di congruenza tra le indicazioni del FQI e i dati riportati nella documentazione dell'aeromobile e/o la verifica che le indicazioni del FQI prima e dopo la sostituzione rimanessero costanti. Essa prevedeva solo di verificare, dopo l'installazione, attraverso il test dell'impianto, l'accensione della spia LO LVL e di tutti i *led* luminosi presenti sui due display del FQI. La JIC non richiedeva, inoltre, la verifica della corretta indicazione dello strumento, realizzabile attraverso la rilevazione tramite le astine graduate inserite nella zona inferiore delle semiali.

Nel mese di aprile 2006, il costruttore ATR ha emendato la relativa JIC, prevedendo una serie di azioni tese alla verifica di congruenza delle indicazioni del FQI prima e dopo la sostituzione.

A seguito dell'evento sopra descritto, l'omologo ente di investigazione tedesco (BFU) ha emesso, il 25 ottobre 2006, una specifica raccomandazione all'EASA (Allegato "D"), che, in sostanza, ricalca quella già emessa dall'ANSV (ANSV-7/443-05/2/A/05), relativamente alla possibilità di far effettuare una modifica installativa in grado di prevenire il montaggio di un FQI previsto per l'ATR 42 su un aeromobile ATR 72.

L'EASA ha risposto a tale raccomandazione del BFU in data 10 aprile 2007 (Allegato "D"), affermando che, alla luce del nuovo caso simile a quello occorso al TS-LBB, sarebbe stata effettuata una valutazione del rischio attraverso specifici contatti con il costruttore. Ciò al fine di valutare l'opportunità e/o la possibilità di una modifica installativa dei FQI sulla flotta ATR 42 e ATR 72.

Considerazioni

Al momento non esiste una regolamentazione di carattere generale che obblighi i costruttori a prevedere delle modifiche installative per componenti con stesse funzioni e apparentemente simili da un punto di vista costruttivo, ma con prestazioni diverse, che possano essere montati su distinte tipologie/versioni di aeromobili, sempre appartenenti comunque alla stessa famiglia (es. Boeing B737-200, -400, -800; Airbus A319, A320, A321; ATR 42, ATR 72; ecc.).

Sarebbe pertanto auspicabile che i due maggiori enti di regolazione aeronautici a livello mondiale, la FAA statunitense e l'EASA europea, effettuassero degli studi mirati alla definizione di linee guida e/o alla emanazione di requisiti regolamentari, in merito alla possibilità di prevedere delle opportune modifiche installative sulla macchina o sul componente stesso, allo scopo di evitare che componenti con stesse funzioni e apparentemente simili, ma con prestazioni diverse, possano essere erroneamente installati.

2.9.3. Considerazioni sul Part Number identificativo del FQI

Il tecnico di manutenzione che ha verificato la disponibilità del FQI di ricambio ha utilizzato, come previsto dalle normali procedure manutentive, il P/N riportato nell'IPC. In particolare, ha individuato tre Part Number corrispondenti al FQI da sostituire, ciascuno dei quali installabile sull'aeromobile ATR 72:

- 748-681-2;
- 749-160;
- 749-759.

Come riportato in dettaglio nel precedente paragrafo 1.1.2., nessun FQI contraddistinto da uno dei tre P/N applicabili era riconosciuto dal sistema di gestione delle parti di ricambio. Tali P/N, infatti, riportavano, dopo le prime tre cifre, un tratto (*dash*), mentre nel *database* del sistema di gestione delle parti di ricambio il P/N del FQI era inserito senza il tratto dopo le prime tre cifre (P/N 748681-2). Tale P/N era lo stesso di quello riportato nella corrispondente JAA Form One (dichiarazione di riammissione in servizio dei componenti aeronautici). Il programma di gestione delle parti di ricambio utilizzato dall'operatore ([®]AMASIS) interpretava il tratto dopo le prime tre cifre come un carattere e, pertanto, la ricerca era stata negativa. Se il tecnico avesse effettuato la ricerca senza inserire il tratto dopo le prime tre cifre, avrebbe certamente avuto a video le informazioni relative proprio al P/N 748681-2.

Il costruttore del FQI ha affermato di aver eliminato il tratto dopo le prime tre cifre nel 1992 per ragioni informatiche. Lo stesso costruttore dispone di una norma interna che disciplina le modalità di assegnazione dei Part Number, ma tale norma non sempre è stata applicata in modo sistematico.

Sulla base delle informazioni disponibili, non esiste, al momento, una regolamentazione convenzionale uniforme, di carattere generale, relativa alle modalità di assegnazione dei P/N ai componenti e/o strumenti utilizzati in campo aeronautico.

Sarebbe quindi auspicabile che i due maggiori enti di regolazione aeronautici a livello mondiale, la FAA e l'EASA, effettuassero degli studi mirati alla definizione di linee guida e/o alla emanazione di requisiti regolamentari in merito alla modalità di assegnazione dei P/N dei componenti aeronautici.

2.10. INDAGINI SUI MOTORI

Gli accertamenti tecnici condotti sui motori hanno consentito di escludere, oltre ogni ragionevole dubbio, che lo spegnimento in volo dei motori sia stato riconducibile ad un'avaria dell'apparato motopropulsore.

Lo spezzone di cavo di acciaio rinvenuto avvolto all'albero del motore destro apparteneva, con molta probabilità, ai cavi di comando delle superfici mobili che corrono lungo la fusoliera. Si ritiene che, all'atto dell'impatto e della rottura della fusoliera, uno di questi cavi si sia tranciato ed abbia fortuitamente agganciato l'albero dell'elica.

L'analisi dei codici di malfunzionamento registrati dagli EEC non ha evidenziato avarie significative correlabili all'evento.

Le non conformità di installazione riscontrate sui due motori, invece, sono indice di un carente livello qualitativo delle attività di manutenzione, così come svolte dall'esercente all'epoca dell'incidente.

Nel corso di una visita effettuata presso l'esercente, nel novembre 2005, si è avuto modo di osservare che le stesse tipologie di non conformità erano riscontrabili sui motori di un aeromobile presente in linea di volo, a conferma di un basso standard qualitativo delle operazioni manutentive effettuate sui motori.

Su entrambi i motori del TS-LBB sono state riscontrate alcune non conformità installative (mancanza di fascette di fissaggio di tubazioni e cablaggi elettrici, uso di organi di collegamento non corretti) che, pur non essendo tali da pregiudicare il funzionamento dei motori, sono indicative di potenziali carenze delle organizzazioni manutentive che hanno operato su tali motori.

2.11. PROCEDURE MANUTENTIVE DELL'OPERATORE

Sulla base delle evidenze raccolte, relativamente all'organizzazione manutentiva dell'operatore, sono emerse delle carenze tecnico-gestionali. In particolare, vi era una gestione della configurazione delle parti di ricambio inadeguata (non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio[®] AMASIS ed assenza di un efficace controllo del sistema stesso). Più nello specifico, pare opportuno evidenziare le seguenti criticità.

- Discrepanze organizzative di esecuzione e di registrazione dei lavori di manutenzione effettuati sui motori.
- Alcuni rapporti di lavoro non riportavano lo stato di revisione della documentazione del costruttore utilizzata.

- Le procedure per gli interventi di manutenzione non programmati, fuori base, non erano riportate all'interno del Manuale di controllo della manutenzione in termini di attribuzione delle responsabilità, pianificazione preventiva e verifica dell'adeguatezza della base prevista per l'intervento.
- Il personale della manutenzione non ha dimostrato in alcuni casi padronanza nell'interpretazione della documentazione del costruttore dei motori per definire l'accettabilità di componenti con P/N diversi.

Il sistema di gestione delle parti di ricambio, inoltre, non risultava essere stato validato nei contenuti ed i dati inseriti non erano accurati.

Uno dei fattori, infatti, che ha contribuito all'evento, è individuabile nel fatto che il P/N del FQI erroneamente montato risultava essere intercambiabile con quello della versione ATR 72.

In conclusione, gli standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore non sono stati considerati soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili.

Dopo l'evento, l'operatore ha intrapreso una serie di azioni allo scopo di eliminare le carenze manutentive ed organizzative. In particolare, ha effettuato, con il supporto di una istituzione straniera esperta di certificazione, una serie di modifiche strutturali ed organizzative che hanno consentito di ottenere, tra la fine del 2005 e l'inizio del 2006, una certificazione del sistema di qualità in accordo agli standard ISO 9001 per "Commercializzazione dei voli di linea e charter nazionali ed internazionali per il trasporto di passeggeri".

Si riportano, di seguito, alcuni degli aspetti di maggiore interesse.

L'operatore ha iniziato un programma di addestramento sul fattore umano (HF) rivolto a tutto il personale (tecnici di manutenzione, di ingegneria, personale amministrativo). Gli equipaggi di volo (piloti e assistenti di volo) avevano già iniziato, prima dell'evento, a frequentare corsi di HF. Sono stati definiti ed attuati dei programmi di aggiornamento per tutto il personale della Direzione tecnica sulle procedure aziendali e su quelle di manutenzione di linea con particolare riferimento ai motori.

E' stato elaborato un nuovo quaderno tecnico di bordo (TLB), in accordo agli standard JAR-OPS 1; in particolare, il nuovo TLB include la parte relativa al rifornimento carburante e la registrazione dei residui dopo il volo, con le relative attestazioni. Il formato e le istruzioni sono simili a quelle in uso da parte di operatori certificati JAR-OPS nei Paesi europei.

L'operatore ha, inoltre, provveduto a verificare la correttezza dei dati immessi nel sistema di gestione delle parti di ricambio ([®]AMASIS) relativamente ai Part Number delle parti utilizzabi-

li ed alla loro intercambiabilità. E' stato nominato un responsabile dell'immissione dati nel sistema stesso.

E' stato successivamente definito tra l'ENAC e la DGAC tunisina un programma di monitoraggio sulle attività tecnico-operative e sul rispetto degli standard di sicurezza, da effettuarsi attraverso *audit* congiunti.

2.12. CONSIDERAZIONI IN ORDINE AL RAPPORTO TRA L'INCHIESTA DELL'AUTORITÀ GIUDIZIARIA E QUELLA TECNICA DELL'ANSV

Quanto rappresentato nel Capitolo I, al paragrafo 1.18.1., evidenzia i limiti di cui soffre, anche in Italia, l'inchiesta tecnica in presenza della eventuale concomitante inchiesta dell'Autorità giudiziaria, che si svolge, diversamente da quella tecnica, sulla base delle norme di procedura penale. Il problema è noto a livello internazionale ed è sostanzialmente presente in tutti quei Paesi con ordinamenti simili a quello italiano.

Tali limiti sono stati puntualmente messi in evidenza anche dall'ICAO in occasione dell'*audit* al sistema aviazione civile italiano effettuato nel maggio del 2006.

In particolare, con riferimento all'incidente occorso all'ATR 72 marche TS-LBB, va richiamata l'attenzione, in sede di analisi, su quanto segue.

a) Le operazioni di apertura, lettura e decodifica dei registratori di bordo (FDR e CVR) dell'aeromobile incidentato sono state effettuate 10 giorni dopo il loro recupero. In particolare, per i limiti imposti dalla competente Autorità giudiziaria sulla base del vigente ordinamento di procedura penale, non è stato possibile effettuare, da parte dell'ANSV, le operazioni suddette nella immediatezza della disponibilità degli apparati in questione, come dovrebbe essere e normalmente avviene a livello internazionale nel corso delle inchieste tecniche. La ritardata possibilità di lettura dei dati contenuti nei registratori di bordo di un aeromobile può compromettere lo svolgimento di una efficace e tempestiva azione di prevenzione nell'interesse della sicurezza del volo e, quindi, della tutela della pubblica incolumità. Può, altresì, compromettere l'esito stesso della lettura dei dati in essi contenuti, per la possibilità di danneggiamento dei relativi supporti su cui sono registrate le informazioni, soprattutto nel caso in cui gli apparati in questione non siano stati correttamente conservati.

Più in generale, si osserva che, sulla base del vigente ordinamento italiano, l'Autorità giudiziaria - nel caso in cui indaghi, per finalità diverse, su un evento che è anche oggetto di inchiesta tecnica da parte dell'ANSV - può impedire o ritardare l'acquisizione da parte dell'ANSV stessa

di elementi fondamentali per lo svolgimento dell'inchiesta tecnica, con gravi ripercussioni in termini di prevenzione nell'interesse della sicurezza del volo.

Andrebbero pertanto intraprese le necessarie iniziative legislative tese a garantire la possibilità per l'ANSV, pur in pendenza dell'inchiesta dell'Autorità giudiziaria, di avere immediato ed incondizionato accesso a tutti gli elementi necessari (*in primis*, ai dati contenuti nei registratori di bordo di un aeromobile) allo svolgimento dell'inchiesta tecnica.

b) Nel corso dell'inchiesta tecnica non è stato possibile garantire tempestivamente, da parte dell'ANSV, ai rappresentanti e relativi consulenti degli enti stranieri preposti allo svolgimento delle inchieste tecniche parte dei diritti loro riconosciuti sulla base di quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, stanti i limiti imposti dalla competente Autorità giudiziaria in virtù del vigente ordinamento di procedura penale.

E' quindi auspicabile che siano intraprese le necessarie iniziative legislative tese ad assicurare, in Italia, ai rappresentanti accreditati ed ai relativi consulenti degli enti stranieri preposti allo svolgimento delle inchieste tecniche, il tempestivo riconoscimento dei diritti contemplati dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, anche in presenza dell'inchiesta dell'Autorità giudiziaria.

c) La competente Autorità giudiziaria, sulla base del vigente ordinamento di procedura penale, ha reso disponibile per le parti il contenuto del CVR dell'aeromobile incidentato. Nel pomeriggio della stessa giornata in cui le parti hanno avuto la disponibilità del suddetto contenuto, alcuni organi di informazione - non è dato sapere come - ne sono venuti in possesso, rendendolo, per iscritto e in audio, di pubblico dominio. Alcuni dei dialoghi registrati dal CVR in questione e resi di pubblico dominio erano irrilevanti ai fini della ricostruzione della dinamica dell'evento. L'incondizionata diffusione del contenuto del CVR è sostanzialmente in contrasto con quanto previsto dalle previsioni 5.12 e 5.12.1 dell'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale e può comportare delle gravi ricadute negative sul piano della prevenzione, impedendo, così, di evitare l'accadimento di altri incidenti.

Più in generale, le osservazioni fatte per la salvaguardia del contenuto del CVR possono riguardare anche le registrazioni radio relative alle comunicazioni tra gli aeromobili in volo, tra gli aeromobili ed i competenti enti di controllo del traffico aereo, nonché le registrazioni telefoniche intercorse tra questi ultimi.

Pertanto si ritiene che vadano intraprese le necessarie iniziative legislative per modificare il

vigente ordinamento italiano, rendendolo coerente con le previsioni 5.12 e 5.12.1 dell'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale. In particolare, tali iniziative legislative dovrebbero puntare a stabilire il principio secondo cui le registrazioni contenute nel registratore delle voci e dei suoni cabina (CVR), le registrazioni radio relative alle comunicazioni tra gli aeromobili in volo, tra gli aeromobili ed i competenti enti di controllo del traffico aereo, nonché le registrazioni telefoniche intercorse tra questi ultimi possano essere utilizzate nell'ambito di procedimenti giudiziari limitatamente a quelle parti che assumano particolare rilevanza nella ricostruzione dell'evento indagato, mentre non possano essere rese disponibili e rimangano quindi permanentemente segretate quelle parti che non rilevino ai fini dell'analisi dell'evento.

2.13. ANALISI SECONDO IL MODELLO DELL'INCIDENTE ORGANIZZATIVO (*organizational accident*) DI JAMES REASON

2.13.1. Introduzione

L'incidente in esame, come nella maggior parte degli incidenti aeronautici, è stato determinato da una serie di eventi tra loro concatenati, che hanno portato all'atto definitivo dell'ammarraggio.

Si cercherà di analizzare l'evento utilizzando il modello di Reason²⁸, già ampiamente adottato nel caso di analisi di incidenti aerei e previsto anche come strumento di analisi nella documentazione ICAO Doc. 9683 (Human Factors Training Manual) e nel "Human Factor Digest No. 7 - ICAO Circular 240-AN/144" (Investigation of Human Factors in Accidents and Incidents).

Tale modello (cosiddetto "incidente organizzativo", "*organizational accident*") divide in cinque livelli le barriere di protezione che il sistema può porre a difesa della sicurezza (ulteriori dettagli sono riportati nei citati documenti ICAO).

Utilizzando questo modello risulta più semplice mettere in evidenza come errori od omissioni (*active failures*, errori attivi) commessi da personale di *front line* (piloti, controllori del traffico aereo, personale addetto alla manutenzione, ecc.) possano diventare elemento scatenante di un incidente, se combinati con determinati fattori e condizioni pre-esistenti (*latent failures*, errori/condizioni latenti). Tali condizioni latenti abbassano, infatti, il livello di sicurezza del sistema, rendendolo vulnerabile e non più a prova di errori. Prese singolarmente tali condizioni non costituirebbero un elevato rischio. Le loro potenziali conseguenze dannose possono rimanere a lungo nascoste, per emergere improvvisamente quando entrino in combinazione con errori attivi (*Active Failures*), quali, ad esempio, avarie e/o omissioni/errori da parte del personale direttamente coinvolto nell'esecuzione di un preciso compito.

²⁸ James Reason, professore nell'Università di Manchester (Regno Unito).

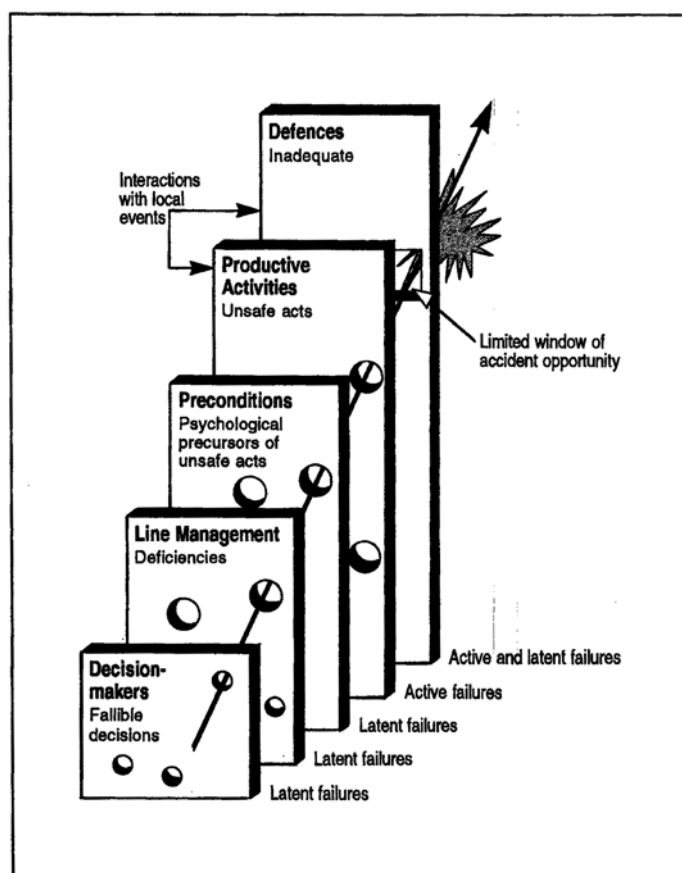


Figura 37: modello di Reason.

Attraverso l'analisi condotta secondo tale modello è possibile individuare le cause che generano un incidente, tenendo in considerazione il carattere "organizzativo" dello stesso.

Secondo il modello di Reason, quindi, l'errore dell'equipaggio di volo o di un altro operatore, che con la sua azione o la sua omissione abbia determinato un incidente, non è altro che l'ultimo anello di una catena di situazioni che hanno avuto origine ad un livello più alto del sistema.

2.13.2. Genesi e analisi incidente

L'incidente ha avuto la genesi dalla sostituzione errata dell'indicatore di carburante (FQI) avvenuta il giorno precedente. Ciò però non deve essere considerato come la causa primaria.

L'evento è stato analizzato non soltanto come errore umano (commesso da parte dei meccanici/tecnici che hanno erroneamente ricercato e sostituito il FQI e da parte dell'equipaggio dell'aeromobile che, nonostante avesse avuto la possibilità di accorgersi dell'errata sostituzione, non ha intrapreso alcuna azione correttiva), ma anche come un insieme di errori organizzativi.

Tutte le persone coinvolte in vario modo nell'evento non hanno avuto dal sistema in cui operavano un ausilio sufficiente per evitare il cosiddetto errore fatale.

L'errore che ha dato luogo all'incidente è stato certamente determinato da errori commessi da operatori cosiddetti di *front-line*, ma tali errori sono accaduti in uno scenario operativo critico che, se non fosse stato tale, avrebbe, forse, impedito il verificarsi dell'incidente.

L'eziologia dell'evento mostra infatti la presenza di molteplici fattori: errori commessi dai meccanici a terra nella ricerca e nella corretta individuazione dell'indicatore di carburante; errori commessi dall'equipaggio di condotta; non rispetto delle procedure operative e mancanza di adeguato controllo da parte dei responsabili dei vari settori dell'organizzazione dell'operatore; mancanza di un adeguato sistema di controllo della qualità; non accuratezza dei dati inseriti nel programma di gestione delle parti di ricambio; meccanici non adeguatamente addestrati sull'utilizzo e sulle procedure di ricerca dei pezzi di ricambio con il programma in uso di gestione delle scorte; carenze nella manutenzione e controllo della configurazione degli aeromobili della flotta e procedure carenti nella gestione tecnica e di manutenzione degli aeromobili; basso standard qualitativo delle operazioni manutentive; inadeguata sorveglianza dell'operatore da parte della competente Autorità tunisina; mancanza di un sistema di monitoraggio dei voli (Flight Data Monitoring); mancanza di un adeguato sistema di gestione della sicurezza (Safety Management System).

Da quanto visto in precedenza, si può affermare che nell'evento in questione si siano verificati due tipi di errori: attivi e latenti.

Gli *errori attivi*, quelli cioè che hanno innescato l'incidente, sono quelli commessi sia dai meccanici/tecnici a terra il giorno prima dell'evento nella ricerca e sostituzione dell'indicatore di carburante, sia dall'equipaggio, che non ha verificato e compilato in modo completo e puntuale la documentazione di bordo, attraverso la quale sarebbe stato possibile percepire una situazione anomala per quanto riguardava la quantità di carburante a bordo.

Gli *errori latenti* precedenti all'evento verificatosi sono rimasti invece nascosti, latenti nel sistema organizzativo dell'operatore, fino a che non sono stati commessi più errori attivi (da parte dei meccanici/tecnici e dei piloti), che hanno superato le barriere difensive del sistema, dando luogo all'incidente.

Di seguito si analizzano, in dettaglio, alcuni degli errori attivi e latenti del sistema.

Errori attivi

- ***Meccanici/tecnici di linea.***

- Eseguita errata procedura per la sostituzione dell'indicatore di carburante (mancato controllo dell'applicabilità del particolare P/N 749-158 al velivolo ATR 72 prima e dopo la sua sostituzione).

Errato utilizzo della documentazione di manutenzione a corredo dell'aeromobile. Il tecnico che ha effettuato la ricerca del componente da sostituire non ha controllato la compatibilità dello stesso, consultando, come previsto, il catalogo nomenclatore (noto anche come manuale illustrato delle parti, IPC). E' una regola basilare, infatti, per chi opera nell'area manutentiva, di installare solo ciò che sia indicato dall'IPC. Qualunque discrepanza va riportata all'Ingegneria (Ufficio tecnico o altra denominazione), che deve provvedere a sciogliere i dubbi, consultando la documentazione tecnica ufficiale fornita dal costruttore dell'aeromobile ed eventualmente contattando il costruttore stesso attraverso il servizio assistenza. Neppure il tecnico che ha installato l'errato FQI ha effettuato, attraverso l'IPC, un controllo dell'applicabilità del particolare prima e dopo la sostituzione.

- Ricerca del FQI da sostituire utilizzando il sistema di gestione delle parti di ricambio, effettuata in modo errato.
- Procedura di rifornimento a terra, prima della partenza da Tunisi, effettuata senza verificare che la quantità immessa fosse congruente con quella richiesta come *block fuel* da parte del comandante.

- ***Equipaggio di volo.***

- Non rispetto delle procedure operative relativamente alla compilazione/aggiornamento del cosiddetto piano di volo operativo.
- Non rispetto delle procedure di compagnia che prevedono la compilazione del Performance Record All Aircraft (*logbook*) prima di ogni volo, dove sono indicati i rifornimenti ed i consumi di carburante.
- Durante il volo di trasferimento da Tunisi a Bari l'equipaggio non si è accorto di aver consumato (secondo le indicazioni del FQI) circa il 37% in più di carburante rispetto a quello pianificato ed indicato nel *load sheet* (piano di carico e centraggio) del volo, pari a 1100 kg. Una lettura degli strumenti Fuel Used (FU), inoltre, avrebbe fornito un dato di consu-

mo di carburante (950 kg) compatibile con quello pianificato, ma in contrasto con quanto indicato dal FQI. Tale differenza avrebbe in effetti dovuto indurre l'equipaggio a sospettare una possibile avaria (indicazione anomala di quantità di carburante) e fare degli opportuni controlli.

- Inadeguata preparazione del volo.

L'equipaggio non ha verificato in modo puntuale i motivi della mancanza della distinta di rifornimento da 790 kg a 3100 kg e si è fidato delle garanzie fornite dal Flight Dispatcher. In realtà, tale distinta non esisteva, in quanto la differenza dell'indicazione di carburante era dovuta all'errata sostituzione del FQI e non ad un effettivo rifornimento. Un'attenta ricerca della distinta di rifornimento, anche attraverso la società che aveva effettuato il rifornimento stesso, avrebbe certamente indotto l'equipaggio a pensare che l'indicazione di carburante non fosse propriamente attendibile e quindi ad effettuare ulteriori controlli; inoltre, il comandante, dopo aver richiesto il rifornimento fino a 3800 kg totali ed avuta poi la distinta di rifornimento, non ha notato che, a fronte dei 700 kg (corrispondenti a circa 900 litri) che dovevano essere immessi, ne erano stati riforniti solo 465 kg (600 litri).

Errori latenti

- Controllo carente da parte del competente ufficio dell'operatore del rispetto, da parte degli equipaggi di volo, delle procedure operative (gran parte degli equipaggi di volo non compilavano i piani di volo operativi durante ogni volo e di fatto non vi era un controllo periodico).
- Non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio ed assenza di un efficace controllo del sistema stesso.
- Gestione della configurazione delle parti di ricambio inadeguata.
- Carente addestramento sull'utilizzo del sistema di gestione delle parti di ricambio e assenza di un responsabile per la gestione del sistema stesso.

Nessuno dei tecnici di manutenzione addetti al sistema aveva ricevuto un formale addestramento da parte della società che ha progettato e prodotto il sistema. L'operatore del TS-LBB non risultava essere, infatti, nella lista dei clienti del programma di gestione delle parti di ricambio. In realtà, il programma era gestito da un'altra compagnia tunisina, che lo utilizzava per la gestione delle scorte dei propri aeromobili, che non comprendevano comunque aeromobili del tipo ATR.

- Procedure carenti nella gestione tecnica e di manutenzione degli aeromobili; ciò rendeva confusa e non identificabile la determinazione dei ruoli e responsabilità del personale coinvolto nelle varie attività tecnico-manutentive.

- Standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore non soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili.
- Assenza di un sistema di assicurazione della qualità (Assurance Quality System).
- Differente nomenclatura utilizzata dal costruttore nel Manuale di manutenzione dell'aeromobile da quella utilizzata dall'operatore e riportata nel sistema informatico per la gestione delle parti di ricambio.
- Caratteristiche installative degli indicatori di carburante (FQI) degli aeromobili ATR 42 e ATR 72 tali da rendere possibile il montaggio di un FQI di tipo ATR 42 su di un ATR 72 e viceversa.
- Carenza della normativa di certificazione attualmente in vigore "EASA Certification Specification 25 - Large Aeroplanes" (che sostituisce la precedente JAR-25), applicabile alla classe dei velivoli ATR 42 e ATR 72, che non prevede, in modo specifico, per l'impianto carburante, l'installazione di un sistema di avviso di basso livello indipendente dal sistema di indicazione della quantità carburante.

Se l'aeromobile fosse stato dotato di un sistema di avviso di basso livello carburante indipendente dal sistema di indicazione, nel volo precedente da Tunisi a Bari la spia si sarebbe accesa poco prima dell'atterraggio ed avrebbe certamente insospettito l'equipaggio, essendo la quantità indicata notevolmente superiore al limite previsto (160 kg per serbatoio).

- Assenza di un sistema di monitoraggio e controllo dei dati di volo (Flight Data Monitoring). Non era obbligatorio secondo la normativa nazionale dell'operatore, né costituiva uno *standard* dell'Annesso 6 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, ma soltanto una raccomandazione.
- Assenza di un sistema di gestione della sicurezza (Safety Management System). Non era obbligatorio secondo la normativa nazionale dell'operatore, né, al tempo dell'incidente, era previsto dalla normativa internazionale.
- Inadeguata sorveglianza dell'operatore da parte della competente Autorità tunisina. L'analisi di alcune evidenze di carattere manutentivo, anche se ritenute non strettamente connesse con l'incidente, denotano delle criticità sotto il profilo della cultura della sicurezza. Il sistema di gestione delle parti di ricambio, ad esempio, non risultava essere stato validato nei contenuti ed i dati inseriti non erano accurati. L'operatore, inoltre, operava senza un Manuale operativo (GEN-OPS) approvato dalla DGAC. Quello in uso era applicabile ad un'altra compagnia aerea, che non aveva nella propria flotta aeromobili ATR 72 e ATR 42. Il possesso da parte di una compagnia aerea di un Manuale operativo approvato dalla competente autorità rappresenta uno dei requisiti essenziali previsti dalla normativa internazionale (Annesso 6

ICAO, Capitolo 4, Operazioni di volo) per il rilascio del Certificato di Operatore Aereo (COA o AOC). Dopo l'evento è stato presentato da parte dell'operatore ed approvato dalla DGAC tunisina un Manuale operativo applicabile per le operazioni della compagnia stessa. Si evidenzia che il programma di prevenzione e sicurezza volo della compagnia deve essere documentato nel Manuale operativo.

- Inadeguate procedure di controllo del costruttore relativamente alla sostituzione del FQI.
Le istruzioni manutentive del costruttore dell'aeromobile relative alla sostituzione del FQI non prevedevano la verifica della congruità delle indicazioni di quantità di carburante del nuovo componente con quello da sostituire e/o di effettuare un controllo con le indicazioni delle astine graduate poste sotto ogni semiala, in corrispondenza del relativo serbatoio.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. CONCLUSIONI

3.1. EVIDENZE

L'aeromobile era efficiente ed era stato sottoposto ai previsti controlli periodici.

Il certificato di navigabilità dell'aeromobile era in corso di validità.

L'equipaggio di volo e quello di cabina erano in possesso della licenza e delle abilitazioni prescritte dalla normativa in vigore.

Le condizioni meteorologiche non presentavano particolari elementi di criticità. Le condizioni meteomarine nella zona di mare al largo di Palermo erano caratterizzate da un vento teso proveniente da Nord-Ovest forza 4, mare da Nord-Ovest 3-4 (indici della scala di Douglas), direzione delle onde Sud-Est.

Gli accertamenti tecnici condotti sui motori hanno consentito di escludere, oltre ogni ragionevole dubbio, che lo spegnimento in volo dei motori sia stato riconducibile ad un'avaria dell'apparato motopropulsore. L'esame di tutti i componenti dei due motori non ha evidenziato avarie o rotture che possano essere messe in relazione allo spegnimento occorso in volo.

La causa immediata dello spegnimento di entrambi i motori è stata la mancanza di alimentazione di carburante.

La quantità di carburante effettivamente presente a bordo dopo lo spegnimento non comandato dei motori era pari a 0 kg, sebbene la quantità indicata dal FQI fosse, erroneamente, pari a 1800 kg (900 kg per il serbatoio alare sinistro e 900 kg per quello destro). Prove sperimentali hanno confermato che, in assenza di carburante nei serbatoi di un ATR 72, la quantità indicata dal FQI tipo ATR 42 è pari proprio a circa 1800 kg.

Le verifiche effettuate hanno evidenziato che se un FQI previsto per l'ATR 42 viene installato su un ATR 72, in cabina di pilotaggio viene indicato un valore di carburante a bordo superiore a quello effettivamente presente.

Dall'esame della documentazione acquisita dall'ANSV e dalle ispezioni condotte sul relitto, si è rilevato che il pannello che indica la quantità di carburante contenuta nei serbatoi alari (FQI), installato nella cabina di pilotaggio dell'ATR 72 TS-LBB, era del tipo destinato agli aeromobili ATR 42 (P/N 749-158, S/N 238).

La sostituzione del FQI è avvenuta il giorno prima dell'evento, dopo che era stata segnalata dal comandante del volo l'inefficienza dell'indicatore di quantità di carburante. Il tecnico della manutenzione che ha verificato la disponibilità del FQI di ricambio ha utilizzato, come previsto dalle normali procedure manutentive, il P/N riportato nell'IPC. Nessun FQI, però, contraddistinto da uno dei tre P/N applicabili, era riconosciuto dal sistema di gestione delle parti di ricambio. Tali P/N, infatti, riportavano dopo le prime tre cifre un tratto (*dash*), mentre nel *database* del sistema di gestione delle parti di ricambio il P/N del FQI era inserito senza il tratto dopo le prime tre cifre (P/N 748681-2).

Nel sistema di gestione delle parti di ricambio dell'operatore non erano stati inseriti i P/N relativi agli FQI applicabili al velivolo ATR 72, così come riportati dall'IPC. L'informazione relativa all'applicabilità nel sistema di gestione delle scorte dell'operatore era errata, in quanto il P/N 749-158 contraddistingue un FQI applicabile al solo velivolo ATR 42 e non anche alla versione ATR 72. Il tecnico che ha effettuato la ricerca del componente da sostituire non ha controllato la compatibilità dello stesso, consultando, come previsto, il catalogo nomenclatore (IPC). Neppure il tecnico che ha eseguito la sostituzione ha effettuato, attraverso l'IPC, un controllo dell'applicabilità del particolare P/N 749-158 al velivolo ATR 72, prima e dopo la sua sostituzione.

La procedura di sostituzione del FQI, come previsto dal Manuale di manutenzione del costruttore ATR allora in vigore, non prevedeva la verifica manuale attraverso le cosiddette astine graduate (*dripstick*) della effettiva quantità di carburante presente in ogni serbatoio e la relativa comparazione con il valore indicato dal FQI.

Dai dati relativi al flusso di carburante (*fuel flow*) di entrambi i motori si è potuto stabilire che, al momento del decollo da Bari, la reale quantità di carburante era di circa 540 kg. Quella indicata dal FQI era, invece, di circa 2700 kg.

Dopo circa 49,50 minuti dal decollo da Bari si è verificato lo spegnimento del motore destro, seguito, 100 secondi dopo, da quello sinistro.

L'equipaggio, dopo aver identificato la prima avaria in atto ed iniziato ad applicare la relativa *check list*, ha riconosciuto una perdita di spinta del motore destro, cui è seguita, poco dopo, l'avaria dell'altro motore (sinistro). Questa situazione di emergenza non è stata gestita in modo corretto, in quanto i controlli previsti dalla *check list* applicabile "BOTH ENGINES FLAME OUT" non sono stati effettuati. Vanno considerate, però, le particolari condizioni operative in cui si è venuto a trovare l'equipaggio: senza informazioni in cabina relative alla distanza da Palermo (con il secondo motore in avaria i valori del DME non sono disponibili), con la strumentazione ridotta, con un'indicazione fuorviante della quantità di carburante, una doppia avaria ai motori ed il rischio di ammaraggio. Con entrambi i motori in avaria - e quindi con i generatori di corrente elettrica inoperativi - la disponibilità della strumentazione di volo è ridotta e l'equipaggio, per far fronte alla condotta dell'aeromobile, deve utilizzare la sola strumentazione di *stand-by*.

Dopo lo spegnimento del secondo motore, non è stata richiesta dal comandante l'esecuzione di alcuna procedura. Quella da applicare era la "BOTH ENGINES FLAME OUT". Essa prevedeva, in particolare, il posizionamento delle CL su *feather* e SO (Shut Off), in modo da portare le eliche in bandiera ed interrompere il flusso carburante. Le eliche non in bandiera hanno costituito una notevole resistenza all'avanzamento dell'aeromobile: ciò ha certamente contribuito a far perdere di quota più velocemente rispetto al caso in cui le eliche fossero state messe in bandiera e quindi a far percorrere una distanza orizzontale minore.

L'analisi delle conversazioni in cabina di pilotaggio desunte dall'ascolto del CVR, unitamente ai dati del FDR per quanto riguarda i parametri di quota e velocità dell'aeromobile, oltre che le informazioni rilasciate dall'equipaggio di condotta, hanno consentito di ricostruire le azioni effettuate dallo stesso equipaggio nei momenti in cui si è manifestata la prima avaria, fino alla fase finale dell'amaraggio.

La situazione in cabina di pilotaggio era caratterizzata da comprensibile preoccupazione, in particolare dopo che è stata comunicata per la prima volta, da parte del controllo del traffico aereo, la distanza da Palermo. Infatti, l'aeromobile si trovava a circa 15.000 piedi ad una distanza di 48 miglia dal TVOR/DME "PRS". La richiesta della distanza da Palermo veniva effettuata diverse volte e, a circa 12.000 piedi (10 minuti circa prima dell'impatto con la superficie del mare), il

comandante ordinava al capo cabina di preparare la cabina per un eventuale ammaraggio. Non ha comunicato, nel contempo, però, al controllore in contatto di Palermo APP l'eventualità di effettuare un ammaraggio; il comandante sperava infatti sempre che uno o entrambi i motori potessero riprendere a funzionare regolarmente. Nel gestire la situazione di emergenza, non è stata presa in considerazione la mancanza di carburante, in quanto l'indicazione del FQI era di circa 1800 kg. L'avaria contemporanea di due motori rappresenta, in effetti, una condizione estremamente improbabile. La condizione di carburante inquinato che potesse rappresentare la causa dello spegnimento dei motori non poteva inoltre essere presa in considerazione, in quanto erano già stati effettuati oltre 50 minuti di volo senza problemi di sorta. Le indicazioni fornite dagli strumenti non consentivano di chiarire le cause dello spegnimento dei motori e molta dell'attenzione prestata dall'equipaggio è stata dedicata alla richiesta della distanza dall'aeroporto ed ai tentativi, falliti, di riaccensione.

Il FDR ha smesso di registrare con l'aeromobile ad una quota di 728 piedi ed una velocità di 125 nodi. Dall'analisi dei dati di interesse relativi al minuto di registrazione precedente si è determinato che l'aeromobile aveva un rateo di discesa di circa 700-800 piedi/minuto.

Le condizioni del moto ondoso e la direzione del vento non erano facilmente determinabili da parte dell'equipaggio di condotta. Il comandante ha cercato di ammarare quanto più vicino possibile a due imbarcazioni che transitavano nella zona, in modo da facilitare la successiva fase dei soccorsi.

Per quanto concerne la direzione di ammaraggio rispetto al moto ondoso, non è possibile, sulla base dei dati a disposizione, stabilire con ragionevole certezza la prua dell'aeromobile, in quanto i dati del FDR sono riferibili a circa un minuto prima dell'effettivo impatto con la superficie del mare. L'ultimo valore di prua registrato è di 111° ed è, in effetti, nella stessa direzione del prevalente moto ondoso. L'equipaggio del B737 che ha sorvolato il relitto dopo circa 30 minuti dall'ammarraggio ha notato che la prua era orientata invece per 040°. E' molto probabile che tale differenza di prua (111° e 040°) sia riconducibile all'effetto delle correnti di superficie ed all'impatto stesso.

Non è stato possibile stabilire con certezza, sulla base dei dati disponibili, il valore dell'angolo di beccheggio (assetto) finale, sebbene, dall'analisi dei danni riportati dall'aeromobile nella

parte posteriore e dalle dichiarazioni di alcuni passeggeri che occupavano posti in coda, sia possibile affermare che, molto probabilmente, l'impatto con il mare sia avvenuto prima con la parte posteriore dell'aeromobile e perciò con assetto compatibile con quello ottimale di 9°.

Il primo impatto con la superficie del mare è, molto probabilmente, avvenuto con la parte posteriore della fusoliera, condizione che ha determinato immediatamente il distacco del cono terminale di coda, successivamente recuperato ancora a galla. Ciò ha anche determinato la rottura della paratia di pressurizzazione (*pressure bulkhead*). Dopo il primo impatto, l'aeromobile ha subito un momento a picchiare, che ha portato la parte anteriore a immergersi in acqua. Questa situazione ha determinato la rottura dell'aeromobile in tre tronconi principali. La parte anteriore (parte fusoliera e cabina di pilotaggio) e quella posteriore (parte fusoliera e tronco di coda) si sono inabissate dopo circa 45-50 minuti dall'ammarraggio. La profondità del mare nella zona era di circa 1500 metri. I registratori di bordo, pertanto, posti nel troncone di coda, erano inaccessibili.

Il comandante ed il copilota hanno riportato delle lesioni gravi, mentre il meccanico, anch'egli presente in cabina di pilotaggio, ha riportato lesioni mortali. Entrambi gli assistenti di volo, al momento dell'ammarraggio, erano al proprio posto. In particolare, il capo cabina, seduto nella parte posteriore dell'aeromobile, ha riportato lesioni mortali, mentre l'assistente di volo, seduta nella parte anteriore della cabina con le spalle rivolte alla cabina di pilotaggio, ha riportato gravi lesioni.

Tutti i passeggeri a bordo dell'aeromobile, fatta eccezione per il meccanico dell'operatore a bordo, che aveva il compito, a terra, di coadiuvare l'equipaggio di volo nella preparazione dell'aeromobile, erano di nazionalità italiana (34). Di questi, 14 hanno riportato lesioni mortali e 20 lesioni gravi e lievi. La maggior parte dei passeggeri che ha riportato lesioni mortali occupava posti nella parte anteriore destra della cabina ed in corrispondenza delle linee di rottura della stessa.

Le operazioni di localizzazione e di recupero del relitto (ivi inclusi i tre corpi inizialmente dispersi) sono state coordinate dalla Marina Militare Italiana; esse sono iniziate il 9 agosto 2005 e si sono concluse il 2 settembre 2005. I rilevamenti effettuati dalla Marina Militare Italiana e dal Ministero dei Trasporti-Capitaneria di Porto di Palermo confermano che la posizione del relitto era localizzata all'interno delle acque territoriali italiane.

Le semiali si presentavano integre e non sono stati riscontrati segni di impatto con la superficie del mare e/o evidenti segni di danneggiamento. La sezione centrale di fusoliera risultava tranciata lungo due linee di rottura e non presentava evidenze di fenomeni di fatica e/o di corrosione.

Dalle simulazioni effettuate utilizzando il programma di calcolo ATR, relativamente alla verifica delle prestazioni dell'aeromobile, si è dimostrato, solamente da un punto di vista prettamente teorico, che, con l'applicazione delle previste procedure nelle condizioni di avaria di entrambi i motori ed in particolare di quella relativa al mantenimento della velocità di massima efficienza, l'aeromobile sarebbe stato in grado di raggiungere l'aeroporto di Palermo. Sulla base delle prove effettuate al simulatore di volo è risultato, però, alquanto difficile mantenere un profilo di velocità corretto, a causa delle possibili distrazioni dalla condotta dell'aeromobile nel seguire la gestione delle avarie, mantenendo un costante controllo della situazione in essere. Va inoltre considerata la difficoltà ad utilizzare correttamente le informazioni fornite dalla rimanente strumentazione disponibile.

L'equipaggio di volo, nei 16 minuti circa che sono intercorsi dallo spegnimento di entrambi i motori all'ammarraggio, si è trovato a gestire una situazione considerata tra le più gravi che si possano presentare, caratterizzata da una completa perdita di potenza con conseguente emergenza elettrica ed ammaraggio con mare mosso/molto mosso. In siffatte condizioni di volo, il comandante ha avuto la determinazione, una volta resosi conto concretamente che era impossibile atterrare a Palermo (a circa 4000 piedi di quota, Palermo APP comunicava che la distanza era di 20 NM), di dirigere l'aeromobile verso due imbarcazioni, deviando a sinistra rispetto alla precedente direzione e richiedendo di avvisare le stesse imbarcazioni, in modo da facilitare l'individuazione dell'aeromobile per la successiva fase di soccorso.

Lo spegnimento dei motori si è avuto ad una distanza dall'aeroporto di Palermo (l'aeroporto più vicino rispetto alla posizione dell'aeromobile) che non può essere considerata - date le prestazioni dell'aeromobile, le condizioni meteorologiche al momento e la peculiarità delle avarie - come sicura e certa per tentare di effettuare un atterraggio in sicurezza sull'aeroporto di Palermo stesso. Le indicazioni ridotte della strumentazione di bordo, a seguito della conseguente doppia avaria ai generatori, hanno limitato la possibilità da parte dell'equipaggio di avere un controllo positivo ed efficace della situazione operativa in essere.

Gli standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore, al momento dell'evento, non sono stati considerati soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili della propria flotta. Dopo l'evento, l'operatore ha intrapreso una serie di azioni allo scopo di eliminare le carenze manutentive ed organizzative. In particolare, ha effettuato, con il supporto di una istituzione straniera esperta di certificazione, una serie di modifiche strutturali ed organizzative che hanno consentito di ottenere, tra la fine del 2005 e l'inizio del 2006, una certificazione del sistema di qualità in accordo agli standard ISO 9001 per "Commercializzazione dei voli di linea e charter nazionali ed internazionali per il trasporto di passeggeri". Tale processo di certificazione era iniziato nel 2004.

Nel corso dell'inchiesta tecnica non è stato possibile garantire tempestivamente, da parte dell'ANSV, ai rappresentanti e relativi consulenti degli enti stranieri preposti allo svolgimento delle inchieste tecniche parte dei diritti loro riconosciuti sulla base di quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, stanti i limiti imposti dalla competente Autorità giudiziaria in virtù del vigente ordinamento di procedura penale.

3.2. CAUSA E FATTORI CONTRIBUTIVI

L'incidente in esame, come per la maggior parte degli incidenti aeronautici, è stato determinato da una serie di eventi tra loro concatenati, che hanno portato all'atto definitivo dell'ammarraggio. L'ammarraggio è stato determinato dallo spegnimento dei due motori a causa della mancanza di carburante (*fuel exhaustion*).

La sostituzione errata dell'indicatore di carburante (FQI) è stata considerata come uno dei fattori contributivi, che ha portato, in modo irrimediabile, all'accadimento dell'incidente.

La causa dell'incidente è quindi riconducibile, in primo luogo, all'errata procedura utilizzata per la sostituzione del FQI da parte del personale manutentivo dell'operatore. Ciò è da considerarsi come l'elemento scatenante, dal quale si è giunti poi all'ammarraggio dell'aeromobile a causa della mancanza di carburante, che ha determinato lo spegnimento di entrambi i motori.

Come visto in precedenza, l'incidente è stato determinato da una serie di eventi (fattori contributivi) concatenati tra loro. Di seguito si riportano quelli considerati di maggiore importanza.

- Errori commessi dai meccanici/tecnici a terra nella ricerca e nella corretta individuazione dell'indicatore di carburante.
- Errori commessi dall'equipaggio di condotta: non rispetto delle procedure operative.
- Controllo carente da parte del competente Ufficio dell'operatore del rispetto, da parte degli equipaggi di volo, delle procedure operative.
- Non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio ed assenza di un efficace controllo del sistema stesso.
- Carente addestramento sull'utilizzo del sistema di gestione delle parti di ricambio e assenza di un responsabile per la gestione del sistema stesso.
- Standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore non soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili.
- Assenza di un sistema di assicurazione della qualità (Assurance Quality System).
- Inadeguata sorveglianza dell'operatore da parte della competente Autorità tunisina.
- Caratteristiche installative degli indicatori di carburante (FQI) degli aeromobili ATR 42 e ATR 72 tali da rendere possibile il montaggio di un FQI di tipo ATR 42 su di un ATR 72 e viceversa.

L'analisi dei vari fattori che hanno contribuito all'evento è stata effettuata secondo il modello del cosiddetto "incidente organizzativo" (*organizational accident*) di Reason.

Gli *errori attivi*, quelli cioè che hanno innescato l'incidente, sono quelli commessi sia dai meccanici/tecnici a terra il giorno prima dell'evento nella ricerca e sostituzione dell'indicatore di carburante, sia dall'equipaggio, che non ha verificato e compilato in modo completo e puntuale la documentazione di bordo, attraverso la quale sarebbe stato possibile percepire una situazione anomala per quanto riguardava la quantità di carburante a bordo.

Gli *errori latenti* precedenti all'evento verificatosi sono rimasti invece nascosti, latenti nel sistema organizzativo dell'operatore, fino a che non sono stati commessi più errori attivi (da parte dei meccanici e dei piloti) che hanno superato le barriere difensive del sistema, dando luogo all'incidente.

Dall'analisi degli errori latenti e attivi riconducibili ai diversi soggetti, a vario titolo coinvolti nell'evento, emerge chiaramente che gli stessi si sono trovati ad operare in un sistema organiz-

zativo potenzialmente fallace. Quando gli errori latenti permangono in un sistema senza essere identificati ed eliminati, aumenta la possibilità che possano interagire maggiormente tra di loro, predisponendo il sistema medesimo all'errore attivo, o non mettendo in grado il sistema, in caso di errore, di prevenirlo.

Gli errori attivi si sono inseriti in un contesto caratterizzato da carenze organizzative e manutentive.

L'errore che ha dato luogo all'incidente è stato compiuto dai meccanici/tecnici che hanno ricercato e sostituito il FQI, ma questo errore è accaduto in uno scenario organizzativo nel quale, se tutti avessero operato correttamente, l'incidente, molto probabilmente, non si sarebbe verificato. La non accuratezza dei dati inseriti nel sistema di gestione delle parti di ricambio, con particolare riguardo all'intercambiabilità dei pezzi ed all'assenza di un efficace controllo del sistema stesso, è stato considerato, infatti, come uno degli errori latenti, che hanno contribuito all'evento. Gli stessi standard manutentivi ed organizzativi dell'operatore al momento dell'evento non sono stati considerati soddisfacenti per un'adeguata gestione degli aeromobili.

L'equipaggio di volo ed i meccanici/tecnici di manutenzione coinvolti nell'evento, nel momento in cui hanno fatto scelte ed azioni non corrette, contrarie alle procedure standard previste, non hanno comunque avuto dal sistema un aiuto sufficientemente efficace per far sì che si potesse evitare l'errore.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

4.1. INTRODUZIONE

L'operatore coinvolto nell'evento ha già intrapreso una serie di azioni allo scopo di eliminare le carenze manutentive ed organizzative, considerate tra i fattori contributivi dell'evento. In particolare, sono state effettuate, con il supporto di una istituzione straniera esperta di certificazione, alcune modifiche strutturali ed organizzative, che hanno consentito di ottenere, tra la fine del 2005 e l'inizio del 2006, una certificazione del sistema di qualità in accordo agli standard ISO 9001 per "Commercializzazione dei voli di linea e charter nazionali ed internazionali per il trasporto di passeggeri".

L'operatore ha iniziato un programma di addestramento sul fattore umano (HF) rivolto a tutto il personale (tecnici di manutenzione, di ingegneria, personale amministrativo). Gli equipaggi di volo (piloti e assistenti di volo) avevano già iniziato, prima dell'evento, a frequentare corsi di HF. Sono stati definiti ed attuati dei programmi di aggiornamento per tutto il personale della Direzione tecnica sulle procedure aziendali e su quelle di manutenzione di linea con particolare riferimento ai motori.

E' stato elaborato un nuovo quaderno tecnico di bordo (TLB), in accordo agli standard JAR-OPS 1; in particolare, il nuovo TLB include la parte relativa al rifornimento carburante e la registrazione dei residui dopo il volo, con le relative attestazioni. Il formato e le istruzioni sono simili a quelle in uso da parte di operatori certificati JAR-OPS nei paesi europei.

L'operatore ha, inoltre, provveduto a verificare la correttezza dei dati immessi nel sistema di gestione delle parti di ricambio ([®]AMASIS) relativamente ai Part Number delle parti utilizzabili ed alla loro intercambiabilità. E' stato nominato un responsabile dell'immissione dati nel sistema stesso.

Sulla base di quanto sopra rappresentato relativamente alle azioni di ristrutturazione tecnico-operativa già intraprese dall'operatore, nonché ai programmi di monitoraggio sul rispetto degli standard di sicurezza da parte delle autorità preposte, non si è ritenuto necessario emettere delle specifiche raccomandazioni di sicurezza.

4.2. RACCOMANDAZIONI GIÀ EMESSE

Nel corso dell'inchiesta sono state emesse dall'ANSV tre raccomandazioni di sicurezza, di seguito riportate.

Data di emissione: 6 settembre 2005

Destinatario: European Aviation Safety Agency (EASA).

Testo.

1. Verificare che sulla flotta ATR 72 e ATR 42 siano installati Fuel Quantity Indicator del tipo previsto per il tipo di aeromobile (ANSV-6/443-05/1/A/05).
2. Considerare la possibilità di effettuare una modifica installativa in grado di prevenire il montaggio di FQI non appropriati (ANSV-7/443-05/2/A/05).

Data di emissione: 5 dicembre 2005

Destinatario: European Aviation Safety Agency (EASA).

Testo.

3. Considerare la possibilità di modificare l'attuale normativa di certificazione dell'impianto carburante per i velivoli adibiti al trasporto pubblico, allo scopo di prevedere obbligatoriamente che il sistema di avviso di basso livello sia indipendente da quello di indicazione della quantità carburante (ANSV-13/443-05/3/A/05).

4.3. ULTERIORI RACCOMANDAZIONI

Di seguito sono riportate ulteriori raccomandazioni di sicurezza scaturite dall'analisi delle evidenze raccolte nel corso dell'inchiesta. Per esse si riporta il numero, il destinatario, seguito, quando opportuno, da una breve sintesi riepilogativa del motivo per cui si è reso necessario emettere la raccomandazione in questione ed il testo della stessa.

RACCOMANDAZIONE ANSV-16/443-05/4/A/07

Destinatario: EASA.

Motivazione: la raccomandazione di sicurezza ANSV-13/443-05/3/A/05 precedentemente emessa è relativa alla possibilità di effettuare una modifica installativa dei Fuel Quantity Indicator (FQI), per evitare che un FQI di tipo ATR 42 possa essere montato su un ATR 72 e viceversa. Lo stesso tipo di raccomandazione è stata emessa il 25 ottobre 2006 dall'omologo ente di investigazione tedesco (BFU, raccomandazione n. 14/2006). L'EASA ha risposto a tale raccomandazione in data 10 aprile 2007, affermando che avrebbe effettuato una valutazione del rischio attraverso specifiche riunioni con il costruttore. Ciò al fine di valutare, in effetti, l'opportunità e/o la necessità di una modifica installativa dei Fuel Quantity Indicator sulla flotta ATR 42 e 72.

Testo: in attesa dell'eventuale modifica installativa dei Fuel Quantity Indicator, considerare:

- a) la possibilità di richiedere agli operatori nella cui flotta siano compresi ATR 42 e ATR 72 di mettere in atto delle procedure manutentive *ad hoc* per evitare che possano essere montati dei Fuel Quantity Indicator eleggibili per ATR 42 su ATR 72 e viceversa;
- b) la possibilità di realizzare delle etichette da applicare sugli stessi Fuel Quantity Indicator, tali da evidenziare che trattasi di Fuel Quantity Indicator eleggibili per ATR 42 o ATR 72.

RACCOMANDAZIONE ANSV-17/443-05/5/A/07

Destinatario: EASA.

Motivazione: la struttura della procedura di emergenza "*ditching*" riportata nel FCOM non tiene conto delle cause dell'ammarraggio. In caso di perdita dei due motori risulta, in effetti, alquanto difficile per un equipaggio di volo adattarsi alle raccomandazioni riportate nella procedura di emergenza. In assenza di spinta e senza le indicazioni primarie della strumentazione di bordo per effetto della corrispondente perdita di generazione elettrica, diventa più difficile gestire tutti gli elementi necessari alla buona riuscita della manovra di ammaraggio stesso (velocità, velocità variometrica, assetto, direzione, momento e punto di contatto con il mare).

Testo: considerare la possibilità di integrare le informazioni disponibili nelle procedure di emergenza relative all'ammarraggio, in modo da considerare anche la possibilità di un ammaraggio senza la disponibilità di entrambi i motori.

RACCOMANDAZIONE ANSV-18/443-05/6/A/07

Destinatari: EASA e FAA.

Motivazione: la ricerca dell'indicatore di carburante effettuata tramite il programma di gestione delle parti di ricambio ha dato esito negativo, in quanto il Part Number (P/N) del FQI indicato nel manuale illustrato delle parti (IPC) riportava, dopo le prime tre cifre, un tratto (*dash*), mentre nel *database* del sistema di gestione delle parti di ricambio il P/N del FQI era inserito senza il tratto dopo le prime tre cifre (P/N 748681-2). Il programma di gestione delle parti di ricambio utilizzato dall'operatore interpretava il tratto dopo le prime tre cifre come un carattere e pertanto la ricerca era stata negativa. Se il tecnico avesse effettuato la ricerca senza inserire il tratto dopo le prime tre cifre, avrebbe certamente avuto a video le informazioni relative proprio al P/N 748681-2. Il costruttore del FQI ha affermato di aver eliminato il tratto dopo le prime tre cifre nel 1992 per ragioni informatiche. Sulla base delle informazioni disponibili, non esiste, al momento, una regolamentazione convenzionale uniforme, di carattere generale, relativa alle modalità di assegnazione dei P/N ai componenti e/o strumenti utilizzati in campo aeronautico.

Testo: considerare la possibilità di effettuare degli studi mirati alla definizione di linee guida e/o alla emanazione di requisiti regolamentari in merito alla modalità di assegnazione dei P/N dei componenti aeronautici.

RACCOMANDAZIONE ANSV-19/443-05/7/A/07

Destinatari: EASA e FAA.

Motivazione: le normative attualmente in vigore non obbligano i costruttori di aeromobili a prevedere delle modifiche installative per componenti con stesse funzioni e apparentemente simili da un punto di vista costruttivo, ma con prestazioni diverse, che possano essere montati su distinte tipologie/versioni di aeromobili, sempre appartenenti comunque alla stessa famiglia (es. Boeing B737-200, -400, -800; Airbus A319, A320, A321; ATR 42, ATR 72; ecc.).

Testo: considerare la possibilità di effettuare degli studi mirati alla definizione di linee guida e/o alla emanazione di requisiti regolamentari, in merito alla possibilità di prevedere delle opportune modifiche installative sulla macchina o sul componente stesso, allo scopo di evitare che componenti con stesse funzioni e apparentemente simili, ma con prestazioni diverse, possano essere erroneamente installati.

RACCOMANDAZIONE ANSV-20/443-05/8/A/07

Destinatari: EASA, FAA e DGAC tunisina.

Motivazione: tra i fattori che hanno contribuito all'evento vi è stata la non corrispondenza del P/N del FQI inserito nel programma di gestione delle parti di ricambio con il P/N previsto dalla documentazione ufficiale dell'ATR (il catalogo nomenclatore o manuale illustrato delle parti, IPC).

Testo: considerare la possibilità di far effettuare a tutti gli operatori di trasporto aereo delle verifiche sistematiche della corrispondenza dei P/N previsti dagli applicabili IPC con i dati contenuti/registrati nei programmi/*data base* normalmente utilizzati per la gestione delle parti di ricambio, con particolare riferimento ai componenti che hanno una diretta conseguenza sull'operatività e sulla sicurezza dell'aeromobile.

RACCOMANDAZIONE ANSV-21/443-05/9/A/07

Destinatari: EASA, FAA, ENAC e DGAC tunisina.

Motivazione: alcuni passeggeri non hanno seguito le indicazioni date loro dagli assistenti di volo relative alla preparazione per l'ammarraggio. Alcuni passeggeri, ad esempio, hanno gonfiato il giubbotto di salvataggio prima dell'ammarraggio ed a seguito dell'impatto lo stesso è andato perso o danneggiato.

Testo: sensibilizzare le compagnie aeree sull'importanza del *briefing* di sicurezza ai passeggeri ed enfatizzare l'importanza della corretta esecuzione delle istruzioni date dagli assistenti di volo, specie nei casi di emergenza.

RACCOMANDAZIONE ANSV-22/443-05/10/A/07

Destinatario: DGAC tunisina.

Motivazione: Il Manuale operativo di compagnia utilizzato dall'operatore (Manuel d'Exploitation – Généralités et Fondements, GEN-OPS) in vigore prima dell'evento era quello relativo ad un'altra compagnia aerea, la Tunisair, che possedeva oltre l'80% del capitale sociale dell'operatore coinvolto nell'evento. La Tunisair non aveva nella propria flotta aeromobili ATR 42/72. Dopo l'evento, in data 10 ottobre 2005, l'operatore ha pubblicato e fatto approvare dalla DGAC tunisina un nuovo manuale GEN-OPS applicabile per le operazioni di compagnia.

Testo: effettuare una verifica *ad hoc* presso le compagnie aeree nazionali sulla conformità dei Manuali operativi rispetto alla normativa in vigore.

RACCOMANDAZIONI da ANSV-23/443-05/11/A/07 a ANSV-27/443-05/15/A/07

Destinatario: DGAC tunisina.

Motivazione: il testo delle raccomandazioni che seguono scaturisce dalle evidenze riscontrate nel corso dell'inchiesta relativamente alla gestione tecnico-operativa degli equipaggi di volo dell'operatore coinvolto nell'evento e da considerazioni scaturite nell'analisi relativamente alle azioni effettuate dall'equipaggio di condotta e di cabina nel gestire l'emergenza.

Testo: prevedere, nelle procedure di selezione del personale candidato a ricoprire il ruolo di assistente di volo, criteri selettivi mirati anche alla verifica dei comportamenti in situazioni di emergenza e conseguente condizioni di potenziale stress. (ANSV-23/443-05/11/A/07)

Testo: considerare la possibilità di far effettuare dei *Recurrent Training* congiunti (piloti e assistenti di volo) caratterizzati da scenari operativi con caratteristiche simili a quelle dell'evento in oggetto (preparazione per atterraggi fuori campo/ammarraggio, evacuazione di emergenza passeggeri, ecc.). (ANSV-24/443-05/12/A/07)

Testo: integrare la manualistica operativa a disposizione degli equipaggi di volo (FCOM e QRH) relativa agli aeromobili ATR 42 e ATR 72 includendo maggiori informazioni relativamente alla identificazione delle condizioni di *flame out* (spegnimento non comandato) dei motori ed alla gestione delle stesse. (ANSV-25/443-05/13/A/07)

Testo: considerare la possibilità di introdurre un sistema di monitoraggio dei dati di volo, come ad esempio il Flight Data Monitoring, utile strumento di prevenzione. E' da evidenziare che l'Annesso 6 ICAO raccomanda, nel caso di operatori con aeromobili con peso massimo certificato al decollo superiore a 20.000 kg, l'istituzione ed il mantenimento di un programma di analisi dei dati volo, come parte del sistema di gestione della sicurezza (previsione 3.2.6: «*An operator of an aeroplane of a certificated take-off mass in excess of 20.000 kg should establish and maintain a flight data analysis programme as part of its safety management system*»). (ANSV-26/443-05/14/A/07)

Testo: promuovere la diffusione di sistemi di riporto degli eventi (*reporting system*), che consentano di apprendere e di ridurre le condizioni di rischio nelle operazioni tecnico-operative, sia per la parte operativa di volo, sia per la parte manutentiva. (ANSV-27/443-05/15/A/07)

RACCOMANDAZIONE ANSV-28/443-05/16/A/07

Destinatari: Ministero della Giustizia (Italia) e Ministero dei Trasporti (Italia).

Motivazione: le operazioni di apertura, lettura e decodifica dei registratori di bordo - Flight Data Recorder (FDR) e Cockpit Voice Recorder (CVR) - dell'aeromobile incidentato sono state effettuate 10 giorni dopo il loro recupero. In particolare, per i limiti imposti dalla competente Autorità giudiziaria sulla base del vigente ordinamento di procedura penale, non è stato possibile effettuare, da parte dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (ANSV), le operazioni suddette nella immediatezza della disponibilità degli apparati in questione, come dovrebbe essere e normalmente avviene a livello internazionale nel corso delle inchieste tecniche. La ritardata possibilità di lettura dei dati contenuti nei registratori di bordo di un aeromobile può compromettere lo svolgimento di una efficace e tempestiva azione di prevenzione nell'interesse della sicurezza del volo e, quindi, della tutela della pubblica incolumità. Può, altresì, compromettere l'esito stesso della lettura dei dati in essi contenuti, per la possibilità di danneggiamento dei relativi supporti su cui sono registrate le informazioni, soprattutto nel caso in cui gli apparati in questione non siano stati correttamente conservati.

Più in generale, si osserva che, sulla base del vigente ordinamento italiano, l'Autorità giudiziaria - nel caso in cui indaghi, per finalità diverse, su un evento che è anche oggetto di inchiesta tecnica da parte dell'ANSV - può impedire o ritardare l'acquisizione da parte dell'ANSV stessa di elementi fondamentali per lo svolgimento dell'inchiesta tecnica, con gravi ripercussioni in termini di prevenzione nell'interesse della sicurezza del volo.

Va al riguardo adeguatamente evidenziato che l'installazione a bordo di aeromobili di registratori di volo come FDR e CVR è strumentale esclusivamente al miglioramento della sicurezza del volo, non all'accertamento di responsabilità.

Testo: si raccomanda, per quanto di rispettiva competenza, di intraprendere le necessarie iniziative legislative tese a garantire la possibilità per l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (ANSV), pur in pendenza dell'inchiesta dell'Autorità giudiziaria, di avere immediato ed incondizionato accesso a tutti gli elementi necessari (*in primis*, ai dati contenuti nei registratori di bordo di un aeromobile) allo svolgimento dell'inchiesta tecnica.

RACCOMANDAZIONE ANSV-29/443-05/17/A/07

Destinatari: Ministero della Giustizia (Italia) e Ministero dei Trasporti (Italia).

Motivazione: nel corso dell'inchiesta tecnica non è stato possibile garantire tempestivamente, da parte dell'ANSV, ai rappresentanti e relativi consulenti degli enti stranieri preposti allo svol-

gimento delle inchieste tecniche, parte dei diritti loro riconosciuti sulla base di quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (Annesso 13 ICAO), stanti i limiti imposti dalla competente Autorità giudiziaria in virtù del vigente ordinamento di procedura penale.

Testo: si raccomanda, per quanto di rispettiva competenza, di intraprendere le necessarie iniziative legislative tese a garantire, in Italia, ai rappresentanti accreditati ed ai relativi consulenti degli enti stranieri preposti allo svolgimento delle inchieste tecniche, il tempestivo riconoscimento dei diritti contemplati dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (Annesso 13 ICAO), anche in presenza dell'inchiesta dell'Autorità giudiziaria.

RACCOMANDAZIONE ANSV-30/443-05/18/A/07

Destinatari: Ministero della Giustizia (Italia) e Ministero dei Trasporti (Italia).

Motivazione: la competente Autorità giudiziaria, sulla base del vigente ordinamento di procedura penale, ha reso disponibile per le parti il contenuto del Cockpit Voice Recorder (CVR) dell'aeromobile incidentato. Nel pomeriggio della stessa giornata in cui le parti hanno avuto la disponibilità del suddetto contenuto, alcuni organi di informazione - non è dato sapere come - ne sono venuti in possesso, rendendolo, per iscritto e in audio, di pubblico dominio. Alcuni dei dialoghi registrati dal CVR in questione e resi di pubblico dominio erano irrilevanti ai fini della ricostruzione della dinamica dell'evento. L'incondizionata diffusione del contenuto del CVR è sostanzialmente in contrasto con quanto previsto dalle previsioni 5.12 e 5.12.1 dell'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (Annesso 13 ICAO) e può comportare delle gravi ricadute negative sul piano della prevenzione, impedendo, così, di evitare l'accadimento di altri incidenti.

Più in generale, le osservazioni fatte per la salvaguardia del contenuto del CVR possono riguardare anche le registrazioni radio relative alle comunicazioni tra gli aeromobili in volo, tra gli aeromobili ed i competenti enti di controllo del traffico aereo, nonché le registrazioni telefoniche intercorse tra questi ultimi.

Testo: si raccomanda, per quanto di rispettiva competenza, di intraprendere le necessarie iniziative legislative tese a modificare il vigente ordinamento italiano, rendendolo coerente con le previsioni 5.12 e 5.12.1 dell'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (Annesso 13 ICAO). In particolare, tali iniziative legislative dovrebbero puntare a stabilire il principio secondo cui le registrazioni contenute nel registratore delle voci e dei suoni cabina (CVR), le registrazioni radio relative alle comunicazioni tra gli aeromobili in volo, tra gli aeromobili ed i competenti enti di controllo del traffico aereo, nonché le registrazioni telefoniche

intercorse tra questi ultimi possano essere utilizzate nell'ambito di procedimenti giudiziari limitatamente a quelle parti che assumano particolare rilevanza nella ricostruzione dell'evento indagato, mentre non possano essere rese disponibili e rimangano quindi permanentemente segrete quelle parti che non rilevino ai fini dell'analisi dell'evento.

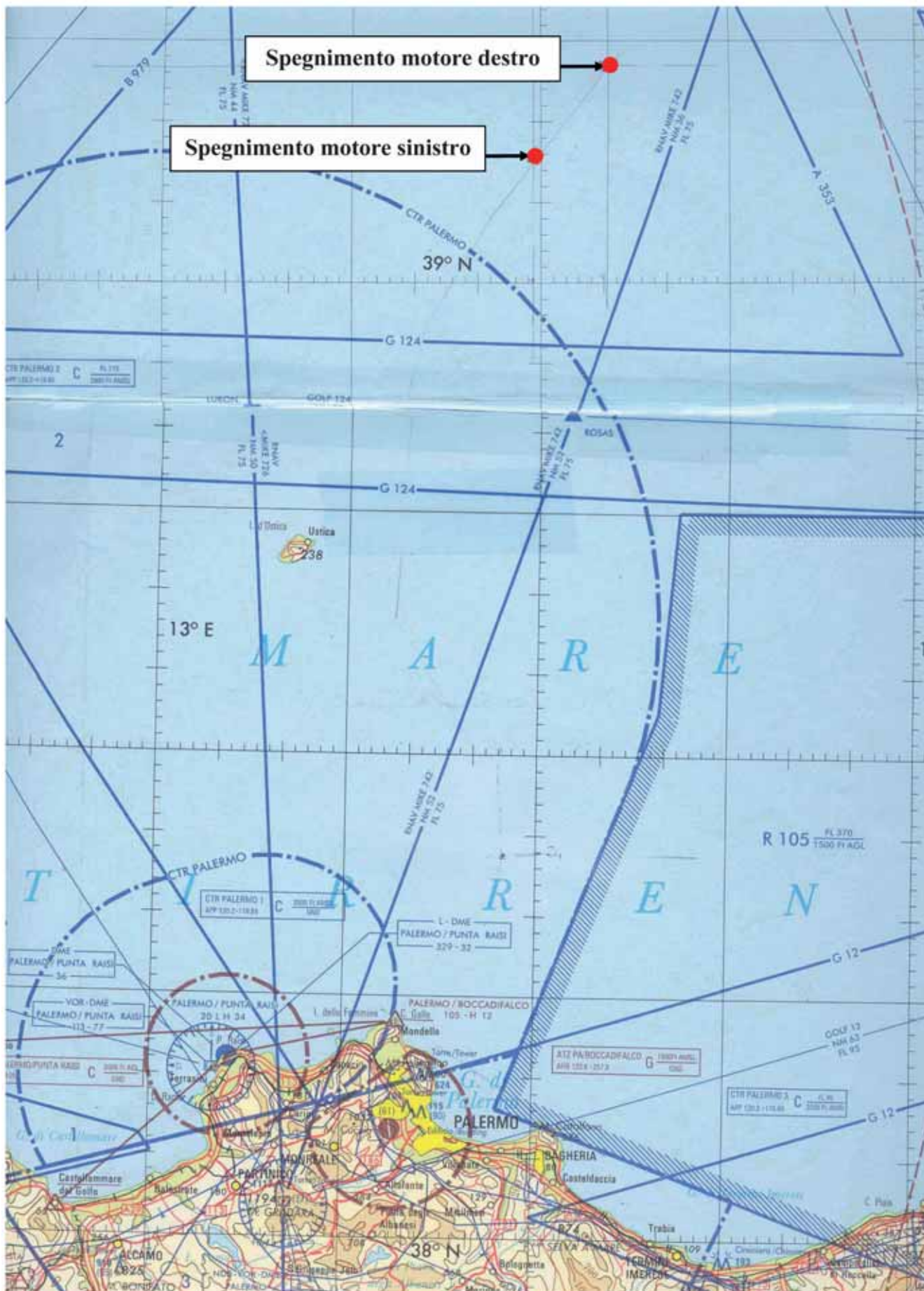
ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO A:** mappa zona evento con indicazione punti di spegnimento motori.
- ALLEGATO B:** estratti pagine FCOM e QRH aeromobile ATR 72.
- ALLEGATO C:** Job Instruction Card (procedura sostituzione FQI) prima e dopo l'evento, dettagli costruttivi del FQI.
- ALLEGATO D:** raccomandazioni di sicurezza già emesse da ANSV e BFU.
- ALLEGATO E:** impianto carburante ATR 72, estratti FCOM.
- ALLEGATO F:** piani di carico volo TUI 152F e TUI 1153, vecchio e nuovo *logbook*.
- ALLEGATO G:** documentazione di interesse relativa alle fasi di ricerca e soccorso.
- ALLEGATO H:** sequenza eventi di interesse, grafici parametri di interesse ricavati da FDR.
- ALLEGATO I:** ricostruzione animata volo TUI 1153: decollo da Bari e fase finale del volo. (Contenuto nel CD-ROM allegato)
- ALLEGATO L:** note ANSV, in inglese, su commenti ricevuti dagli Stati accreditati nell'inchiesta tecnica.
- APPENDICI:**
1. Commenti ricevuti dal TSB Canada.
 2. Commenti ricevuti dal BEA Francia.
 3. Commenti ricevuti dalla DGAC tunisina, tramite l'Ambasciata di Tunisia a Roma.

Gli allegati sopra elencati sono una copia conforme dei documenti originali in possesso dell'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo. Nei documenti riprodotti in allegato è stato salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento, in ossequio alle disposizioni del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66.

ALLEGATO A

Mappa zona evento con indicazione punti di spegnimento motori



ALLEGATO B

Estratti pagine FCOM e QRH aeromobile ATR 72

	EMERGENCY PROCEDURES CONTENTS	2.04.00		
		P 1	001	
				DEC 97

AA

2.04.00	CONTENTS
2.04.01	INTRODUCTION
2.04.02	POWER PLANT IN FLT ENG FIRE ON GND ENG FIRE BOTH ENGINES FLAME OUT ENG FLAME OUT AT TAKE OFF
2.04.03	SMOKE ELECTRICAL SMOKE AIR COND SMOKE FWD SMOKE AFT SMOKE AUX AFT COMPT SMOKE (if installed)
2.04.04	ELECTRICAL SYSTEM DUAL DC GEN LOSS
2.04.05	MISCELLANEOUS EMERGENCY DESCENT DITCHING FORCED LANDING ON GND EMER EVAC BOMB ON BOARD SEVERE ICING

R

R

R

	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.01	
			P 1	001
	INTRODUCTION			JUN 94

AA

GENERAL

The emergency procedures have been established for application in the event of a serious failure. They are applied according to the « READ AND DO » principle except for memory items.

R

PRESENTATION

The procedures are presented in the basic checklist format with an adjacent expanded part which provides :

- indication of the particular failure (alert condition)
- explanation for actions where the reason is not self evident
- additional background information.

The abbreviation used are identical to the nomenclature on the cockpit panels. All actions are printed in capital letters.

Memory items are BOXED for identification.

If actions depend on a precondition, a preceding black square ■ is used to identify the precondition.

A preceding black dot • is used to indicate the moment when actions have to be applied.

TASK SHARING

For all procedures the general task sharing stated below is applicable. The pilot flying remains pilot flying throughout the emergency procedure.

PF – Pilot flying Responsible for :

- . PL
- . Flight path and airspeed control
- . Aircraft configuration
- . Navigation

PNF – Pilot non flying Responsible for :

- . Check list reading
- . Execution of required actions
- . Actions on OVHD panel
- . CL
- . Communications

The AFCS is always coupled to the PF side (CPL selection).

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.01		
	INTRODUCTION		P 2	001	
					JUN 97

AA

PROCEDURES INITIATION

- No action will be taken (apart from depressing MW pb):
 - . Until flight path is stabilized.
- R . Under 400 ft above runway (except for propeller feathering after engine failure during approach at reduced power if go around is considered).
- Before performing a procedure, the crew must assess the situation as a whole, taking
- R into consideration the failures, when fully identified, and the constraints imposed.

ANALYSIS OF CONSEQUENCES OF A FAILURE ON THE FLIGHT

Basic airmanship calls for a management review of the remaining aircraft capabilities under the responsibility of CM1.

CCAS

When TO INHI has been selected, until the first leg of landing gear unlocks, all alerts are inhibited except:

- ENG 1 FIRE
- ENG 2 FIRE
- CONFIG
- FLAPS UNLK
- LDG GEAR NOT DN
- EXCESS ALT
- PITCH DISCONNECT
- PROP BRK

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.02	
			P 3	001
	POWER PLANT			SEP 03

AA

BOTH ENGINES FLAME OUT**ALERT**

An engine flame out may be recognized by a rapid decrease in ITT and in NH.

PROCEDURE

BOTH ENGINES FLAME OUT	
ENG START rotary selector	CONT RELIGHT
PL both	FI
■ If NH drops below 30 % (no immediate relight) CL both FTR then FUEL SO FUEL SUPPLY CHECK <i>Note : See engine relight envelope (2.05.02)</i> OPTIMUM SPEED Vm HB CAPT EHSI OFF COMMUNICATIONS VHF 1 ENG START rotary selector START A & B ENG 2 RELIGHT ENG 2 START pb ON At 10 % NH CL 2 FTR ENG 2 RELIGHT MONITOR CL 2 then PL 2 AS RQD ENG 1 RELIGHT ENG 1 START pb ON At 10 % NH CL 1 FTR ENG 1 RELIGHT MONITOR CL 1 then PL 1 AS RQD	
■ If neither engine starts CL both FTR then FUEL SO ENG START rotary selector OFF/START ABORT FUEL PUMPS OFF FORCED LANDING or DITCHING PROCEDURE APPLY CAUTION : Do not select AVIONICS VENT EXHAUST MODE to OVBD.	
■ If engine(s) recovered CL MAX RPM PL AS RQD SYSTEMS affected RESTORE ENG START rotary selector CONT RELIGHT CL AS RQD	

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.02		
	POWER PLANT		P 4	001	
					DEC 94

AA

COMMENTS

- Use of CONT RELIGHT during engine rundown when NH remains > 30 % may ensure a immediate restart.
- Fuel supply check consists of checking correct fuel quantity and correct pressure (no local pressure alert).
- The optimum airspeed to achieve best lift to drag ratio is V_{mHB} .

R – CAPT EHSI is selected OFF to recover composite mode.

IF BOTH ENG ARE LOST

- If landing gear extension is scheduled, emergency extension has to be performed.
- In short final, reduce speed as required by landing field in order to touch down with minimum vertical speed.
- If power supply still available is provided by batteries only, flaps' extension is impossible.

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.02	
			P 5	001
	POWER PLANT			JUN 97

AA

ENG FLAME OUT AT TAKE OFF**ALERT**

An engine flame out may be recognized by:

- Sudden dissymmetry
- TQ decrease
- Rapid ITT decrease

PROCEDURE

ENG FLAME OUT AT TAKE OFF	
ENG START rotary selector	CONT RELIGHT
UPTRIM	CHECK
AUTOFEATHER	CHECK
● At Acceleration Altitude	
PL	FI
CL	FEATHER then FUEL SO
■ If damage suspected	
FIRE HANDLE	PULL
SINGLE ENG OPERATION PROCEDURE	APPLY
■ If no damage suspected	
ENG RESTART IN FLT PROCEDURE	APPLY
■ If unsuccessful :	
SINGLE ENG OPERATION PROCEDURE	APPLY

	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.04	
			P 1	001
	ELECTRICAL SYSTEM			JUL 99

AA

DUAL DC GEN LOSS**PROCEDURE**

DUAL DC GEN LOSS	
DC GEN 1 and 2	OFF then ON
■ If no generator recovered	
LAND ASAP	
MAN RATE KNOB	9 O'CLOCK
CAB PRESS MODE SEL	MAN
BAT SW	OVRD
<i>Note : If after a restart, a DC GEN becomes operative, set the BAT switch to ON</i>	
CAPT EHSI	OFF
ATC (VHF 1)	NOTIFY
MIN CAB LT	OFF
<i>Note : NAV lights switch set to ON position is necessary to provide IEP illumination.</i>	
HF (if installed)	OFF
OMEGA (if installed)	OFF
STICK PUSHER/SHAKER	OFF
STICK PUSHER/SHAKER FAULT PROCEDURE	APPLY
AVIONICS VENT EXHAUST MODE	OVRD
ADC SW	SET to ADC 1
ATC SW	SET to ATC 1
TLU	MAN MODE LO SPD
<i>After each TLU SW activation, check TLU FAULT light extinguishes then set TLU SW to AUTO</i>	
BUS EQT LIST	CHECK
MAIN BAT CHARGE (on LH maintenance panel)	CHECK
■ If STBY BUS UNDV light illuminates	
STBY BUS	For approach, OVRD only when necessary
● Before descent	
PAX INSTRUCTIONS	USE PA
HYD X FEED	ON
<i>Note : Selecting HYD X FEED to open position allows to recover green hydraulic system.</i>	
● At touch down	
IDLE GATE LEVER	PULL

	EMERGENCY PROCEDURES ELECTRICAL SYSTEM	2.04.04		
		P 2	020	
				JUL 99

AA

COMMENTS

- BAT SW is selected OVRD in order to by-pass all the undervoltage protections and to ensure a correct supply of the EMER, ESS and STBY busses by the batteries.
- ATC communications must be performed with VHF 1 due to the loss of VHF 2.
- Both stick pusher and stick shaker are lost without FAULT alarm.
- Batteries will be lost according the following table :

START ATTEMPTS	TIME BEFORE UNDV ILLUMINATES	ADDITIONAL TIME WITHOUT STBY BUS OVRD	ADDITIONAL TIME WITH IMMEDIATE STBY BUS OVRD
0	50 mn		
1	42 mn		
2	35 mn	4 mn	2 mn

- As soon as both DC generators are lost, emergency exit lights will illuminate automatically.
 - As DC BUS 2 is lost, HYD GREEN PUMP is lost (powered by ACW BUS 2 but controlled by DC BUS 2).
HYD X FEED is opened in order to pressurize the whole hydraulic system from blue pump.
 - Loss of radio altimeter leads to untimely LDG GEAR NOT DOWN alarm when engine power is reduced.
 - TLU AUTO mode is lost and MAN MODE must be used.
MAN MODE acts on TLU stand by actuator which remains powered even if TLU is in LO SPD established position.
When TLU SW is set to AUTO position, TLU stand by actuator electrical power is off.
- R - PA must be used for pax instructions because cabin signs are not supplied in emergency.
- R

	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.05		
			P 2	080	
	MISCELLANEOUS				SEP 02

DITCHING PROCEDURE

DITCHING

• Preparation (time permitting)

ATC (VHF1) NOTIFY
 CABIN CREW NOTIFY
 SIGNS ON
 GPWS OFF
 TERR OFF
 CABIN and COCKPIT PREPARE
 . Loose equipment secured
 . Survival equipment prepared
 . Belts and shoulder harness locked.
 AUTO PRESS-LANDING ELEVATION SET

• Approach

AUTO PRESS (IF $\Delta P \neq 0$) DUMP
 PACKS both OFF
 OVBD VALVE FULL CLOSE
 FLAPS (IF AVAILABLE) 30

Note : If power supply still available is provided by batteries only, flaps' extension is impossible.

L/G LEVER UP
 DITCH pb (30 sec before the impact or 1250 ft above sea level) ON
 ENG START rotary selector OFF/START ABORT
 CABIN REPORT OBTAINED

• Before ditching (200 ft)

OPTIMUM PITCH ATTITUDE 9°
 MINIMIZE IMPACT SLOPE
 BRACE FOR IMPACT ORDER
 CL both FTR then FUEL SO
 FIRE HANDLES PULL
 FUEL PUMPS OFF

Note : in case of night ditching, shutting down both engines may be performed, at captain discretion, immediately after the impact (to avoid loss of landing lights during flare out).

• After ditching

CABIN CREW (PA) NOTIFY
 EVACUATION INITIATE
 BAT (before leaving A/C) OFF

Note : After ditching, one aft door will be under the water line.

	EMERGENCY PROCEDURES MISCELLANEOUS	2.04.05		
		P 3	001	
				DEC 96

AA

COMMENTS

- Notify ATC of the nature of the emergency encountered and state intentions. In the event of no ATC contact select ATC code A77 or transmit the distress message on one of the following frequencies (VHF) 121,5 MHz or (HF) 8364 KHz. Only VHF 1 is available on battery.
- Notify the cabin crew of the nature of emergency encountered and intentions. Specify the available time.
- Note : The direction of ditching is mainly dependent on wind and state of the sea and these factors may be assessed as follows :
 - 1) Wind direction :

This may be assessed by observing the waves which move and break down wind, spray from wave tops is also a reliable indication.
 - 2) Wind speed

The following conditions can be used as a guide to wind speed

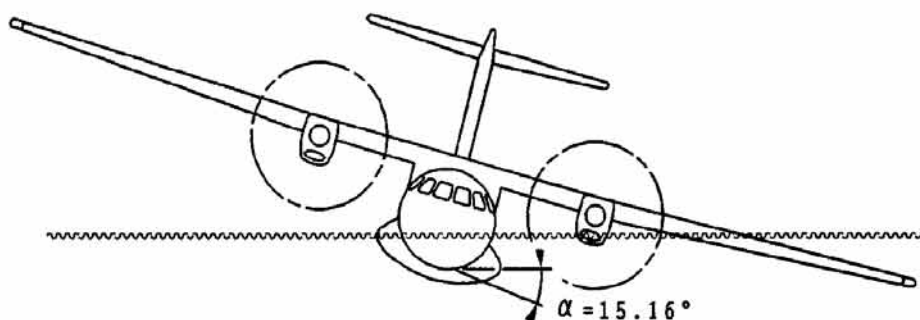
R	A few white crests	8-17 kt
R	Many white crests	17-26 kt
R	Streaks of foam along water	23-35 kt
	Spray from waves	35-43 kt
 - 3) State of sea

This is better assessed from a height of 500 to 1000 ft particularly the direction of the swell which may not be obvious when seen from a lower altitude.
- When there is no swell, align into the wind. In the presence of a swell and provided that drift does not exceed 10 degrees, land parallel to the swell and as nearly into the wind as possible. If drift exceeds 10 degrees, land into wind. The presence of drift on landing is not dangerous but every effort should be made to minimize roll.
- For evacuation, open only the doors which are not under the water line.
- R – After using the DUMP function, the two pack valves are selected OFF to :
 - R * limit Δp .
 - R * prevent a untimely cabin inflation
 - R If the bleed valves are selected OFF, (also it induces the Pack valves shutting off), the
 - R venturi which creates the vacuum to the Dump function is no more supplied.
- R – Ditch pb must be activated at least 30 seconds before impact.

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.05		
			P 4	001	
	MISCELLANEOUS				JUL 99

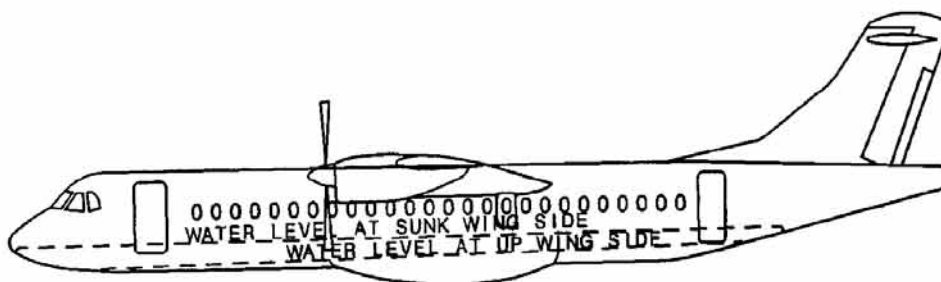
AA

R AIRCRAFT ATTITUDE IN CASE OF DITCHING



Note : This illustration is given as an example. It is not necessary the LH wing which is down.

R3FA-02-04-05-004-A001AA



 ATR 72 F.C.O.M.	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE		2.05.00	
	CONTENTS		P 1	001
				JUL 01

2.05.00 CONTENTS

2.05.01 INTRODUCTION

2.05.02 POWER PLANT

SINGLE ENG OPERATION
 START FAULT
 NO NH DURING ENG START
 NO NL DURING ENG START
 NO ITT IND DURING ENG START
 NAC OVHT
 X START FAIL
 EXCESSIVE ITT DURING ENG START
 EXCESSIVE ITT
 ENG RESTART IN FLT
 ENG STALL
 ENGINE FLAME OUT
 ONE EEC FAULT
 BOTH EEC FAULT
 EEC SELECT IN FLT
 SYNPHR FAIL (If applicable)
 ATPCS FAIL
 IDLE GATE FAIL
 LOW PITCH IN FLT
 ENG OVER LIMIT
 PROP OVER LIMIT
 ENG OIL LO PR
 ENG OIL TEMP HI
 ENG OIL TEMP LO
 FUEL ABNORM TEMP
 FUEL CLOG
 PROP BRK UNLK (If applicable)
 PROP BRK UNLOCKING (ENG 2 stopped) (If applicable)
 PROP BRK (CAP alert) (If applicable)
 INCORRECT TQ INDICATION
 PEC 1 (2) SGL CH (If applicable)
 PEC 1 (2) FAULT (If applicable)
 ONE PROPELLER REMAINING AT 100 % NP AFTER CLB PWR
 SELECTION (if applicable)

R

2.05.03 FUEL

FEED LO PR
 FUEL LO LVL

	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE POWER PLANT	2.05.02		
		P 1	001	
				SEP 04

AA SINGLE ENG OPERATION

PROCEDURE

SINGLE ENG OPERATION	
LAND ASAP	
CL non affected engine	MAX RPM
PWR MGT (both)	TO if necessary then MCT
SYNPHR	OFF
FUEL PUMP affected	OFF
DC GEN affected	OFF
ACW GEN affected	OFF
PACK affected	OFF
BLEED affected	OFF
TCAS (if installed)	TA only
OIL PRESSURE ON FAILED ENGINE	MONITOR
■ If FUEL X FEED is required	
FUEL PUMP affected	ON
FUEL X FEED	ON
FUEL PUMP on operating ENG	OFF
<i>Note: In icing conditions, Flaps 15 will be selected to improve drift down performances and single engine ceiling.</i>	
● For approach	
BLEED not affected	OFF
SINGLE ENGINE APPROACH SPEED FLAPS 30 IS EQUAL TO V _{mHB30} + WIND EFFECT OR 1.1 VMCA WHICHEVER IS HIGHER, UNTIL COMMITTED TO LAND.	
<i>Note: - At touch down, do not reduce below Fl before nose wheel is on the ground.</i>	
<i>- If during the flight, a positive oil pressure has been noted on the failed engine for a noticeable period of time, maintenance must be informed.</i>	

COMMENTS

- Refer to section Procedures and Techniques for fuel unbalance.
- For approach and landing, comply with Procedures and Techniques, Flight Patterns subsection.

R

 ATR 72 F.C.O.M.	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE		2.05.02		
			P 8	001	
	POWER PLANT				JUN 97

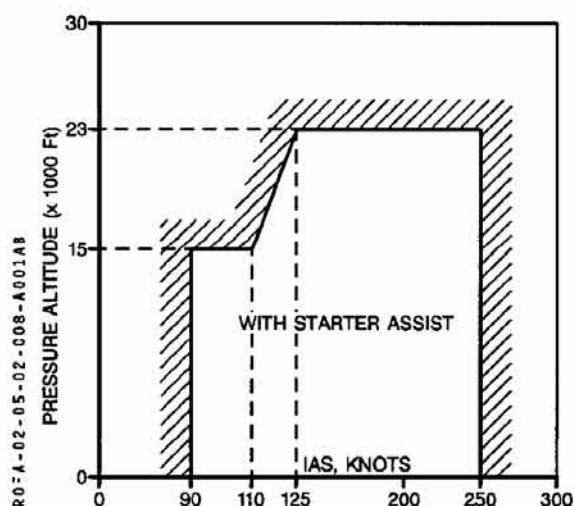
AA

ENG RESTART IN FLT**PROCEDURE**

ENG RESTART IN FLT	
FUEL SUPPLY	CHECK
CL	FUEL SO
PL	FI
CAUTION : After ATPCS sequence PWR MGT rotary selector must be set to MCT position before engine restart in order to cancel propeller feathering.	
ENG START rotary selector	START A & B
EEC pb	RESET if necessary or DESELECT if FAULT persists
START pb	ON
At 10 % NH :	
CL	FTR
RELIGHT	MONITOR
CL then PL	ADJUST TO OTHER ENGINE
ENG START rotary selector	AS RQD
SYSTEMS affected	RESTORE

COMMENTS

- Engine relighting in flight is only guaranteed within the envelope and always necessitate starter assistance.



- The power may be restored immediately after relighting provided TOIL > 0 °C.
- Should the engine fail to light up within 10 s, select fuel to shut off, the ignition OFF and allow engine to be ventilated for 30 sec minimum prior to making another attempt.

	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE		2.05.02	
			P 10	001
	POWER PLANT			DEC 94

AA

ENGINE FLAME OUT**ALERT**

An engine flame out may be recognized by :

- Sudden dissymmetry
- TQ decrease
- Rapid ITT decrease

PROCEDURE

ENGINE FLAME OUT	
ENG START rotary selector	CONT RELIGHT
PL	FI
■ If NH drops below 30 % (no immediate relight) CL FTR THEN FUEL SO ■ If damage suspected FIRE HANDLE PULL SINGLE ENG OPERATION PROCEDURE APPLY ■ If no damages are suspected ENG RESTART IN FLT PROC APPLY ■ If unsuccessful SINGLE ENG OPERATION PROCEDURE APPLY	

R

COMMENTS

- Use of CONT RELIGHT during engine rundown ensures an immediate restart attempt and protects the non affected engine.
- Shut down the engine if no immediate relight.
- The causes of engine flame out can generally be divided into two categories :
 - External causes such as icing, very heavy turbulence, fuel mismanagement. These causes, which may affect both engines can generally be easily determined and an immediate relight can be attempted.
 - Internal causes which as engine stalls or failures usually affect a single engine and are not so easily determined. In these cases, the engine is shut down then the cause of the flame out investigated. If it cannot be positively determined what caused the flame out, the need for engine restart should be evaluated against the risk of further engine damage or fire that may result from a restart attempt.
- If damage is suspected, as precautionary measure, the FIRE handle is pulled.

	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE		2.05.03	
			P 1	001
	FUEL			JUL 98

AA

FEED LO PR**ALERT**

CONDITION	VISUAL	AURAL
Engine feed low pressure (below 350 mbar/5 PSI)	- MC light flashing amber - FUEL amber light on CAP - associated FEED LO PR amber light on overhead panel.	SC

PROCEDURE

FEED LO PR	
PUMP associated	CONFIRM ON
ENGINE associated	Monitor for possible run down
■ If engine runs down or if fuel quantity decreases significantly.	
PL	FI
CL	FTR then FUEL SO
PUMP associated	OFF
FIRE HANDLE	PULL
SINGLE ENG OPERATION PROCEDURE	APPLY
R CAUTION : Do not open X FEED valve	

COMMENTS

- The illumination of FEED LO PR light associated with PUMP RUN light identifies a LEAK in the fuel line which may lead to engine rundown.
- If engine runs down or if fuel quantity decreases significantly, affected line must be isolated by selecting the pump OFF and by closing the fuel shut-off valve.
- If PUMP RUN does not illuminate, pump system may be defective and a X FEED attempt may be performed in order to restore engine supply. Max fuel unbalance has to be considered.

	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE FUEL	2.05.03		
		P 2	001	
				SEP 04

AA

FUEL LO LVL

ALERT

	CONDITION	VISUAL	AURAL
R	- Fuel tank low level (Fuel quantity indicator below 160 kg/352 lbs) - Fuel feeder tank high level lost (fuel quantity indicator over 160 kg/352 lbs)	- MC light flashing amber - FUEL amber light on CAP - associated LO LVL amber light on FUEL QTY ind.	SC

PROCEDURE

FUEL LO LVL
AVOID EXCESSIVE AIRCRAFT ATTITUDES

COMMENTS

- Excessive aircraft attitudes must be avoided to prevent pump unpriming.
 - It is considered as basic airmanship to use X FEED as required when possible.
- R - The fuel feeder tank high level lost is caused by the jet pump malfunction. In this case, 130 kg of the tank fuel is unusable (20 kg normally).

 ATR 72 F.C.O.M.	PROCEDURES FOLLOWING FAILURE		2.05.03		
			P 3	001	
	FUEL				SEP 04

AA

FUEL LEAK**ALERT**

CONDITION	VISUAL	AURAL
A fuel leak may be detected by either : - sum of fuel on board (FOB), read in steady flight at cruise level, and fuel used (FU), FOB+FU significantly less than fuel at departure or - passenger observation (fuel spray from engine or wing tip) or - total fuel quantity decreasing at an abnormal rate, or - fuel imbalance, or - a tank emptying too fast (leak from engine or a hole in a tank), or - excessive fuel flow (leak from engine), or - fuel smell in the cabin	-Nil-	-Nil-

PROCEDURE

FUEL LEAK
● When a leak is confirmed LAND ASAP ■ Leak from engine (excessive fuel flow or feed spray from engine) PL (on affected engine) FI CL (on affected engine) FTR THEN FUEL SO PUMP associated OFF FIRE HANDLE (on affected engine) PULL SINGLE ENG OPERATION procedure APPLY (refer to 2.05.02 p1) ■ If excessive fuel flow was identified before engine shutdown, FUEL X FEED valve can be opened ■ In all other cases X FEED valve must remain closed ■ Leak not located FUEL X FEED MAINTAIN CLOSED <i>Note : the X feed must remain closed to prevent the leak affecting both sides</i> BEFORE LANDING, NOTIFY ATC

QRH

ATR	EMERGENCY	1.01	
72		SEP 04	001

1 - EMERGENCY PROCEDURES**Content 1/1**

IN FLIGHT ENG FIRE	1.02
ON GROUND ENG FIRE	1.02
ON GROUND EMER EVACUATION	1.02
BOTH ENGINES FLAME OUT	1.03
ENG FLAME OUT AT TAKE OFF	1.04
BOMB ON BOARD	1.04
COCKPIT DOOR SECURITY SYSTEM	1.04A
ELEC SMK	1.05
AIR COND SMOKE	1.05
FWD SMK	1.06
AFT SMK	1.06
DUAL DC GEN LOSS	1.07
EMERGENCY DESCENT	1.08
DITCHING	1.08
FORCED LANDING	1.08A
SEVERE ICING	1.09

ATR	EMERGENCY	1.03	
72		SEP 04	001

BOTH ENGINES FLAME OUT

ENG START ROTARY SELECTOR..... CONT RELIGHT
PL BOTHFI

■ **If NH drops below 30 % (no immediate relight)**

CL BOTH FTR THEN FUEL SO
FUEL SUPPLY..... CHECK

Note : See engine relight envelope (2.08)

OPTIMUM SPEED VmHB

CAPT EHSI..... OFF

COMMUNICATIONS..... VHF 1

ENG START ROTARY SELECTOR..... START A & B

ENG 2 RELIGHT

ENG 2 START PB..... ON

● **At 10 % NH**

CL 2..... FTR

ENG 2 RELIGHT..... MONITOR

CL 2 then PL 2AS RQD

ENG 1 RELIGHT

ENG 1 START PB..... ON

● **At 10 % NH**

CL 1..... FTR

ENG 1 RELIGHT..... MONITOR

CL 1 then PL 1AS RQD

■ **If neither engine starts**

CL BOTH FTR THEN FUEL SO

ENG START ROTARY SELECTOR OFF / START ABORT

FUEL PUMPS OFF

FORCED LANDING (1.08A) or DITCHING (1.08) procedure

.....APPLY

CAUTION : Do not select AVIONICS VENT EXHAUST MODE to
OVBD

■ **If engine(s) recovered**

CL..... MAX RPM

PL..... AS RQD

SYSTEMS AFFECTED RESTORE

ENG START ROTARY SELECTOR..... CONT RELIGHT

CL..... AS RQD

ATR	EMERGENCY	1.04	
72		SEP 04	001

ENG FLAME OUT AT TAKE OFF

ENG START ROTARY SELECTOR..... CONT RELIGHT
 UPTRIM..... CHECK
 AUTOFEATHER CHECK
 ● **At Acceleration Altitude**
 PL..... FI
 CL..... FTR THEN FUEL SO

■ **If damage suspected**

FIRE HANDLE PULL
 SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04)..... APPLY

■ **If no damage suspected**

ENG RESTART IN FLIGHT procedure (2.08)..... APPLY

■ **If unsuccessful**

SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04)..... APPLY

BOMB ON BOARD

AUTO PRESS - LANDING ELEVATION..... CABIN ALTITUDE
 FLIGHT LEVEL DESCEND TO CABIN ALTITUDE
 AVOID LOAD FACTORS
 HANDLE BOMB CAREFULLY - AVOID SHOCKS

● **When Z aircraft = Z cabin**

APPROACH CONFIG : FLAPS 15 GEAR DOWN..... SELECTED
 AUTO PRESS..... DUMP
 SERVICE DOOR UNLOCK

PLACE BOMB NEAR SERVICE DOOR PREFERABLY IN A BAG
 ATTACHED TO THE DOOR HANDLE
 SURROUND IT WITH DAMPING MATERIAL

CABIN ATTENDANT OXYGEN AND FIRE EXTINGUISHER.....
 MOVE FORWARD
 PAX MOVE FORWARD / CRASH POSITION
 LAND ASAP

ATR	EMERGENCY	1.07	
72		SEP 04	001

DUAL DC GEN LOSS

DC GEN 1 AND 2 OFF then ON

■ **If no generator recovered**

LAND ASAP

MAN RATE KNOB 9 O'CLOCK

CAB PRESS MODE SEL MAN

AVIONICS VENT EXHAUST MODE OVBD

BAT SW OVRD

Note : If after a restart, a DC GEN becomes operative, set the BAT switch to ON

CAPT EHSI OFF

ATC (VHF 1) NOTIFY

MIN CAB LIGHT OFF

Note : NAV lights switch set to ON is necessary to provide IEP illumination (if installed)

HF (if installed) OFF

OMEGA (if installed) OFF

STICK PUSHER / SHAKER OFF

STICK PUSHER / SHAKER FAULT procedure (2.22) APPLY

ADC SW SET TO ADC 1

ATC SW SET TO ATC 1

TLU MAN MODE LO SPD

After each TLU SW activation, check TLU FAULT light extinguishes then set TLU SW to AUTO

BUS EQUIPMENT LIST (2.17 - 2.18) CHECK

MAIN BATTERY CHARGE (on LH maintenance panel) CHECK

● **If STBY BUS UNDV light illuminates**

STBY BUS For approach, OVRD only when necessary

● **Before descent**

PAX INSTRUCTIONS USE PA

HYD X FEED ON

Note : Selecting HYD X FEED ON allows to recover green hydraulic system

● **At touch down**

IDLE GATE LEVER PULL

 72	EMERGENCY	1.08
		SEP 04 001

EMERGENCY DESCENT

PL BOTH FI
 ENG START ROTARY SELECTOR CONT RELIGHT
 CL BOTH MAX RPM
 OXYGEN PAX SUPPLY AS RQD
 OXYGEN PRESSURE CHECK
 OXYGEN MASKS / CREW COMMUNICATIONS AS RQD
 SPEED MMO / VMO (or less if structural damage is suspected)
 SIGNS ON
 ATC NOTIFY
 MEA CHECK

DITCHING

- **Preparation (time permitting)**
 - ATC (VHF1) NOTIFY
 - CABIN CREW NOTIFY
 - SIGNS ON
 - GPWS OFF
 - TERR (If Enhanced GPWS installed) OFF
 - CABIN AND COCKPIT PREPARE
 - Loose equipment secured
 - Survival equipment prepared
 - belts and shoulder harnesses locked
 - AUTO PRESS - LDG ELEVATION SET
Note : Refer to 4.64 to determine approach speed.
- **Approach**
 - AUTO PRESS (If $\Delta P \neq 0$) DUMP
 - PACKS BOTH OFF
 - OVBD VALVE FULL CLOSE
 - FLAPS (If available) 30
Note : If power supply still available is provided by batteries only, flaps extension is not possible.
 - L/G LEVER UP
 - DITCH PB (30 s before impact or 1250 ft above sea level) ON
 - ENG START ROTARY SELECTOR OFF / START ABORT
 - CABIN REPORT OBTAINED
- **Before ditching (200 ft)**
 - OPTIMAL PITCH ATTITUDE 9°
 - MINIMIZE IMPACT SLOPE
 - BRACE FOR IMPACT ORDER
 - CL BOTH FTR THEN FUEL SO
 - FIRE HANDLES PULL
 - FUEL PUMPS OFF
Note : In case of night ditching, shutting down both engines may be performed at captain discretion, immediately after the impact (avoiding loss of landing lights during flare out).
- **After ditching**
 - CABIN CREW (PA) NOTIFY
 - EVACUATION INITIATE
 - BAT (before leaving aircraft) OFF
Note : After ditching, one aft door will be under the water line.

 72	EMERGENCY	1.08
		SEP 04 001

EMERGENCY DESCENT

PL BOTH FI
 ENG START ROTARY SELECTOR CONT RELIGHT
 CL BOTH MAX RPM

 OXYGEN PAX SUPPLY AS RQD
 OXYGEN PRESSURE CHECK
 OXYGEN MASKS / CREW COMMUNICATIONS AS RQD
 SPEED MMO / VMO (or less if structural damage is suspected)
 SIGNS ON
 ATC NOTIFY
 MEA CHECK

DITCHING

- **Preparation (time permitting)**
 - ATC (VHF1) NOTIFY
 - CABIN CREW NOTIFY
 - SIGNS ON
 - GPWS OFF
 - TERR (If Enhanced GPWS installed) OFF
 - CABIN AND COCKPIT PREPARE
 - Loose equipment secured
 - Survival equipment prepared
 - belts and shoulder harnesses locked
 - AUTO PRESS - LDG ELEVATION SET
Note : Refer to 4.64 to determine approach speed.
- **Approach**
 - AUTO PRESS (If $\Delta P \neq 0$) DUMP
 - PACKS BOTH OFF
 - OVBD VALVE FULL CLOSE
 - FLAPS (If available) 30
Note : If power supply still available is provided by batteries only, flaps extension is not possible.
 - L/G LEVER UP
 - DITCH PB (30 s before impact or 1250 ft above sea level) ON
 - ENG START ROTARY SELECTOR OFF / START ABORT
 - CABIN REPORT OBTAINED
- **Before ditching (200 ft)**
 - OPTIMAL PITCH ATTITUDE 9°
 - MINIMIZE IMPACT SLOPE
 - BRACE FOR IMPACT ORDER
 - CL BOTH FTR THEN FUEL SO
 - FIRE HANDLES PULL
 - FUEL PUMPS OFF
Note : In case of night ditching, shutting down both engines may be performed at captain discretion, immediately after the impact (avoiding loss of landing lights during flare out).
- **After ditching**
 - CABIN CREW (PA) NOTIFY
 - EVACUATION INITIATE
 - BAT (before leaving aircraft) OFF
Note : After ditching, one aft door will be under the water line.

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.05	
	MISCELLANEOUS		P 2	080
				SEP 02

DITCHING
PROCEDURE

DITCHING

• **Preparation (time permitting)**

ATC (VHF1) NOTIFY
 CABIN CREW NOTIFY
 SIGNS ON
 GPWS OFF
 TERR OFF
 CABIN and COCKPIT PREPARE

- . Loose equipment secured
- . Survival equipment prepared
- . Belts and shoulder harness locked.

AUTO PRESS-LANDING ELEVATION SET

• **Approach**

AUTO PRESS (IF $\Delta P \neq 0$) DUMP
 PACKS both OFF
 OVBD VALVE FULL CLOSE
 FLAPS (IF AVAILABLE) 30

Note : If power supply still available is provided by batteries only, flaps' extension is impossible.

L/G LEVER UP
 DITCH pb (30 sec before the impact or 1250 ft above sea level) ON
 ENG START rotary selector OFF/START ABORT
 CABIN REPORT OBTAINED

• **Before ditching (200 ft)**

OPTIMUM PITCH ATTITUDE 9°
 MINIMIZE IMPACT SLOPE
 BRACE FOR IMPACT ORDER
 CL both FTR then FUEL SO
 FIRE HANDLES PULL
 FUEL PUMPS OFF

Note : in case of night ditching, shutting down both engines may be performed, at captain discretion, immediately after the impact (to avoid loss of landing lights during flare out).

• **After ditching**

CABIN CREW (PA) NOTIFY
 EVACUATION INITIATE
 BAT (before leaving A/C) OFF

Note : After ditching, one aft door will be under the water line.

 ATR 72 F.C.O.M.	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.05	
			P 3	001
	MISCELLANEOUS			DEC 96

AA

COMMENTS

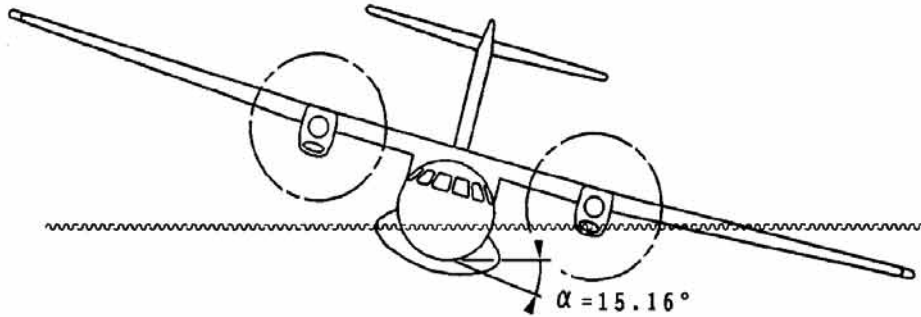
- Notify ATC of the nature of the emergency encountered and state intentions. In the event of no ATC contact select ATC code A77 or transmit the distress message on one of the following frequencies (VHF) 121,5 MHz or (HF) 8364 KHz. Only VHF 1 is available on battery.
- Notify the cabin crew of the nature of emergency encountered and intentions. Specify the available time.
- Note : The direction of ditching is mainly dependent on wind and state of the sea and these factors may be assessed as follows :
 - 1) Wind direction :
This may be assessed by observing the waves which move and break down wind, spray from wave tops is also a reliable indication.
 - 2) Wind speed
The following conditions can be used as a guide to wind speed

A few white crests	8-17 kt
Many white crests	17-26 kt
Streaks of foam along water	23-35 kt
Spray from waves	35-43 kt
 - 3) State of sea
This is better assessed from a height of 500 to 1000 ft particularly the direction of the swell which may not be obvious when seen from a lower altitude.
- When there is no swell, align into the wind. In the presence of a swell and provided that drift does not exceed 10 degrees, land parallel to the swell and as nearly into the wind as possible. If drift exceeds 10 degrees, land into wind. The presence of drift on landing is not dangerous but every effort should be made to minimize roll.
- For evacuation, open only the doors which are not under the water line.
- R – After using the DUMP function, the two pack valves are selected OFF to :
 - R * limit Δp .
 - R * prevent a untimely cabin inflation
 - R If the bleed valves are selected OFF, (also it induces the Pack valves shutting off), the
 - R venturi which creates the vacuum to the Dump function is no more supplied.
- R – Ditch pb must be activated at least 30 seconds before impact.

	EMERGENCY PROCEDURES		2.04.05		
			P 4	001	
	MISCELLANEOUS				JUL 99

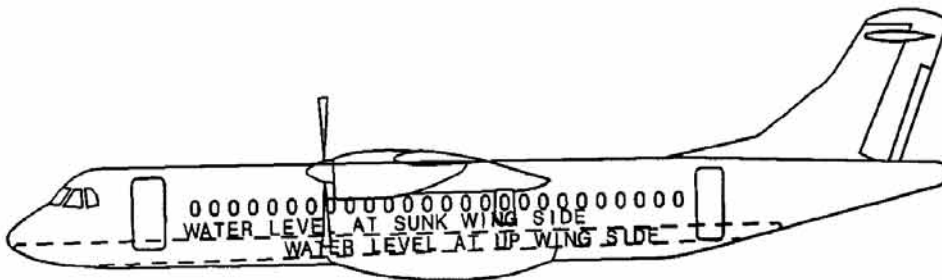
AA

R AIRCRAFT ATTITUDE IN CASE OF DITCHING



Note : This illustration is given as an example. It is not necessary the LH wing which is down.

RDFA-02-04-05-004-A001AA



AR	FOLLOWING FAILURES POWER PLANT	2.04	
72		SEP 04	001

SINGLE ENG OPERATION

LAND ASAP

CL NON AFFECTED MAX RPM
 PWR MGT BOTH TO if necessary then MCT
 SYNPHR AFFECTED OFF
 FUEL PUMP AFFECTED OFF
 DC GEN AFFECTED OFF
 ACW GEN AFFECTED OFF
 PACK AFFECTED OFF
 BLEED AFFECTED OFF
 TCAS (if installed) TA ONLY
 OIL PRESSURE ON FAILED ENGINE MONITOR

■ **If FUEL CROSS FEED is required**

FUEL PUMP AFFECTED ON
 FUEL X FEED ON
 FUEL PUMP ON OPERATING ENGINE OFF

Note : Refer to pages (4.61) and (4.62) to determine single engine gross ceiling.

Note : In icing conditions, FLAPS 15 will be selected to improve drift down performances and single engine ceiling.

● **For approach**

BLEED NOT AFFECTED OFF
 SINGLE ENGINE APPROACH SPEED IS EQUAL TO
 V_mHB 30 + WIND EFFECT OR 1.1VMCA WHICHEVER IS HIGHER
 UNTIL COMMITTED TO LAND.
 Refer to page (4.64) to determine 1.1VMCA.

Note : At touch down, do not reduce below FI before nose wheel is on the ground.

Note : If during the flight, a positive oil pressure has been noted on the failed engine for a noticeable period of time, maintenance must be informed.

START FAULT

ENG START ROTARY SELECTOR OFF / START ABORT

■ **If above 45 % NH**

START ON LIGHT CHECK EXTINGUISHED
 START TO BE CONTINUED

NO NH DURING ENG START

Note : In case of ENG 2 START in Hotel Mode without GPU, OIL PRESS is not available; in that case START ENG 1 and then ENG 2.

Wait for 10 seconds with the START pushbutton selected ON

■ **If OIL pressure increases**

CL FTR
 Continue START procedure, being informed NH indicator is inoperative.

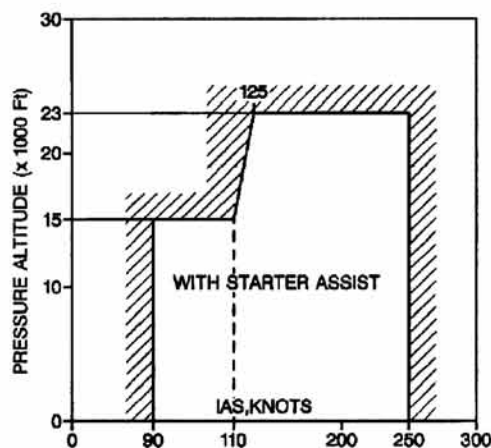
■ **If OIL pressure does not increases**

ENG START ROTARY SELECTOR OFF / START ABORT
 Suspect starter motor failure. Maintenance action is due.

R
R
R
R

 72	FOLLOWING FAILURES POWER PLANT	2.08	
		SEP 04	001

ENG RESTART IN FLIGHT



FUEL SUPPLY CHECK
CL FUEL SO
PL FI

CAUTION : After ATPCS sequence, PWR MGT rotary selector must be set to MCT position before engine restart, in order to cancel propeller feathering.

ENG START ROTARY SELECTOR START A & B
EEC PB RESET if necessary or DESELECT if FAULT persists
START PB ON

● At 10 % NH

CL FTR
RELIGHT MONITOR
CL then PL ADJUST TO OTHER ENGINE
ENG START ROTARY SELECTOR AS RQD
SYSTEMS AFFECTED RESTORE

ENG STALL

PL FI
ENG START ROTARY SELECTOR CONT RELIGHT
ENG PARAMETERS CHECK

■ Abnormal

CL FTR THEN FUEL SO
SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04) APPLY

■ Normal

ENG DE-/ANTI-ICING ON
PL SLOWLY ADVANCE

■ If stall recurs

Reduce thrust and operate below the stall threshold

■ If stall does not recur

Continue engine operation

 72	FOLLOWING FAILURES POWER PLANT	2.10	
		SEP 04	001

EEC SELECT IN FLIGHT

On the side of the EEC to be selected :

PL.....RETARD IN GREEN SECTOR
EEC ON
PL..... ADJUST POWER (not to exceed the notch)
ATPCS ON

ENG FLAME OUT

ENG START ROTARY SELECTOR..... CONT RELIGHT
PL.....FI

- If NH drops below 30 % (no immediate relight)
CL..... FTR THEN FUEL SO
- If damage suspected
FIRE HANDLE PULL
SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04).....APPLY
- If no damage suspected
ENG RESTART IN FLIGHT procedure (2.08).....APPLY
- If unsuccessful
SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04).....APPLY

ATPCS FAIL

- If UPTRIM only is failed
MEL procedure (ATA 73 Dispatch with Uprim INOP)APPLY
- If AUTOFEATHER only is failed
MEL procedure (ATA 61 Dispatch with AutoFeather INOP) .APPLY
- If whole ATPCS system is failed (ARM light does not illuminate)
ATPCS OFF
MEL procedure (ATA 61 Dispatch with ATPCS OFF)APPLY

IDLE GATE FAIL

- In flight
IDLE GATE LEVER..... PUSH
- At touch down
IDLE GATE LEVER..... PULL

SYNPHR FAIL

SYNPHR..... OFF
NP BOTH.....ALIGN

LOW PITCH IN FLIGHT

PL.....FI
CL..... FTR THEN FUEL SO
SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04).....APPLY

	FOLLOWING FAILURES FUEL	2.13	
		SEP 04	001

72

FUEL ABNORM TEMP

- **Too high (>50°C)**
 - Avoid rapid throttle movement
 - Monitor oil temperature and other engine parameters
- **Too low (<0°C)**
 - Use anti icing additive for next refueling if repair can't be accomplished

FUEL CLOG

- **If only one light is illuminated**
 - Associated ENGINE PARAMETERS.....MONITOR
- **If both lights are illuminated**
 - ENGINE PARAMETERS.....MONITOR
 - **After next landing, MAINTENANCE ACTION REQUIRED**

FEED LO PR

PUMP ASSOCIATED.....CONFIRM ON
ENGINE ASSOCIATEDMONITOR FOR POSSIBLE RUN DOWN

- **If engine runs down or if fuel quantity decreases significantly**
 - PL.....FI
 - CL.....FTR THEN FUEL SO
 - PUMP ASSOCIATED.....OFF
 - FIRE HANDLEPULL
 - SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04).....APPLY

CAUTION : Do not open X FEED valve

FUEL LO LVL

AVOID EXCESSIVE AIRCRAFT ATTITUDES

 72	FOLLOWING FAILURES FUEL	2.13A SEP 04 001
---	----------------------------	---------------------

FUEL LEAK

ALERT CONDITION

A fuel leak may be detected by either :

- sum of fuel on board (FOB), read in steady flight at cruise level, and fuel used (FU), **FOB+FU** significantly less than fuel at departure, or
- total fuel quantity decreasing (fuel spray from engine or wing tip), or
- fuel imbalance, or
- a tank emptying too fast (leak from engine or a hole in a tank), or
- excessive fuel flow (leak from engine), or
- fuel smell in the cabin

● When a leak is confirmed

LAND ASAP

■ Leak from engine (excessive fuel flow or feed spray from engine)

PL (on affected engine) FI

CL (on affected engine) FTR THEN FUEL SO

PUMP ASSOCIATED OFF

FIRE HANDLE PULL

SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04) APPLY

■ If excessive fuel flow was identified before engine shutdown

FUEL X FEED valve can be opened

■ In all other cases X FEED valve must remain closed

■ Leak not located

FUEL X FEED MAINTAIN CLOSED

Note : the X FEED must remain closed to prevent the leak affecting both sides.

BEFORE LANDING, NOTIFY ATC

 72	FOLLOWING FAILURES ELEC	2.16	
		SEP 04	001

ACW BUS 1 OFF

R

ACW GEN 1..... OFF
LEAVE AND AVOID ICING CONDITIONS
AS LONG AS ICING CONDITIONS EXIST,
..... VISUALLY MONITOR ICE ACCRETION
AFFECTED EQUIPMENT OFF
CAPT AIRSPEED INDICATOR MONITOR
HYD X FEED ON
BUS EQUIPMENT LIST (2.17 - 2.18) CHECK
ADC DISAGREEMENT procedure (2.32) APPLY

ACW BUS 2 OFF

ACW GEN 2..... OFF
LEAVE AND AVOID ICING CONDITIONS
AS LONG AS ICING CONDITIONS EXIST,
..... VISUALLY MONITOR ICE ACCRETION
AFFECTED EQUIPMENT OFF
F/O AIRSPEED INDICATOR..... MONITOR
HYD X FEED ON
BUS EQUIPMENT LIST (2.17 - 2.18) CHECK
ADC DISAGREEMENT procedure (2.32) APPLY
TAXI ON BOTH ENGINES

ACW TOTAL LOSS

R

ACW GEN BOTH..... OFF
HYD X FEED CHECK OFF
LEAVE AND AVOID ICING CONDITIONS
AS LONG AS ICING CONDITIONS EXIST,
..... VISUALLY MONITOR ICE ACCRETION
AFFECTED EQUIPMENT OFF
CAPT AND F/O AIRSPEED INDICATORS MONITOR
MAIN HYD PUMPS OFF
LANDING GEAR EXTENSION/RETRACTION LOST
NORMAL BRAKE LOST
LANDING DISTANCE MULTIPLY BY 1.5
Note : Refer to Chapter 4 to determine landing distance.
BUS EQUIPMENT LIST (2.17 - 2.18) CHECK

- **Before landing**
 - L/G LEVER DOWN
 - BLUE PRESSURE CHECK
 - FLAPS AS RQD
 - L/G GRAVITY EXTENSION procedure (2.24) APPLY
- **After touch down**
 - USE FULL REVERSE IF NECESSARY
 - BRAKE HANDLE EMER AS RQD
 - TAXI ON BOTH ENGINES

 72	FOLLOWING FAILURES ELEC		2.17	
			SEP 04	001

BUS EQPT LIST

SYS 		BUS FAILURES							BAT ONLY (ACW available)			
		DC BUS		AC BUS		STBY BUS (AC + DC)	ACW BUS			BASIC	STBY BUS UNDRV	STBY BUS OVRD
		1	2	1	2		1	2	1+2			
NAV / FLT INST	AHRS								# 2 LOST	# 2 * LOST	# 2 LOST	
	ASI, VSI, ALTI				F/O LOST	CAPT LOST			F/O LOST	BOTH LOST	F/O LOST	
	ADC		# 2 LOST		OUTPUT # 2 LOST				# 2 LOST	BOTH LOST	# 2 LOST	
	EHSI	# 1 LOST	# 2 LOST						BOTH LOST	BOTH LOST	BOTH LOST	
	VOR/ILS EADI/SGU		# 2 LOST			# 1 LOST			# 2 LOST	BOTH LOST	# 2 LOST	
	DME	# 1 LOST	# 2 LOST						LOST	LOST	LOST	
	ADF		# 2 LOST		# 2 LOST				# 2 LOST	BOTH LOST	# 2 LOST	
	GPWS	LOST			LOST				LOST	LOST	LOST	
	RADAR	LOST		LOST					LOST	LOST	LOST	
	RADIO ALTI	LOST							LOST	LOST	LOST	
	TAS/TAT/SAT					LOST				LOST	LOST	
	RMI		# 1 LOST		# 1 LOST	# 2 LOST			# 1 LOST	BOTH LOST	# 1 LOST	
	GPS									LOST		
AFCS	AFCS COMPTR	LOST							LOST	LOST	LOST	
	AFCS ADU		LOST						LOST	LOST	LOST	
COM	VHF		# 2 LOST						# 2 LOST	# 2 LOST	# 2 LOST	
	HF									LOST	LOST	
	ATC		# 2 LOST						# 2 LOST	# 2 LOST	# 2 LOST	
HYD	MAIN PUMPS		GREEN LOST				BLUE LOST	GREEN LOST	BOTH LOST	GREEN LOST	GREEN LOST	GREEN LOST
	AUX PUMP		LOST							LOST	LOST	LOST
	PRESS IND					LOST					LOST	
	FLAPS					LOST	USE X FEED				LOST	
	X FEEDVALVE					LOST					LOST	
CCAS	CCAS		Partially LOST **							AMBER ALERTS LOST	AMBER ALERTS LOST	AMBER ALERTS LOST

* AUTO ERECT LOST ON AHRS 1

**AMBER ALERTS OF CAP ARE LOST EXCEPT MFC, PRKG BRK, MAINT PNL

 72	FOLLOWING FAILURES ELEC		2.18	
			SEP 04	001

BUS EQPT LIST

SYS ↓		BUS FAILURES								BAT ONLY (ACW available)		
		DC BUS		AC BUS		STBY BUS (AC + DC)	ACW BUS			BASIC	STBY BUS UNDRV	STBY BUS OVRD
		1	2	1	2		1	2	1+2			
FLT CTL	STICK PUSHER	LOST								LOST	LOST	LOST
	STICK SHAKER									LOST	LOST	LOST
	TRIM IND			LOST								
L/G and BRK	L/G RET		*			LOST		*	LOST	*	LOST	*
	L/G EXT		*			EMER ONLY		*	EMER **		EMER ONLY	
	L/G POS IND		OVHD PANEL LOST			MAIN PANEL LOST				OVHD PANEL LOST	BOTH LOST	OVHD PANEL LOST
	ANTI SKID		*						LOST		INB LOST	INB LOST
	LANDING LIGHTS						L LOST	R LOST	BOTH LOST			
	TAXI AND T.O. Lights		LOST					LOST	LOST	LOST	LOST	LOST
PWR PLANT	FF / FU / OIL T & P	# 1 LOST	# 2 LOST							BOTH LOST	BOTH LOST	BOTH LOST
	FQI										LOST	LOST
	SYNPHR	LOST								LOST	LOST	LOST
	AUTO IDLE GATE	LOST								LOST	LOST	LOST
	IDLE GATE FAIL IND		LOST							LOST	LOST	LOST
	PROP BRK If applicable										LOST	LOST
AIR	BLEED/PACK										LOST	LOST
	RECIRC / FAN	# 1 LOST	# 2 LOST							BOTH LOST	BOTH LOST	BOTH LOST
	PRESSU	AUTO LOST								AUTO LOST	AUTO LOST	AUTO LOST
ICE & RAIN	ICE DETECTOR							LOST	LOST			
	HORNS ANTI ICE						R/LD & LEFT ELEV LOST	R/LD & RIGHT ELEV LOST	BOTH LOST			
	PROP ANTI ICE						P1 LOST	P2 LOST	LOST			
	WIPERS		F/O LOST							F/O LOST	BOTH LOST	BOTH LOST
	MAIN WINDOW HTG						L FRONT LOST	R FRONT LOST	BOTH LOST			
	SIDE WINDOW HTG	L LOST	R LOST							BOTH LOST	BOTH LOST	BOTH LOST
	PROBE HTG						CAPT PILOT ALPHA TAT LOST	F/O PILOT ALPHA TAT LOST	CAPT + F/O LOST			
	STATICS PORTS	CAPT + F/O LOST	F/O LOST							ALL LOST	ALL LOST	ALL LOST

* HYD GREEN PUMP LOST / USE THE CROSS FEED

**USING HYD X FEED WHEN ONLY DC HYD PUMP IS AVAILABLE IS NOT RECOMMENDED

ALLEGATO C

**Job Instruction Card (procedura sostituzione FQI)
prima e dopo l'evento, dettagli costruttivi del FQI**

Job Instruction Card... JIC 28-42-81 RAI 10000 REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY IN

**** ON A/C ALL**

REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

TECHNICAL DATA

ZONING DATA

ZONE : 120
210

PREPARATION

.. ORK	SKILL	MEN	MAN-HOURS
--------	-------	-----	-----------

ELAPSED TIME

SPARE	: 01 INDICATOR	284280-01-030
-------	----------------	---------------

PUBLICATION

JIC	<u>28-42-00-TST-10000</u>
-----	---------------------------

TASK DESCRIPTION

001 PREPARATION

REF. FIG. : 284272-FUT-00100

ON PANEL 121VU,
OPEN, SAFETY AND TAG THE FOLLOWING CIRCUIT
BREAKERS :

1QT FUEL/FQI/L TANK

2QT FUEL/FQI/R TANK

ITEM OF EQUIPMENT CONCERNED BY THE REMOVAL/
INSTALLATION PROCEDURE IS LOCATED ON LOWER
LEFT SECTION OF UPPER CENTER INSTRUMENT
PANEL 4VU.

002 STANDARD REMOVAL OF FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT

NOTE:THE SHAPE OF LOCKING COLLARS,THE QUANTITY

Customer : TU

Page 1/4

Rev : avr. 01/05

Job Instruction Card

VAR 28-42-00 TST 10000 001

- A. PLACE
 - REFUELING/REFUEL/OFF/DEFUEL SWITCH 4QU IN OFF POSITION
 - REFUELING/REFUEL VALVE/L(R) SWITCH 5QU (6QU) IN SHUT POSITION.
- B. PRESS REFUELING/FQI TEST PUSHBUTTON SWITCH AND THEN RELEASE, NO DISPLAY.
2. ON PANEL 121VU,
 - A. CLOSE CIRCUIT BREAKERS 1QT (2QT).
 - B. ON PANEL 4VU, LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS FUEL QUANTITY REMAINING IN TANK CONCERNED.
3. ON PANEL 121VU
 - A. OPEN CIRCUIT BREAKERS 1QT (2QT).
 - B. ON PANEL 4VU, LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT DOES NOT GIVE ANY READING.
4. ON PANEL 121VU.
 - A. CLOSE CIRCUIT BREAKERS 1QT (2QT) AND THEN 2QU.
 - B. ON PANEL 4VU, FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS QUANTITY REMAINING.
5. ON REFUELING PANEL 5004VU :
 - A. PRESS AND HOLD REFUELING FQI TEST PUSHBUTTON SWITCH 4QT.
 - ON PANEL 4VU, LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS 8888.
 - B. RELEASE REFUELING FQI TEST PUSHBUTTON SWITCH 4QT
 - ON PANEL 4VU LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS FUEL QUANTITY REMAINING IN TANK CONCERNED.
 - C. PLACE REFUELING/REFUEL VALVE/L(R) TANK SWITCH 5QU (6QU) IN NORM POSITION.
6. ON PANEL 4VU
 - A. PRESS AND HOLD FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT TEST PUSHBUTTON SWITCH
 - LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS : 8888.
 - "LOW LEVEL" LIGHT L (R) COMES ON.
 - B. RELEASE FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT TEST PUSHBUTTON SWITCH
 - LEFT (RIGHT) FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT READS FUEL QUANTITY REMAINING IN TANK CONCERNED.
 - "LOW LEVEL" LIGHT L (R) GOES OFF.
7. ON PANEL 121VU
 - A. OPEN CIRCUIT BREAKERS 1QT (2QT).
 - B. ON PANEL 4VU, FUEL QUANTITY INDICATOR 3QT DOES NOT GIVE ANY READING.

004 ENERGIZATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

1. ON PANEL 121VU
 - A. CLOSE THE FOLLOWING CIRCUIT BREAKERS :
 - 1QT, 2QT, 2QU.

Job Instruction Card..

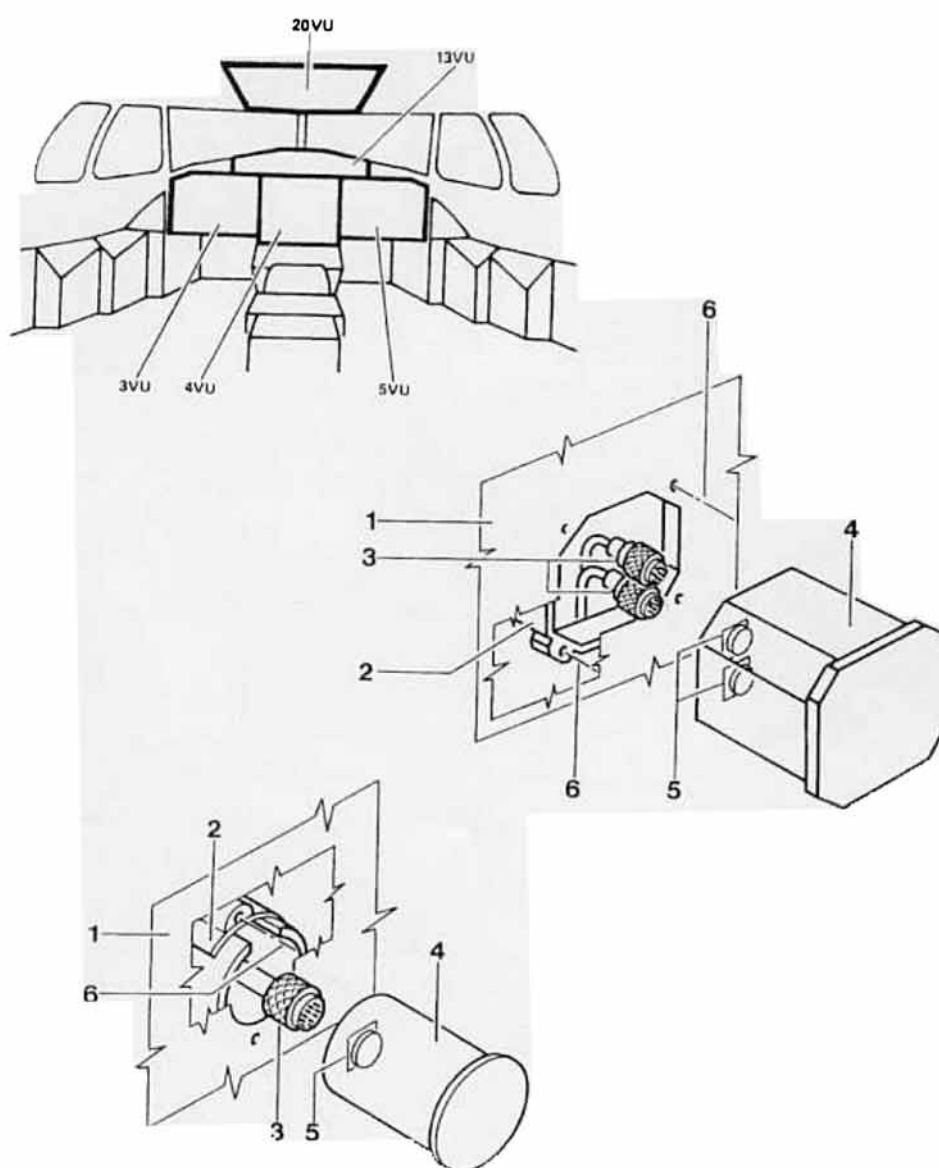
VAR 28-42-00 TST 10000 001

005 DE-ENERGIZATION OF AIRCRAFT DC AND AC CONSTANT FREQUENCY NETWORK

SEE JOB INSTRUCTION CARD

JIC : 244600-EAD-10000

Job Instruction Card JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY IN



9SMJ 310000 RAI 00101 -- 001 AAD/FAD

FIGURE31-00-00-RAI-00101-001
FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT

Job Instruction Card...

VAR 28-42-00 TST 10000 001

**** ON A/C ALL****TEST OF FUEL QUANTITY INDICATOR****TECHNICAL DATA****ZONING DATA**

ZONE : 192

210

ACCESS : 192 JR

PREPARATION

WORK	SKILL	MEN	MAN-HOURS
------	-------	-----	-----------

ELAPSED TIME**PUBLICATION**JIC 24-46-00-EAD-10000**TASK DESCRIPTION****001 ENERGIZATION OF AIRCRAFT DC AND AC CONSTANT FREQUENCY NETWORK**

SEE JOB INSTRUCTION CARD

JIC : 244600-EAD-10000**002 DE-ENERGIZATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR**

1. ON PANEL 121VU

A. OPEN THE FOLLOWING CIRCUIT BREAKERS :

- 1 QT (2QT) FUEL/FQI/NORM PWR SUPPLY/L
(R) TANK.
- 2QU FUEL/FUELLING/CTL & IND.

003 TEST OF FUEL QUANTITY INDICATORREF. FIG. : 282573-FUT-00120

1. ON REFUELING PANEL 5004VU

Customer : TU

Page : 1/4

Rev : avr. 01/05

Job Instruction Card JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY IN

OF BINDING SCREWS AS WELL AS THE SHAPE
AND QUANTITY OF CONNECTORS MAY BE DIFFERENT
ACCORDING THE EQUIPMENT.
NEVERTHELESS, THE REMOVAL AND INSTALLATION
PROCEDURE IS IDENTICAL.

REF. FIG. : 310000-RAI-00101

CAUTION: DO NOT LOOSEN LOCKING COLLAR
ATTACHMENT SCREWS.

1. REMOVE CABIN PANEL VU (1).
2. SUFFICIENTLY LOOSEN BINDING SCREWS (6) OF
EQUIPMENT LOCKING COLLAR (2) ON CABIN PANEL
VU (1). (DO NOT COMPLETELY UNSCREW).
3. PULL EQUIPMENT (4) ALONG ITS LOCKING COLLAR
(2).
4. DISCONNECT CONNECTORS (3) FROM RECEPTACLE (5)
5. REMOVE EQUIPMENT (4).
6. INSTALL PROTECTIVE CAP ON EACH CONNECTOR (3)
AND ON EACH RECEPTACLE (5).

003 STANDARD INSTALLATION OF FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT

REF. FIG. : 310000-RAI-00101

1. CLEAN AND INSPECT INSTRUMENT CABIN PANEL VU
(1) AND EQUIPMENT (4) INTERFACE AREA.
2. REMOVE PROTECTIVE CAPS INSTALLED ON CONNEC-
TORS (3) AND RECEPTACLES (5).
3. MAKE CERTAIN THAT PINS ARE IN CORRECT CONDI-
TION AND CONNECT CONNECTORS (3) WITH RE-
CEPTACLES (5).
4. INSTALL EQUIPMENT (4) BY SLIDING IT ALONG
ITS LOCKING COLLAR (2).
5. POSITION EQUIPMENT AND TIGHTEN LOCKING COL-
LAR (2) BINDING SCREWS (6).
6. INSTALL CABIN VU PANEL (1).

004 CLOSE-UP

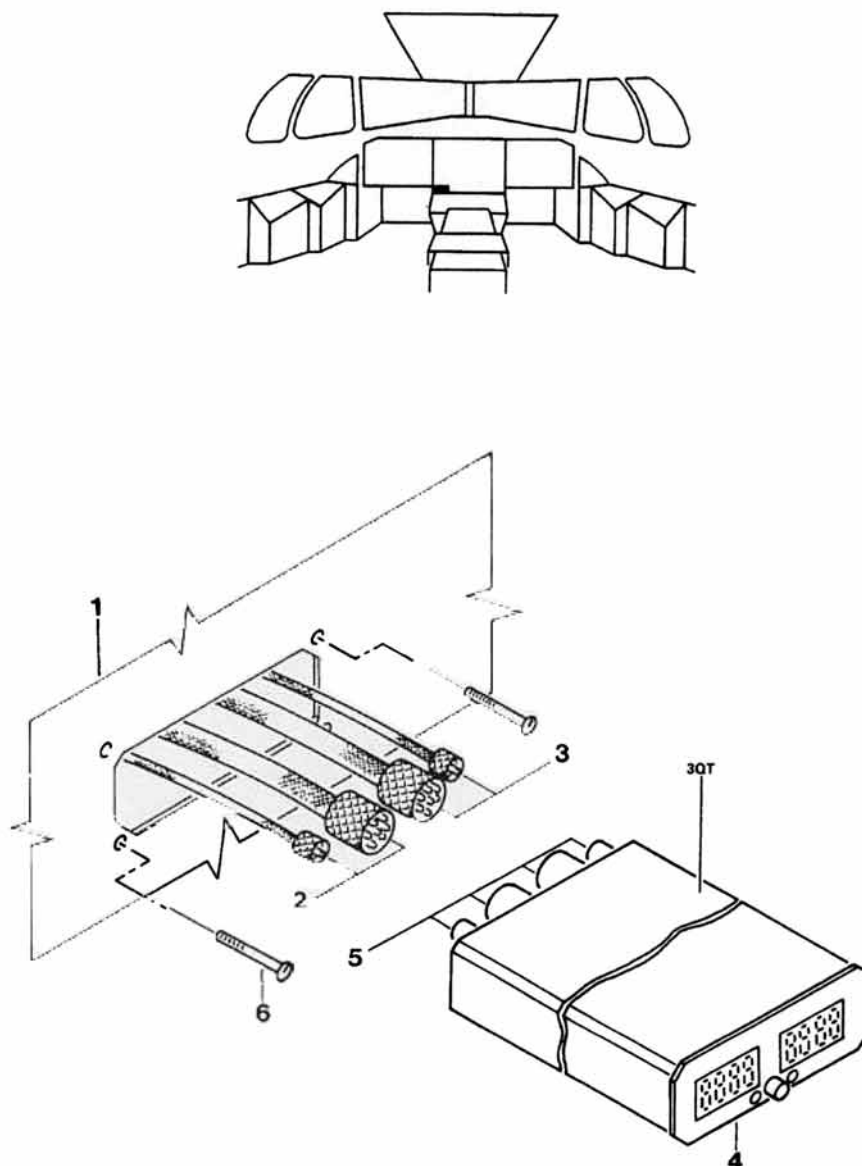
1. ON PANEL 121VU,
REMOVE SAFETY CLIPS AND TAGS AND CLOSE
CIRCUIT BREAKERS: 1QT, 2QT

005 TEST OF FUEL QUANTITY INDICATOR

SEE JOB INSTRUCTION CARD

JIC : 284200-TST-10000

Job Instruction Card... JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY IN

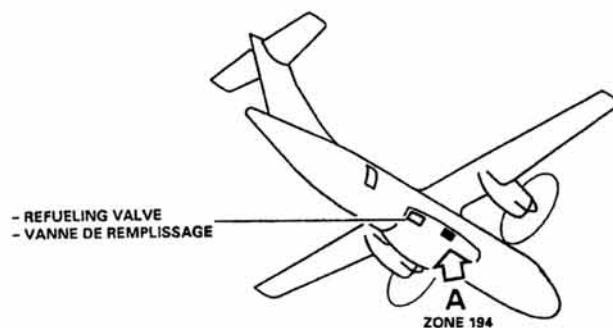


9SMJ 284272 FUT 00100 - 001 AAD/FAD

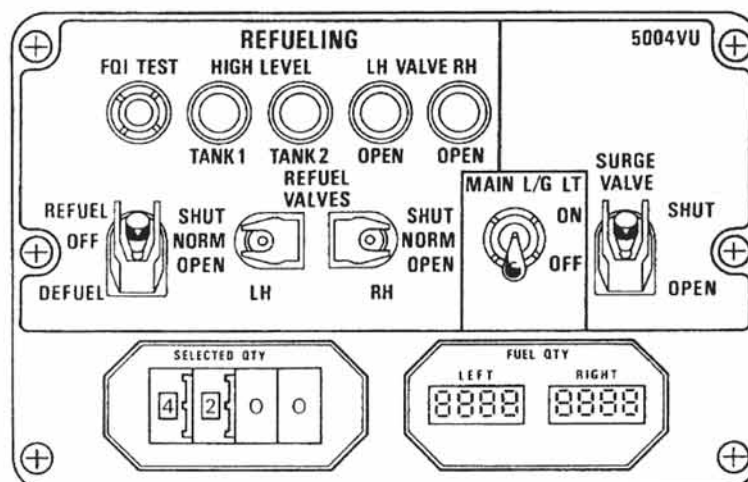
**FIGURE28-42-72-FUT-00100-001
COCKPIT FUEL QUANTITY INDICATING**

Job Instruction Card...

VAR 28-42-00 TST 10000 001



A



9SMJ 282573 FUT 00120-006 AAA/FAA

FIGURE28-25-73-FUT-00120-006
DEFUEL/REFUEL PANEL



Customer :
 Type : ATR72
 Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
 Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

**** ON A/C ALL**

TECHNICAL DATA

ZONING DATA

ZONE : 120
 210

PREPARATION

SPARES : 01 INDICATOR 284280-01-030

PUBLICATIONS

JIC : 28-42-00-TST-10000

TASK DESCRIPTION

001 PREPARATION

REF. FIG. :284272-FUT-00100

ON PANEL 121VU,

OPEN, SAFETY AND TAG THE FOLLOWING CIRCUIT

BREAKERS :

1QT FUEL/FQI/L TANK

2QT FUEL/FQI/R TANK

ITEM OF EQUIPMENT CONCERNED BY THE REMOVAL/

INSTALLATION PROCEDURE IS LOCATED ON LOWER

LEFT SECTION OF UPPER CENTER INSTRUMENT

PANEL 4VU.

002 STANDARD REMOVAL OF FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT

NOTE:THE SHAPE OF LOCKING COLLARS,THE QUANTITY
 OF BINDING SCREWS AS WELL AS THE SHAPE
 AND QUANTITY OF CONNECTORS MAY BE DIFFERENT
 ACCORDING THE EQUIPMENT.

NEVERTHELESS,THE REMOVAL AND INSTALLATION
 PROCEDURE IS IDENTICAL.

REF. FIG. :310000-RAI-00101

Print Date: Jul 11/06

Page 1 of 7



Customer :
Type : ATR72
Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

CAUTION: DO NOT LOOSEN LOCKING COLLAR ATTACHMENT SCREWS.

1. REMOVE CABIN PANEL VU (1).
2. SUFFICIENTLY LOOSEN BINDING SCREWS (6) OF EQUIPMENT LOCKING COLLAR (2) ON CABIN PANEL VU (1).(DO NOT COMPLETELY UNSCREW).
3. PULL EQUIPMENT (4) ALONG ITS LOCKING COLLAR (2).
4. DISCONNECT CONNECTORS(3) FROM RECEPTACLE (5)
5. REMOVE EQUIPMENT (4).
6. INSTALL PROTECTIVE CAP ON EACH CONNECTOR (3) AND ON EACH RECEPTACLE (5).

003 STANDARD INSTALLATION OF FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT

REF. FIG. :310000-RAI-00101

1. CLEAN AND INSPECT INSTRUMENT CABIN PANEL VU (1) AND EQUIPMENT (4) INTERFACE AREA.
2. REMOVE PROTECTIVE CAPS INSTALLED ON CONNECTORS (3) AND RECEPTACLES (5).
3. MAKE CERTAIN THAT PINS ARE IN CORRECT CONDITION AND CONNECT CONNECTORS (3) WITH RECEPTACLES (5).
4. INSTALL EQUIPMENT (4) BY SLIDING IT ALONG ITS LOCKING COLLAR (2).
5. POSITION EQUIPMENT AND TIGHTEN LOCKING COLLAR (2) BINDING SCREWS (6).
6. INSTALL CABIN VU PANEL (1).

004 CLOSE-UP

1. ON PANEL 121VU,
REMOVE SAFETY CLIPS AND TAGS AND CLOSE
CIRCUIT BREAKERS: 1QT,2QT

005 TEST OF FUEL QUANTITY INDICATOR

SEE JOB INSTRUCTION CARD

JIC : 284200-TST-10000



Customer :
Type : ATR72
Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

006 CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY ON BOARD

REF. FIG. :284281-CHK-00100

REF. FIG. :284281-CHK-00110

CHECK CHOERENCE OF FUEL QUANTITY INDICATED ON
THE FQI AND THE PHYSICAL QUANTITY IN THE
TANKS BY MEAN OF DRIPSTICKS.

SEE JOB INSTRUCTION CARD:

12-11-28 CHK 10000

CONVERT VOLUME OBTAINED THROUGH DRIPSTICK IN
WEIGHT BY MEAN OF CONVERSION TABLE OF FIGURES

TAKING INTO ACCOUNT FUEL DENSITY OF THE DAY.

(Ref Fig. 28-42-81 VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY)

(Ref Fig. 28-42-81 VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY)

☐ 28-42-81 VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY

☐ 28-42-81 VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

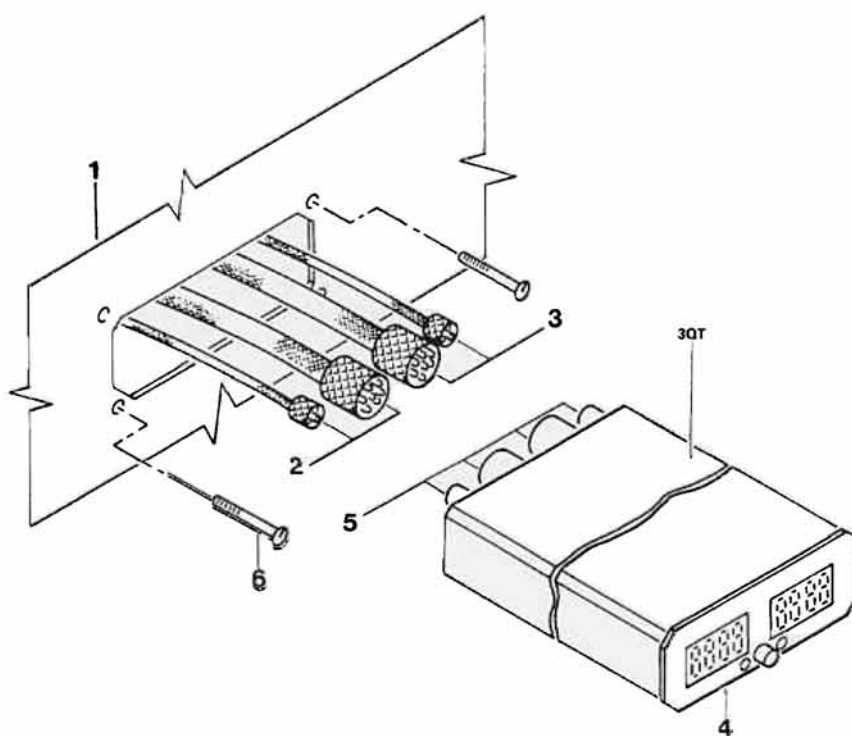
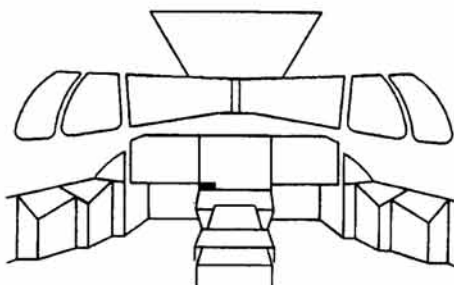


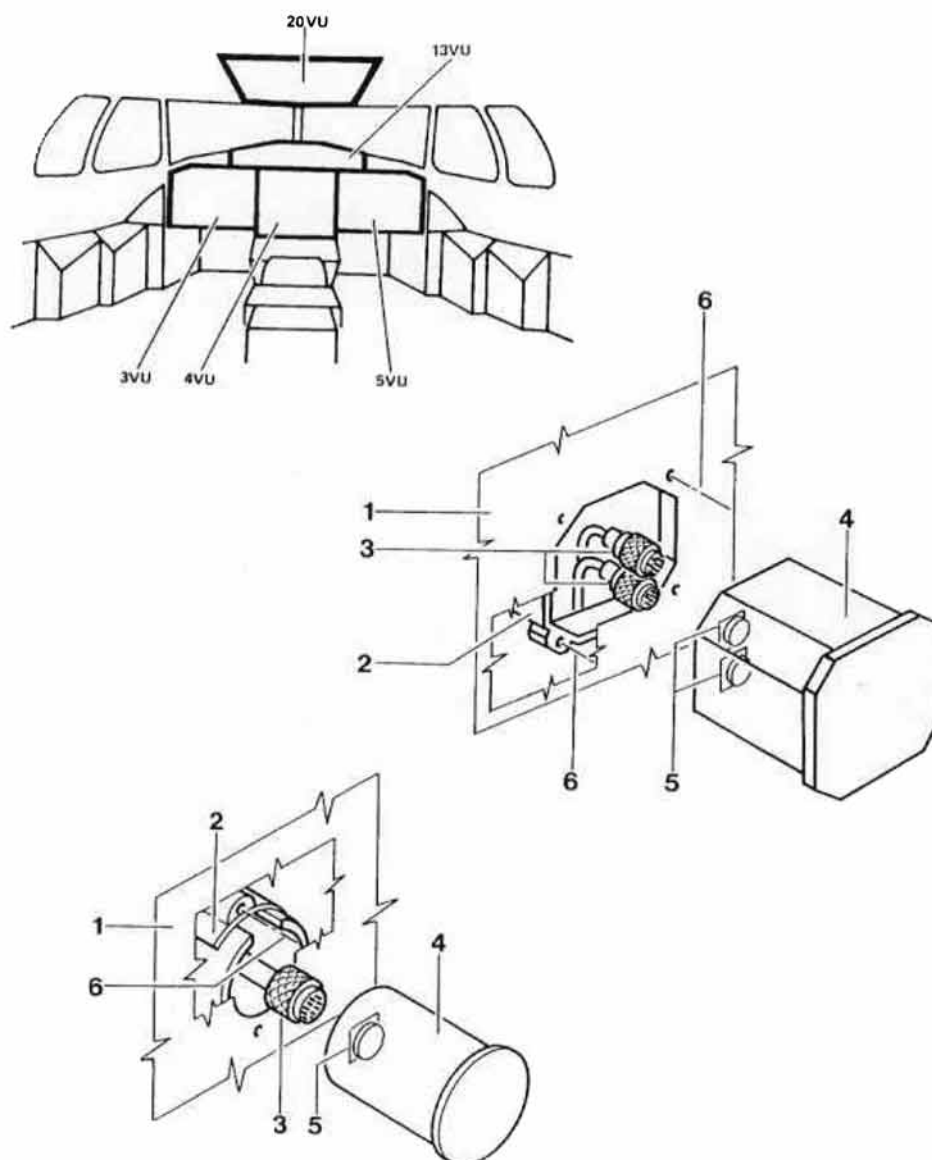
Figure 28-42-72-FUT-00100-001 - COCKPIT FUEL QUANTITY INDICATING



Customer :
 Type : ATR72
 Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
 Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY
 INDICATOR



9SMJ 310000 RAI 00101 -- 001 AAD/FAD

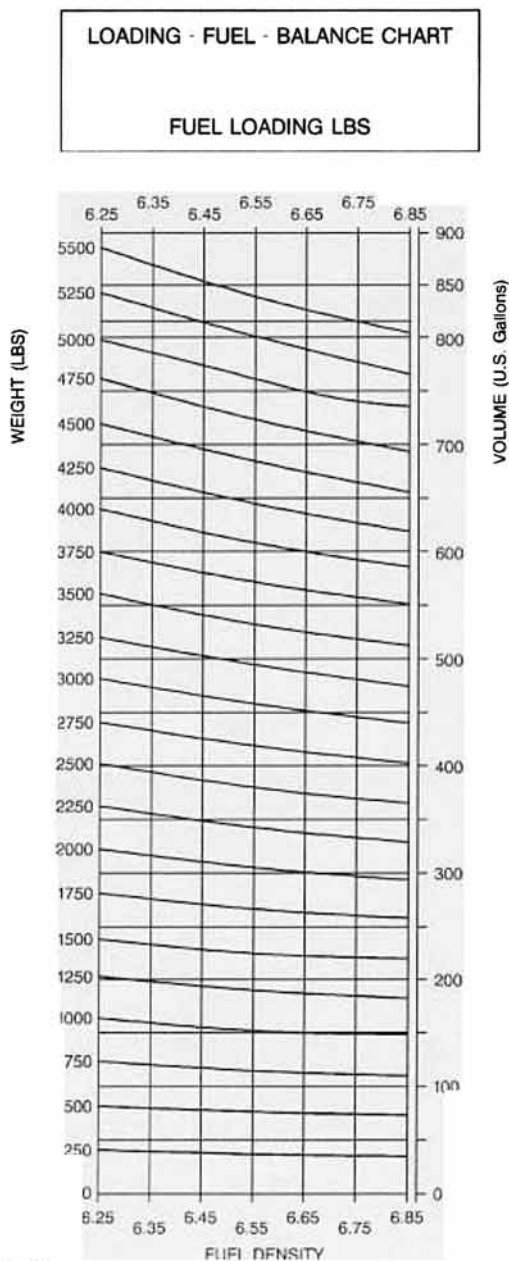
Figure 31-00-00-RAI-00101-001 - FLIGHT COMPARTMENT EQUIPMENT



Customer
Type : ATR72
Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR



SJ5 284281 CHK 00100 001 A AA

Figure 28-42-81-CHK-00100-001 - VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY



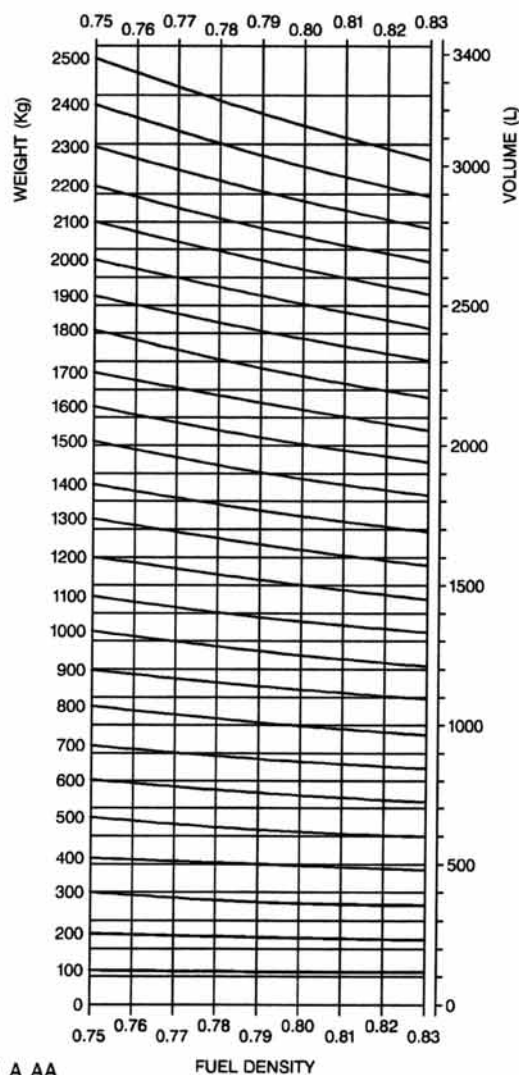
Customer:
 Type : ATR72
 Rev. Date : Apr 01/06

Manual: AMMJIC
 Selected effectivity: ALL

JIC 28-42-81 RAI 10000 : REMOVAL/INSTALLATION OF FUEL QUANTITY INDICATOR

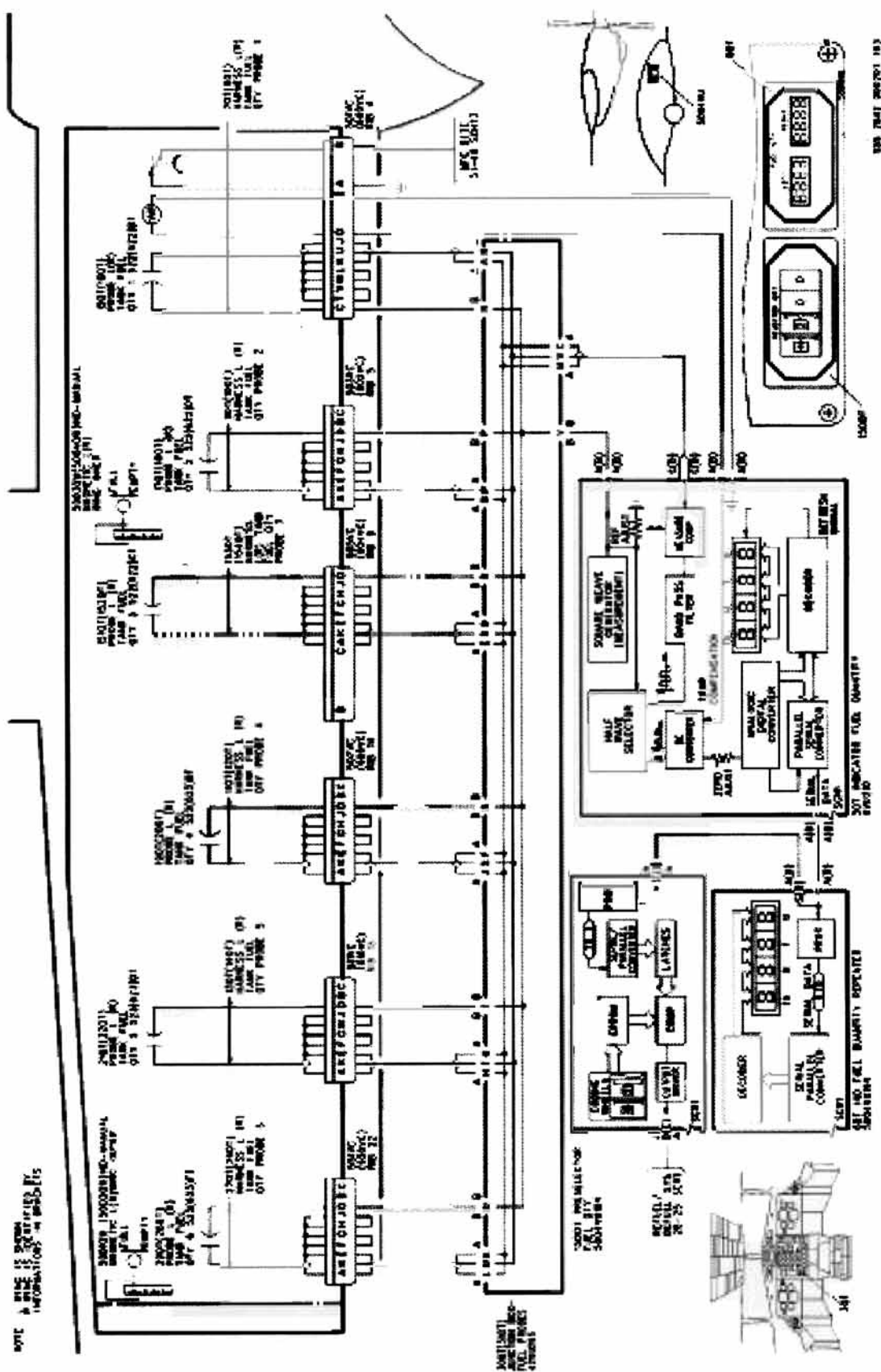
LOADING - FUEL - BALANCE CHART

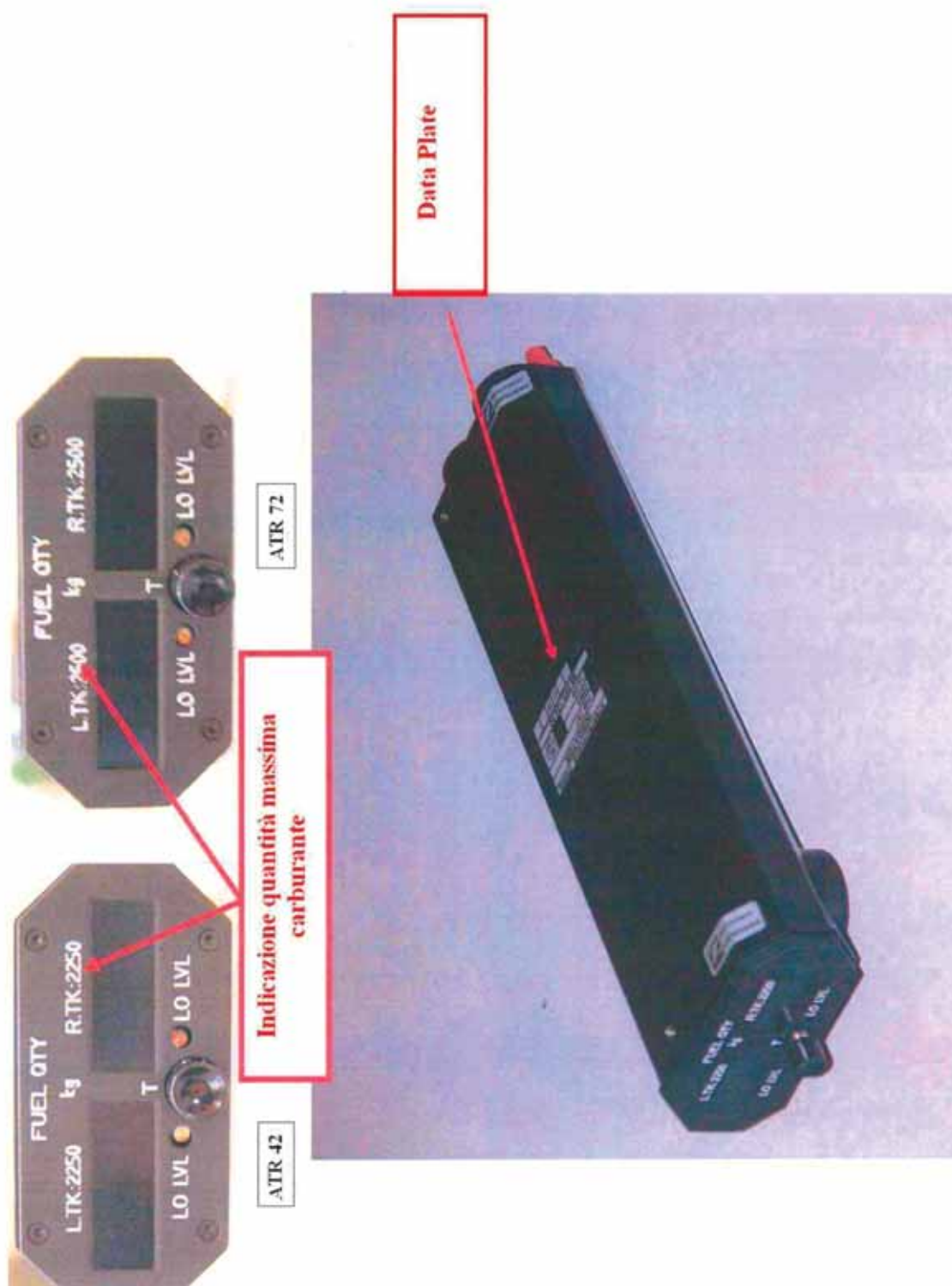
FUEL LOADING KG

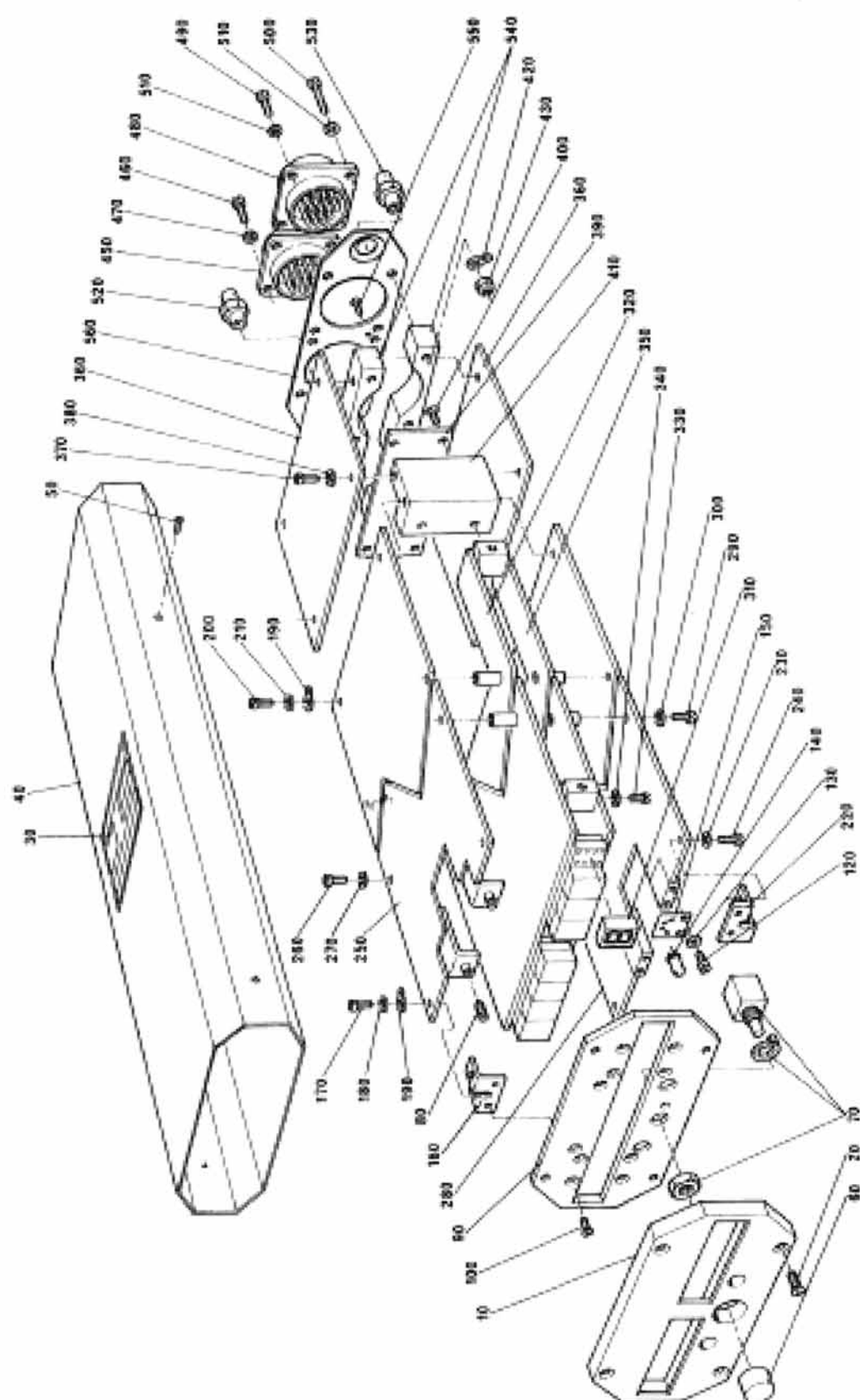


SJ5 284281 CHK 00110 001 A AA

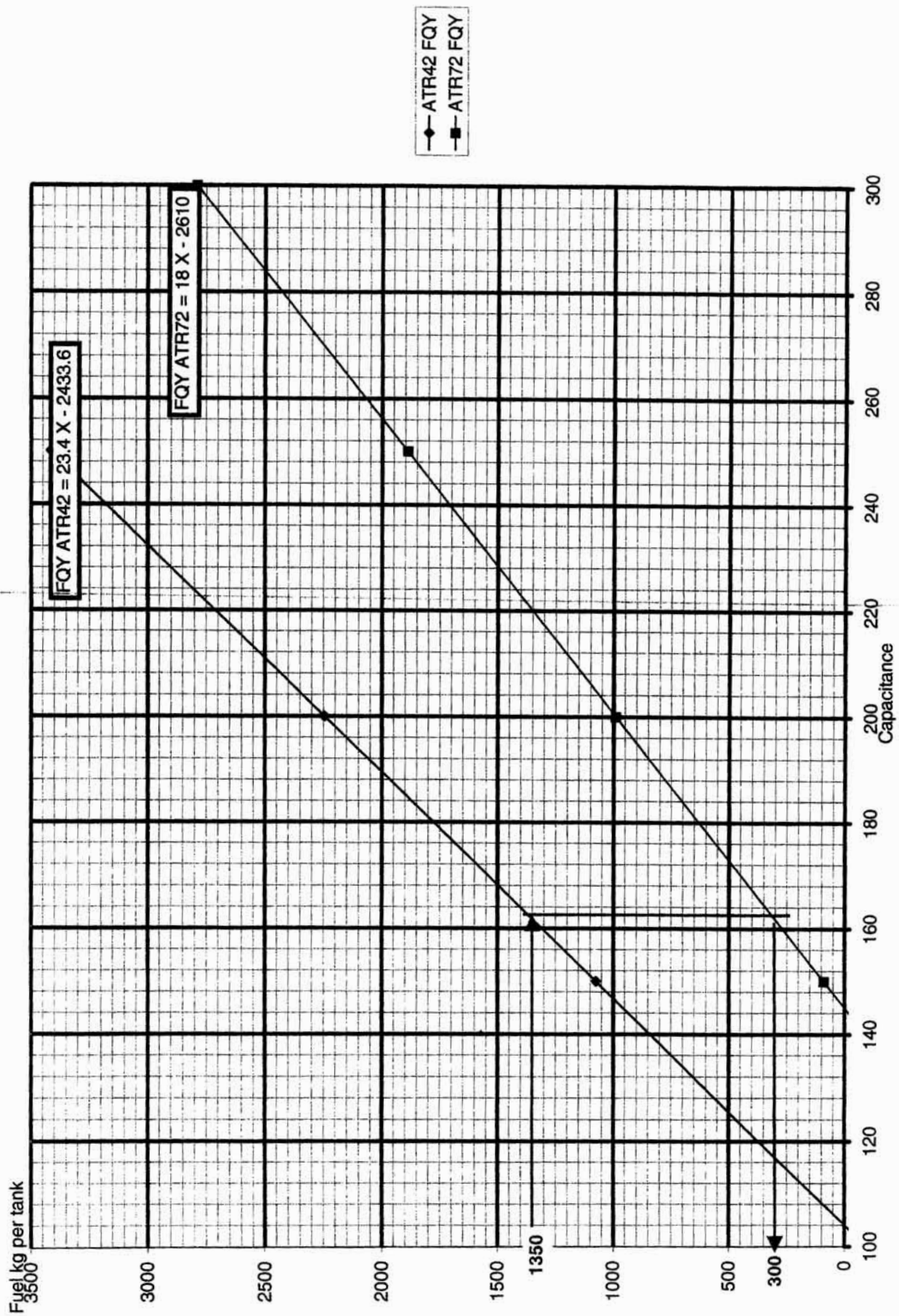
Figure 28-42-81-CHK-00110-001 - VOLUME/WEIGHT CROSSCHECK OF FUEL QUANTITY



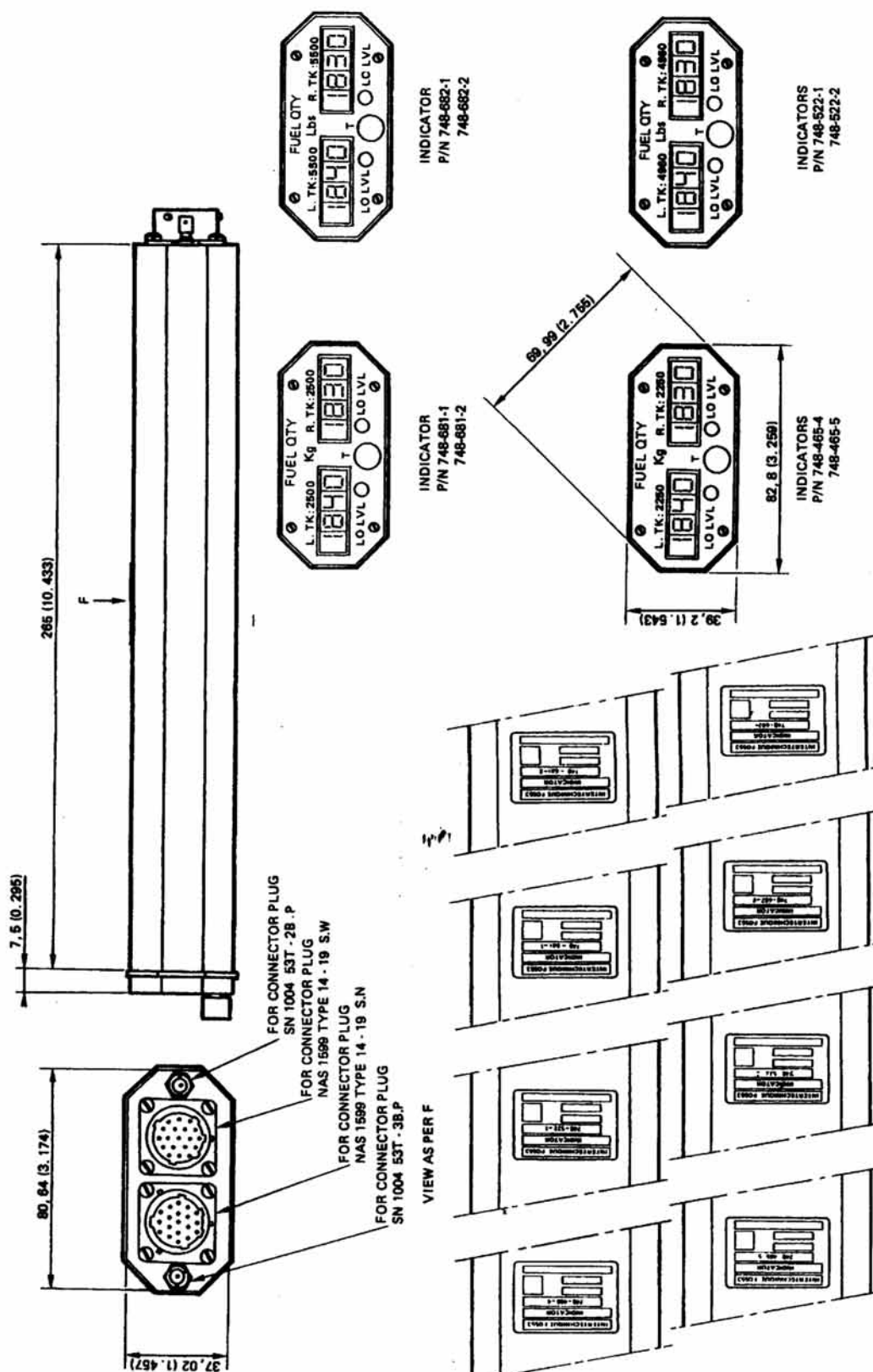




FQI – vista esplosa

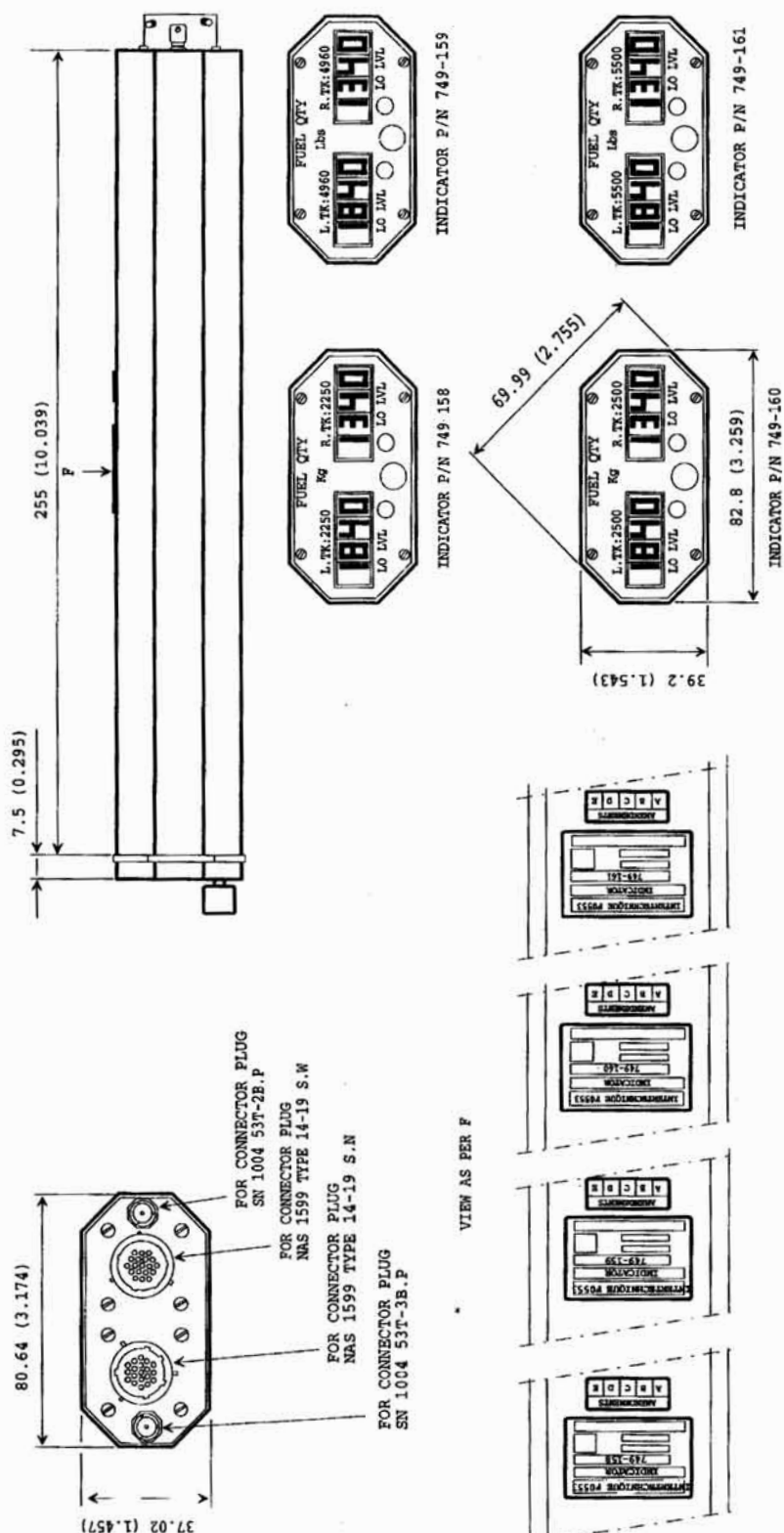


**INTERTECHNIQUE
COMPONENT MAINTENANCE MANUAL WITH I.P.L.
FUEL QUANTITY INDICATOR P/N 748-XXX**



Overall dimensions
Figure 1

28-42-81
Page 3/4
OCT. 15/90



OVERALL DIMENSIONS
FIGURE 1

28-42-82

Page 3/4
JUL 15/99

The data and information contained herein are proprietary to INTERTECHNIQUE. Copy and distribution to a third party are strictly forbidden.

ALLEGATO D

Raccomandazioni di sicurezza già emesse da ANSV e BFU

Prot. 1917/INV/443/5/05

Roma, 6 settembre 2005

RACCOMANDAZIONE DI SICUREZZA

(testo in italiano)

Oggetto: ATR-72, marche di immatricolazione TS-LBB. Incidente occorso il 6 agosto 2005 al largo dell'aeroporto di Palermo.

A: **EASA – European Aviation Safety Agency**
Direttore Esecutivo – Sig. Patrick Goudou
Postfach 10 12 53
D-50452 Koeln, Germany

p.c. **ENAC – Ente Nazionale per l'Aviazione Civile**
Presidente - Prof. Vito Riggio
Viale del Castro Pretorio, 118 – 00185 Roma

Il 6 agosto 2005 un velivolo ATR-72-202, marche di immatricolazione TS-LBB, operato dalla Tuninter (volo TUI 1153 da Bari a Djerba – Tunisia), ha effettuato un ammaraggio forzato al largo di Palermo a seguito dell'arresto di entrambi i motori.

L'aeromobile era decollato da Bari alle 12.32 UTC con 39 persone a bordo (4 membri di equipaggio e 35 passeggeri). Durante la fase di crociera, circa 45 minuti dopo il decollo, al livello di volo 230 (FL 230, 23.000 piedi), si verificava l'arresto del motore destro (n. 2) e l'equipaggio decideva di dirigersi sull'aeroporto di Palermo Punta Raisi per un atterraggio precauzionale. Dopo circa 3-4 minuti, nella fase di discesa a circa 17.000 piedi di quota, si verificava anche l'arresto del motore sinistro (n. 1). L'equipaggio ha riportato di avere tentato la riaccensione dei motori con esito negativo. Dopo una planata di circa 16 minuti, l'aeromobile è ammarato a circa 23 miglia nautiche Nord-Est dall'aeroporto di Palermo. All'impatto con la superficie del mare, l'aeromobile si è spezzato in tre parti; 15 passeggeri ed un membro dell'equipaggio (assistente di volo) sono deceduti. Gli altri occupanti hanno riportato gravi e lievi lesioni.

Dall'esame della documentazione disponibile e dalle ispezioni condotte sul relitto, si è rilevato che il pannello che indica la quantità di carburante contenuta nei serbatoi alari (Fuel Quantity Indicator

– FQI), installato nella cabina di pilotaggio dell'ATR-72 TS-LBB, era del tipo destinato agli aeromobili ATR-42, prodotto dalla Intertechnique, e avente P/N 749-158.

Il FQI fornisce all'equipaggio il peso della quantità di carburante contenuta nei serbatoi.

Il FQI elabora il segnale proveniente dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari in funzione di un algoritmo caratteristico per ciascun tipo di velivolo, dipendente dalla forma dei serbatoi, dalla loro dimensione e dal numero delle sonde. I serbatoi alari dei velivoli ATR-42 e ATR-72 sono diversi in termini di capacità massima, di forma, numero e posizione delle sonde capacitive; conseguentemente, i FQI tipo ATR-42 e tipo ATR-72 utilizzano algoritmi diversi e non sono intercambiabili (vedasi grafico allegato).

Ciò nonostante, i FQI tipo ATR-42 e ATR-72 sono identici sia dal punto di vista dimensionale che di installazione; pertanto, un FQI tipo ATR-42 può essere erroneamente installato su un velivolo ATR-72 e viceversa. L'unica differenza visibile tra i due FQI è rappresentata da una scritta di colore bianco di piccole dimensioni indicante la quantità di carburante massima per serbatoio alare, riportata sul frontalino dello strumento, pari a "2500" per il FQI tipo ATR-72 e "2250" per il tipo ATR-42.



Fuel Quantity Indicator ATR-42



Fuel Quantity Indicator ATR-72

Al fine di verificare gli effetti di un'erronea installazione in termini di quantità carburante indicata in cabina di pilotaggio, sono state condotte numerose prove di rifornimento.

In particolare, per alcuni valori di carburante imbarcato nei serbatoi di un ATR-72, è stata rilevata l'indicazione in cabina utilizzando sia il FQI tipo ATR-72 che un FQI tipo ATR-42.

I risultati delle prove hanno evidenziato che un FQI ATR-42 installato su un velivolo ATR-72 induce un errore non conservativo (viene cioè indicato un valore di carburante a bordo superiore a quello effettivamente presente) linearmente crescente con la quantità imbarcata e comunque non inferiore a 900 kg per serbatoio. In altre parole, per carburante a bordo pari a zero, lo strumento ATR-42 indica la presenza di 900 kg per ciascun serbatoio (cioè la quantità totale di carburante a bordo indicato dal FQI è pari o superiore a 1800 kg – vedasi grafico in allegato).

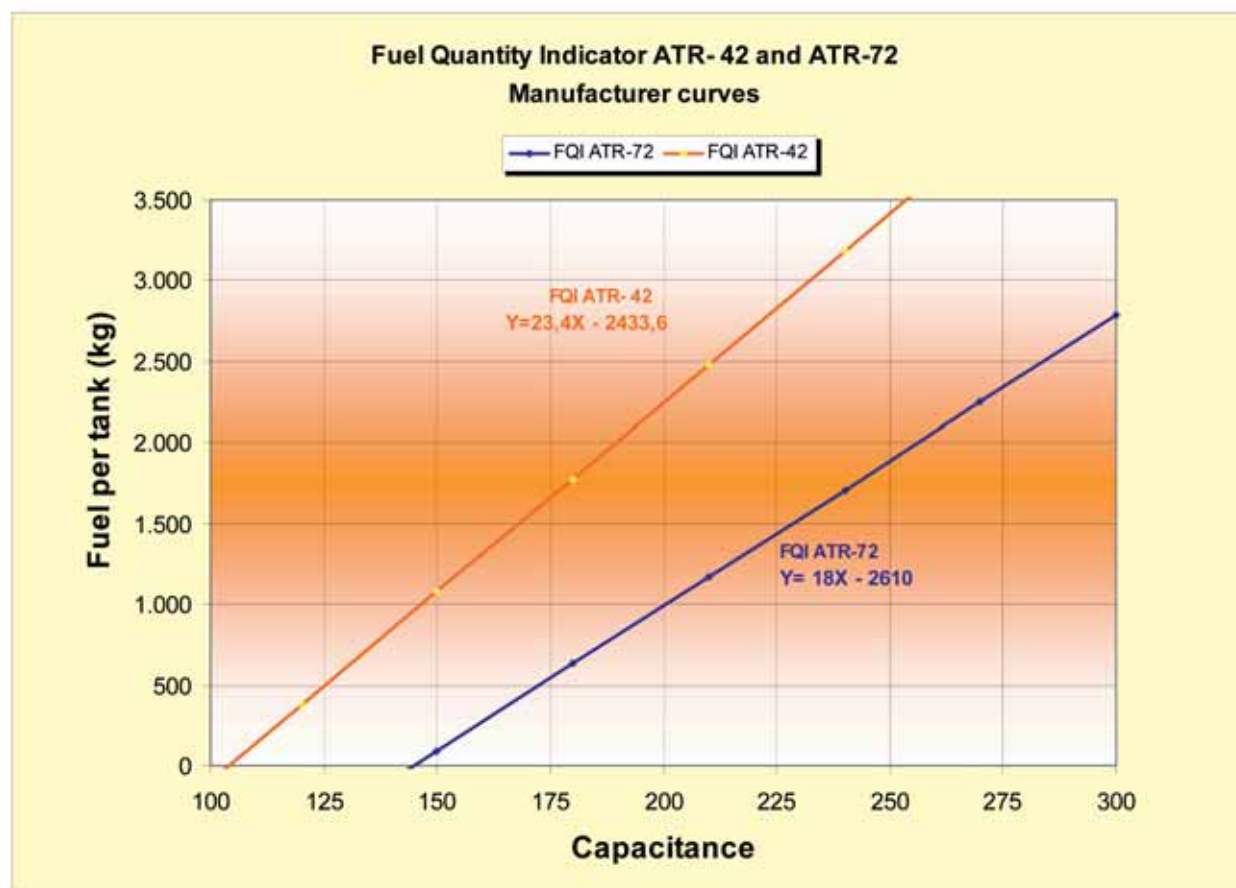
Sulla base delle considerazioni sopra esposte, l'ANSV, nel proseguire l'azione investigativa sull'evento, per il momento raccomanda alla Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea (EASA) quanto segue.

- 1. Verificare che sulla flotta ATR-72 e ATR-42 siano installati Fuel Quantity Indicator del tipo previsto per il tipo di aeromobile.**
(ANSV-6/443-05/1/A/05).
- 2. Considerare la possibilità di effettuare una modifica installativa in grado di prevenire il montaggio di FQI non appropriati.**
(ANSV-7/443-05/2/A/05).

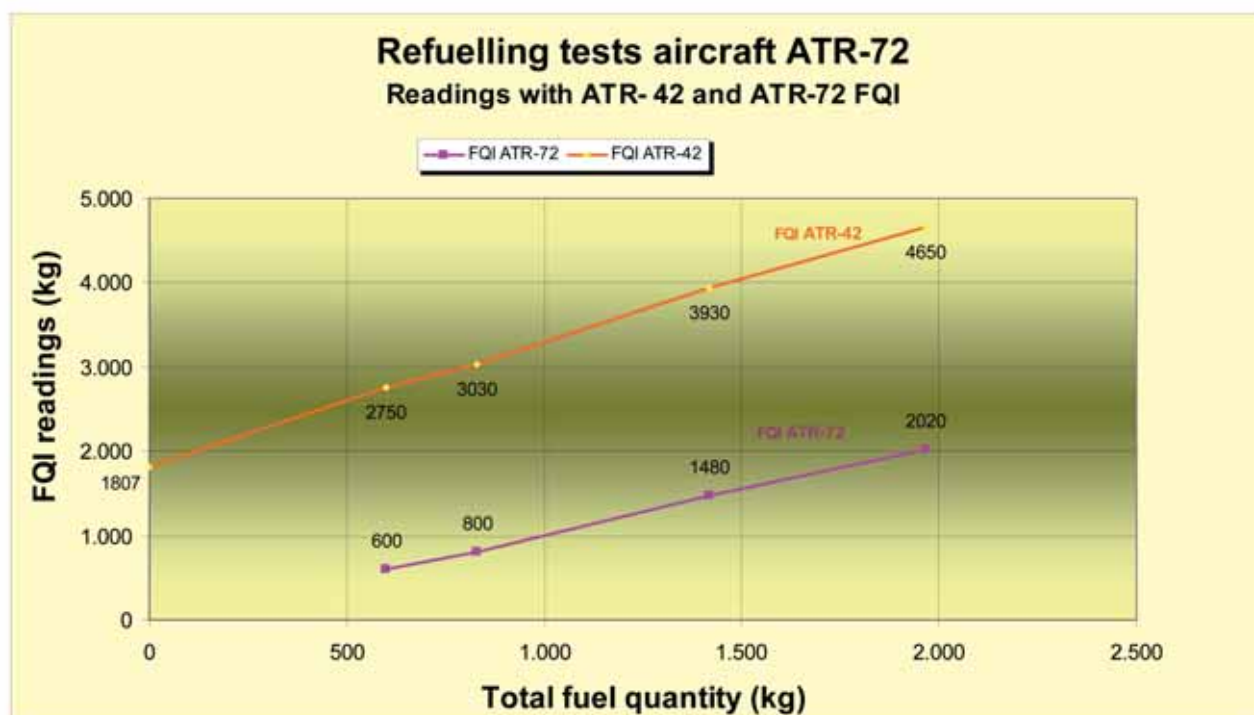
Originale firmato

Prof. Bruno Franchi
Presidente ANSV

ANNESSO



ANNESSO



Prot. 2818/INV/443/5/05

Roma, 5 dicembre 2005

RACCOMANDAZIONE DI SICUREZZA

(testo in italiano)

Oggetto: ATR-72, marche di immatricolazione TS-LBB. Incidente occorso il 6 agosto 2005 al largo dell'aeroporto di Palermo.

A: EASA – European Aviation Safety Agency
Direttore Esecutivo – Sig. Patrick Goudou
Postfach 10 12 53
D-50452 Koeln, Germany

p.c. ENAC – Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
Presidente - Prof. Vito Riggio
Viale del Castro Pretorio, 118 – 00185 Roma

Sulla base delle evidenze raccolte nella fase iniziale dell'inchiesta tecnica relativa all'incidente in oggetto, l'ANSV, il 6 settembre 2005, ha emanato le due raccomandazioni di sicurezza ANSV-6/443-05/1/A/05 e ANSV-7/443-05/2/A/05.

Nel frattempo, l'Agenzia ha continuato a svolgere la propria inchiesta tecnica sull'evento al fine di determinare le cause dello stesso ed i fattori che hanno contribuito all'accadimento del medesimo.

L'analisi di ulteriori elementi acquisiti ha permesso di delineare un quadro più completo della dinamica dell'evento.

Sulla base delle evidenze raccolte, quali i dati relativi ai rifornimenti effettuati, le registrazioni sulla documentazione di bordo del velivolo, il carburante consumato nel precedente volo TUI 152F da Tunisi a Bari e durante il volo TUI 1153 dal decollo da Bari fino all'ammarraggio, è stato possibile in particolare ricostruire la quantità di carburante effettivamente presente nei serbatoi nonché le indicazioni fornite all'equipaggio.

Tale ricostruzione è riportata nel grafico allegato.

Nota: per coerenza con i dati dei grafici, si è riportata un'unica linea di attivazione dell'avviso di basso livello carburante posta a 320 kg. In effetti, come evidenziato nel testo, ciascun serbatoio ha un proprio sistema di avviso di basso livello, che si attiva quando la quantità rilevata è inferiore a 160 kg.

Come evidenziato nel citato grafico, la quantità di carburante effettivamente presente a bordo dopo lo spegnimento non comandato dei motori era pari a 0 kg, sebbene la quantità indicata dal Fuel Quantity Indicator (FQI) fosse pari a 1800 kg (900 per il serbatoio alare sinistro + 900 per quello destro). Prove sperimentali hanno infatti confermato che in assenza di carburante nei serbatoi di un ATR 72, la quantità indicata dal FQI applicabile al velivolo ATR 42 è pari a 1800 kg.

Dal grafico si evince, inoltre, che la quantità stimata presente all'arrivo a Bari era pari a circa 305 kg, mentre quella indicata dal FQI era di circa 2300 kg, valore, quest'ultimo, confermato dall'equipaggio nel corso delle interviste effettuate nell'ambito dell'inchiesta tecnica dell'Agenzia. L'equipaggio ha inoltre riportato di non aver avuto alcun avviso di basso livello carburante.

Sul pannello frontale dello strumento FQI sono presenti due spie luminose indipendenti (con a fianco la dicitura "LO LVL") che forniscono all'equipaggio l'avviso di basso livello carburante nei serbatoi destro e sinistro; all'accensione della spia, di colore ambra, è associato un avviso sonoro (chime) e l'attivazione della Master Caution.

In accordo alla logica del sistema, l'accensione della spia LO LVL avviene quando la quantità di carburante è inferiore a 160 kg. Tale informazione è fornita dallo strumento FQI stesso, che, sulla base dei segnali provenienti dai sensori capacitivi installati nei serbatoi alari, calcola la quantità di carburante presente in funzione di un algoritmo caratteristico, dipendente dalla forma dei serbatoi, dalla loro dimensione e dal numero delle sonde.

In altri termini, l'impianto carburante del velivolo ATR 72 marche TS-LBB era dotato di un sistema di avviso di basso livello carburante direttamente dipendente dal sistema di indicazione, in quanto l'attivazione degli avvisi di basso livello carburante è comandata dallo strumento FQI. Una simile condizione vale anche per i velivoli nella versione ATR 42-200 e -300.

Conseguenza di tutto ciò è che nel caso in esame, nonostante la quantità di carburante effettivamente presente in ciascun serbatoio sia nel volo da Tunisi a Bari che nel volo conclusosi con l'ammarraggio sia scesa al di sotto dei 160 kg per serbatoio (vedasi grafico allegato), gli avvisi di basso livello carburante non si sono attivati.

Lo strumento FQI tipo ATR 42 montato sul velivolo ATR 72 marche TS-LBB, indicando un valore di carburante presente a bordo superiore di almeno 900 kg per serbatoio rispetto a quello effettivamente presente, non ha, come previsto dalla logica del sistema, comandato l'accensione della spia ambra ed il relativo avviso sonoro in cabina.

La normativa di certificazione attualmente in vigore Certification Specification 25 "Large Aeroplanes" (sostituisce la precedente JAR-25), applicabile alla classe dei velivoli ATR 42 e ATR 72, come pure la Certification Specification 23 (applicabile ad una classe di aeromobili diversa - *normal, utility, aerobatic & commuter aeroplanes*) non prevedono in modo specifico, per l'impianto carburante, l'installazione di un sistema di avviso di basso livello indipendente dal sistema di indicazione della quantità carburante.

Si evidenzia che vi sono aeromobili certificati secondo la base di certificazione CS-25 nei quali il sistema di rilevamento di basso livello è indipendente dal sistema di indicazione della quantità.

Nel 2002 la casa costruttrice ATR ha emesso il Service Bulletin ATR72-28-1013 (Fuel – Quantity Indication – Add low level detection system), applicabile agli ATR 72-202, qualora impiegati in operazioni di volo ETOPS.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, l'ANSV raccomanda all'Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea (EASA) quanto segue.

Considerare la possibilità di modificare l'attuale normativa di certificazione dell'impianto carburante per i velivoli adibiti al trasporto pubblico, allo scopo di prevedere obbligatoriamente che il sistema di avviso di basso livello sia indipendente da quello di indicazione della quantità carburante.

(ANSV-13/443-05/3/A/05).

Originale firmato
Prof. Bruno Franchi
Presidente ANSV



Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung
German Federal Bureau of
Aircraft Accidents Investigation

Safety Recommendation

14/2006
25 October 2006

To EASA

Installation of a wrong Fuel Quantity Indicator in an ATR 72

Factual information

Incident: 5X011-0/06

On 18 March 2006 at about 08:50 hrs local time during flight preparations for the flight from Duesseldorf to Dresden, the ATR 72 crew noticed a difference of about 1,800 kg fuel between the remaining fuel quantity after the last flight and the currently indicated one. Because there was no explanation and no fuelling order the crew objected the flight and insisted that the matter was looked into.

Maintenance checked the aircraft and determined that a Fuel Quantity Indicator (FQI) of an ATR 42 had been installed during the previously performed maintenance work. This FQI indicated a fuel quantity which was about 1,800 kg higher as the actual one.

The investigation of the company involved, Contactair, determined that the mechanic in Duesseldorf had noticed the different FQI part numbers (P/N). P/N of the removed FQI: 749-759. P/N of the FQI to be installed: 749-757. He asked the Home Base in Saarbruecken and received the answer that the two P/Ns are interchangeable.

In retrospect it was determined that the two people had spoken about two different replacement parts. Whereas the mechanic talked about the FQI the colleague at the Home Base spoke of the Fuel Probes in the fuel tanks. These are indeed interchangeable whereas the FQIs are not.

One can easily replace or interchange the FQI of the two aircraft types (ATR 72 and 42) because they are identical in construction. The only difference lies in the imprinted fuel quantities of the left and right fuel tanks: ATR 42 – 2250 kg, ATR 72 – 2500 kg. This imprint does not really catch the eye and is easily overlooked.

Contactair contacted ATR's Airworthiness- and Safety-Department as well as EASA with the request to change the construction so that in the future these FQIs cannot be installed in the wrong aircraft type.

The company, thereby, referred to a safety recommendation issued by the Italian Air Accident Investigation Authority – ANSV. This safety recommendation was addressed to ATR and EASA in connection with an accident in 2005 with Tuninter where a wrong FQI was a relevant cause for the accident.

ATR and EASA objected to the construction change.

ATR advised Contactair in writing with so called „Points of detection“ how this mistake could have been prevented and stated that the existing provisions were sufficient.

Analysis

The reoccurrence of an interchange of the two FQI's (installation of FQI 42 instead of FQI 72) makes very clear that the safety recommendation issued by ANSV after the Tuninter accident to change the construction of the FQIs is still valid.

Recommendation

Recommendation no.: 14/2006

EASA should arrange that the construction of one of the Fuel Quantity Indicators (FQI) of the ATR 72 or ATR 42 be changed to such an extent that they cannot be interchanged anymore.

Kramer

Director of the BFU



European Aviation Safety Agency

Safety Recommendation Reply

Recommendation 2006-014 issued on 11.12.2006

Subject:	Incident to ATR72, on 18.03.2006 at Dusseldorf airport
Safety recommendation:	EASA should arrange that the construction of one of the Fuel Quantity Indicators (FQI) of the ATR 72 or ATR 42 be changed to such an extent that they cannot be interchanged any more.
Response category:	Partial Agreement
Response:	EASA has brought this event to the TC holder's knowledge. This event emphasizes the ANSV recommendation related to the ATR72 accident registered TS-LBB on August 2005 near the Italian coast. In such occasion, it was validated that the current aircraft Type Design meets the certification requirements, the involved fuel quantity indicators have different part numbers and the maintenance instructions/documentation from the TC Holder takes this into account (In both events, it appears that the maintenance procedure was not strictly followed). Consequently, some additional actions were put into practice: • ATR distributed among the operators several "All Operators Messages" regarding this event; • EASA as well as other Civil Aviation Authorities issued specific Airworthiness Directives to perform a one shot inspection on the fuel quantity indicators for all ATR42 and 72. However, in the light of this new occurrence, a new risk assessment will be performed through specific meetings between EASA Certification Team and ATR.
Status:	Open

ALLEGATO E

Impianto carburante ATR 72, estratti FCOM

	FUEL SYSTEM	1.11.00		
		P 1	001	
	CONTENTS			DEC 96

AA

1.11.00 CONTENTS

1.11.10 GENERAL

- 10.1 DESCRIPTION
- 10.2 CONTROLS
- 10.3 ELECTRICAL SUPPLY/SYSTEM MONITORING
- 10.4 LATERAL MAINTENANCE PANEL
- 10.5 SCHEMATIC

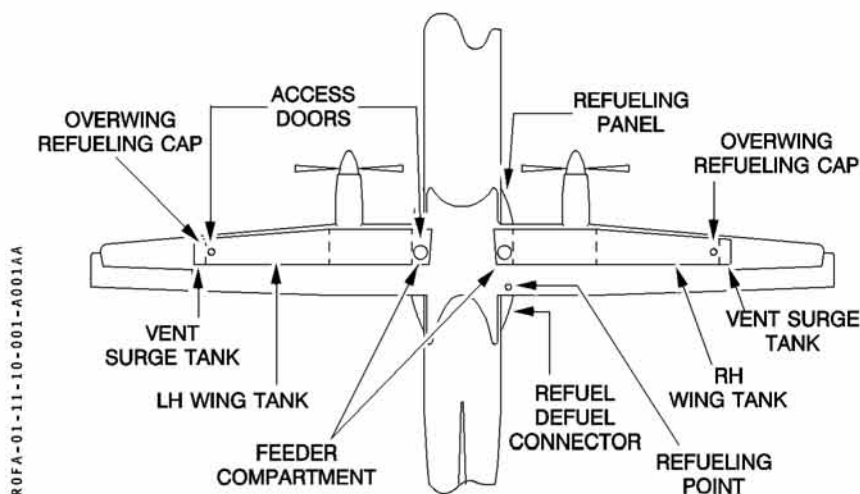
	FUEL SYSTEM		1.11.10	
	P 1	001		
			DEC 96	

AA

10.1 DESCRIPTION

The fuel system includes :

- two tanks with one electrical pump and one jet pump in each tank
- the vent system
- the fuel quantity indicating system
- the refuel/defuel system with associated controls and ind.



TANKS

The fuel is stored in two tanks, one in each wing, formed as an integral part of the wing structure. The maximum fuel capacity is :

	per tank	total
Volume	3185 l (840 US gal)	6370 l (1680 US gal)
Weight (density 0,785)	2500 kg (5512 lbs)	5000 kg (11025 lbs)

An additional volume in each tank allows a 2 % thermal expansion of fuel without spillage.

Each tank is equipped with two access doors located on the upper wing skin at each tank extremity to provide access to the interior and to essential equipment.

Water drainage is provided at the low points of each tank and can be performed up to 3° ground slope.

A temperature measuring device is installed in the left feeder compartment. Temperature is displayed on the pilot panel.

	FUEL SYSTEM		1.11.10		
			P 2	001	
	GENERAL				DEC 96

AA

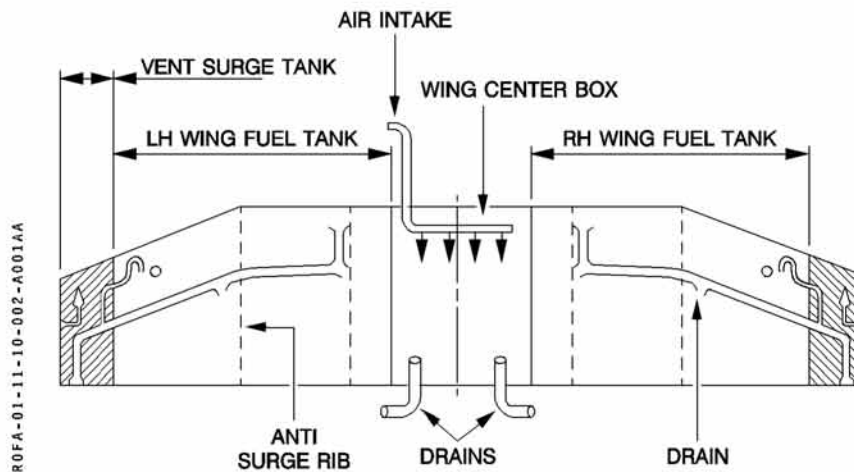
VENT SYSTEM

TANKS

The vent system ensures positive pressure in the whole flight envelope. Each fuel tank is air vented via an individual vent duct and a vent float valve to a 100 l surge tank located in the outer section of the wing. The surge tank is connected to the atmosphere via a flush NACA inlet and is designed to avoid icing obstructions. Fuel collected in the surge tank is directed back to the wing tank via the vent duct. The vent system also provides protection for the tanks in the event of accidental spillage during refueling.

WING CENTER BOX

The wing center box over the fuselage does not store any fuel and is crossed by two fuel pipes for cross engine feed and tanks refueling. To prevent fuel vapor concentration, the box is vented and drained.



	FUEL SYSTEM		1.11.10	
			P 3	001
	GENERAL			DEC 96

AA

ENGINE FEED (See schematic p 13/14)

In normal conditions, each engine is supplied from its associated wing tank. Fuel flow/fuel used ind. allow the crew to monitor fuel consumption for each engine.

Each tank is fitted with a 200 l feeder compartment always full of fuel protecting the engine feed system against negative or lateral load factors. In the feeder compartment, an electrical pump and a jet pump are installed. The jet pump is activated by HP fuel from the engine HMU and is controlled by a motive flow valve.

Note : Each electrical pump is able to supply one engine in the whole flight envelope.

In normal operation, the electrical pump is only used to start the engine. After start, jet pump takes over automatically.

If jet pump pressure drops below 350 mbar (5 PSI), the electrical pump is automatically activated to supply the engine.

A crossfeed valve, controlled by an electrically operated actuator, allows both engines to be fed from one side or one engine to be fed by either tank, allowing control of an unbalance situation.

When the crossfeed valve is open, a blue "FUEL X FEED" light comes on memo panel.

In this case, the two electrical pumps are automatically actuated. It's possible to use only one fuel tank by switching off the opposite pump pb.

At the fuel outlet of each tank a fuel LP valve, controlled by the associated fire handle, is installed.

When low level is reached in one tank, its electrical pump is automatically actuated (≤ 160 kg remaining fuel in the tank).

	FUEL SYSTEM		1.11.10	
			P 4	001
	GENERAL			DEC 96

AA

QUANTITY INDICATING

The fuel tank capacity measurement system is such that the figures appear in terms of weight. The system is based on the fundamental relationship between the dielectric constant of the fuel and its density, to obtain a signal proportional to the mass of fuel in the tanks from a number of capacitance probes installed in the tanks.

Six probes are positionned in each tank and are electrically connected to the cockpit fuel quantity ind. Both fuel quantity indicating channels (one per tank) are independent. The fuel quantity ind. contains two digital displays showing the fuel mass in each of the two tanks. The accuracy on the total fuel indication, on ground, with attitude within -3° and $+1^\circ$ of Pitch and $\pm 2^\circ$ of Roll is :

$\pm 1\%$ of full scale near zero level

$\pm 3\%$ of full scale at full level

For all other ground and flight conditions, outside this envelope (pitch and roll) accuracy of fuel indications will be degraded.

To enable the tanks content to be determined on the ground in case of quantity indicating system failure, two magnetic level indicators are mounted in each tank through the lower wing skin. Tables allow these readings to be converted into units of fuel mass with corrections made for aircraft attitude and fuel density (Refer to chapter 2.06).

Actual magnetic indicators marking is in cm of fuel in the tank.

REFUEL/DEFUEL SYSTEM

All refueling operations are controlled from the refueling panel installed in the RH main landing gear fairing.

Complete refueling can be achieved in about 16 mn through the single refueling connector which is located in the rear part of the RH main landing gear fairing. Both wing tanks can be refueled with a refueling flow of about $24 \text{ m}^3/\text{h}$ (106 US gal/mn) with a maximum refueling pressure of 3.5 bars (50 PSI).

From the valve outlet, the fuel is distributed by pipes to diffusers which allow the fuel to enter the tank without surging.

High level detection comprises two different controls :

In normal operation, the high level detection is achieved by the FQI System. When the high level tank quantity is reached (2500 kg/5510 lb), the associated tank refuel valve is shut.

In case of FQI detection failure, the high level detection is achieved by a level sensor installed at the bottom of each surge tank.

When this level sensor is activated (3185 l/840 us gal), the associated high level light is illuminated on the refuel panel and the corresponding refuel valve is shut.

The wing tanks can also be refueled by gravity via one top of wing filler CAP per tank. The system may be used to defuel the aircraft by applying a 0.77 bar (11 PSI) suction to the connector and opening the tank refuel valves.

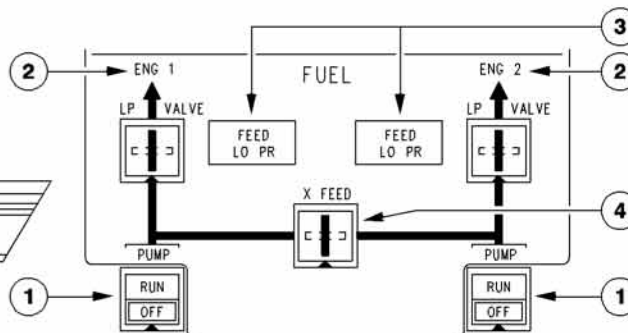
	FUEL SYSTEM		1.11.10		
			P 5	001	
	GENERAL				DEC 96

AB

10.2 CONTROLS

FUEL PANEL

PROFA-01-11-10-005-A001AA



① PUMP pb

Controls electrical pump and jet pump motive flow valve in each tank.

PB pressed in :

- * when jet pump delivery low pressure is detected (engine not running or jet pump pressure drop) :
 - electrical pump is automatically activated,
 - jet pump motive flow valve is controlled open but will remain closed until a sufficient pressure is available.
- * as soon as HP fuel pressure is available and normal jet pump functioning is sensed by the 600 mbar (8.5 PSI) pressure switch, electrical pump is automatically switched off.

RUN illuminates green when electrical pump is activated.

OFF (pb released) electrical pump is deactivated, jet pump motive flow valve is controlled closed, OFF It illuminates white.

② LP VALVE position ind.

The position of the fuel LP valve is displayed. Each valve is controlled by its associated fire handle.

IN LINE Flow bar illuminates green. The valve is open.

CROSS LINE The valve is closed, flow bar illuminates green and crosses the system flow line.

Note : During transient phases (opening or closing), flow bars are extinguished.

③ FEED LO PR light

The light illuminates amber and the CCAS is activated when the fuel delivery pressure drops below 350 mbar (5 PSI). This indicates pump failure or fuel starvation.

④ X FEED pb

Controls the operation of the fuel crossfeed valve.

IN LINE (pb pressed in) The flow bar illuminates green in line. The valve is open.

Both electrical pumps are automatically actuated.

CROSS LINE (pb released) The flow bar illuminates green and crosses the system flow line. The valve is closed.

Note : During transient phases (opening or closing), flow bar is extinguished. Permanent extinguishing of both bars indicates a valve fault.

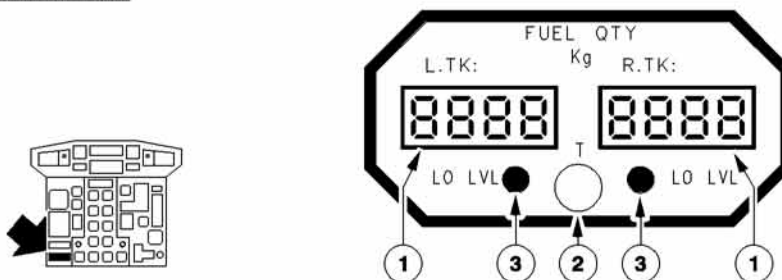
Eng. : PW124

	FUEL SYSTEM		1.11.10		
			P 6	001	
	GENERAL				JUL 98

AA

FUEL QTY PANEL

R0FA-01-11-10-006-A001AA



① FUEL QTY indications

Fuel quantity in each tank is displayed in kg.

② Test pb

Pressing the test button will check both measurement channels and, if the functioning is normal, display all 8's.

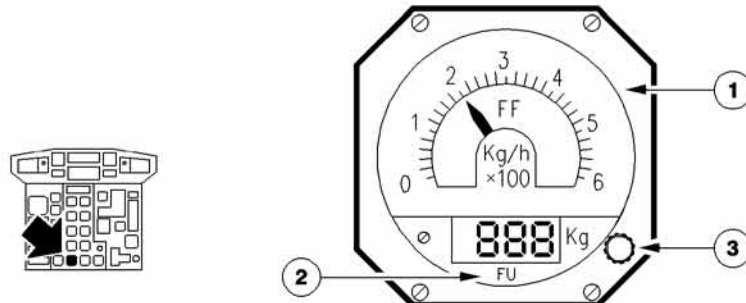
At the same time, CCAS is activated, MC flashes amber, SC is heard.

③ LO LVL amber lights

Each light illuminates amber and the CCAS is activated when quantity of the concerned display becomes lower than 160 kg ; in addition, the corresponding electrical pump is automatically actuated.

FF/FU IND.

R0FA-01-11-10-006-B001AA



A fuel flow/fuel used ind. is provided for each engine.

① FF indication

The mass fuel flow to the engine is indicated by a pointer on a scale graduated in kg/h X 100

R ② FU counter

On the digital read out, fuel used is indicated in kg. This value is computed by integration of the fuel flow parameter.

③ FU reset knob

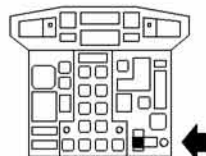
The fuel used counter is reset to 0 by pulling associated ind. reset knob.

Note : All the digits (on the FU counter as well as on the FUEL QTY ind.) may be tested by the overhead panel ANN LIGHT switch on TEST position.

	FUEL SYSTEM		1.11.10		
			P 7	001	
	GENERAL				JUL 01

AA X FEED advisory light

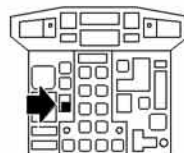
ROFA-01-11-10-007-A001AA



Illuminates blue on memo panel when the crossfeed valve is selected open.

TANK FUEL TEMPERATURE INDICATOR

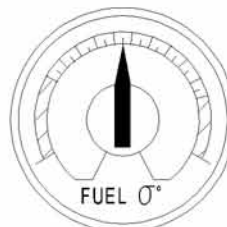
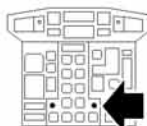
ROFA-01-11-10-007-B001AA



A temperature measuring device is installed in the left feeder compartment. Temperature is displayed on the center instrument panel.

FUEL TEMP IND

ROFA-01-11-10-007-C002AA



FUEL TEMP indication

Fuel temperature is displayed.

- R Yellow sector : -54°C to 0°C
- R Green sector : 0°C to 50°C
- R Yellow sector : 50°C to 57°C
- Red dash : -54°C and + 57°C

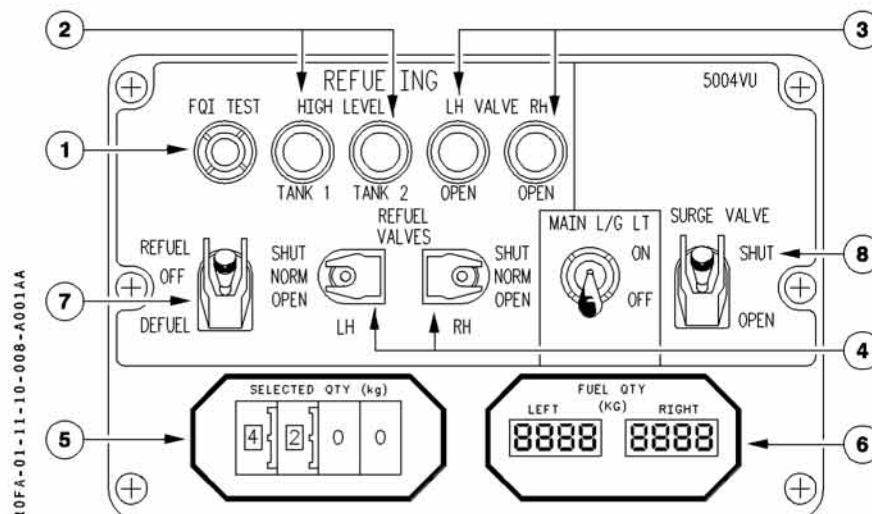
FUEL CLOG LIGHT

FUEL CLOG

Light illuminates amber when fuel pressure loss in the corresponding HP pump fuel filter exceeds 45 PSI, indicating that the filter is blocked and by passed.

	FUEL SYSTEM		1.11.10	
	GENERAL		P 8	001
				DEC 96

AA

REFUELING PANEL**① FQI TEST pb**

Pressing the test button will check both measurement channels and, if the functioning is normal, display all 8's on the FUEL QTY ind. on the refueling panel as well as in the cockpit. It will also shut the refuel valves, simulating a maxi level in both tanks. This test activates the CCAS.

② HIGH LEVEL light

The light illuminates amber when the high level sensor is submerged (maximum refueling quantity reached). The corresponding refuel valve closes automatically.

③ REFUEL VALVES position light

The light illuminates blue when the refuel valve is open. They extinguish during the fuel circuit test, indicating the valves have closed.

	FUEL SYSTEM	1.11.10		
		P 9	001	
	GENERAL			DEC 96

AA

④ REFUEL VALVES switches

Control the operation of the valves for each tank. They are guarded at NORM.

NORM Valves are controlled by automatic fueling logic, depending on position of the mode selector switch and quantity preselection. Valves close automatically when high level is detected by the FQI.

OPEN Valves open when the mode selector switch is in the refuel or defuel position and the high level sensor is not submerged.

SHUT Valves close regardless of the mode selector switch position.

⑤ SELECTED QTY ind.

The quantity for automatic refueling is controlled by the setting of the preselector. The counter displays the preselected total fuel quantity.

⑥ FUEL QTY ind.

This ind. has the same presentation as the one used in the cockpit.

CAUTION: Wait indicators are stabilized before taking into account fuel quantity indications.

⑦ Mode selector switches

Controls the operating mode for automatic fueling and the activation of REFUEL VALVES switches for manual operation.

OFF Refuel valves are closed, switches are not activated.

REFUEL Refuel valves may be operated by auto refueling logic (REFUEL VALVES switches on NORM) or manual refueling operation.

DEFUEL Refuel valves may be operated by manual defueling operation. With the mode selector in DEFUEL position and REFUEL VALVES in the OPEN position, all level protections are inhibited.

⑧ SURGE VALVE

Provides air vent of the refuel line during suction draining of this line.

OPEN The surge valve opens. Mode Selector switch must be in OFF position

SHUT The surge valve is closed.

	FUEL SYSTEM	1.11.10		
		P 10	001	
	GENERAL			DEC 96

AA

10.3 ELECTRICAL SUPPLY/SYSTEM MONITORING

ELECTRICAL SUPPLY

EQUIPMENT	DC BUS SUPPLY (C/B)
ENG 1 Electrical pump – Pressure sw controlling electrical pump activation/ disactivation and motive flow valve opening/closure – Fuel feed pressure sw Fuel LP valve Fuel LP valve position ind. FF/FU ind.	DC ESS BUS (on lateral panel ELEC PUMP) DC ESS BUS (on lateral panel CTL and CAUTION) • DC BUS 1 (on lateral panel MOTOR 1) • DC EMER BUS (on lateral panel MOTOR 2) DC EMER BUS (on lateral panel IND) DC BUS 1 (on lateral panel FUEL FLOW FUEL USED)
ENG 2 Electrical pump – Pressure sw controlling electrical pump activation/ disactivation and motive flow valve opening/closure – Fuel feed pressure sw + IND Fuel LP valve Fuel LP valve position ind. FF/FU ind.	DC ESS BUS (on lateral panel ELEC PUMP) DC ESS BUS (on lateral panel CTL and CAUTION) • DC BUS 2 (on lateral panel MOTOR 1) • DC EMER BUS (on lateral panel MOTOR 2) DC EMER BUS (on lateral panel IND) DC BUS 2 (on lateral panel FUEL FLOW FUEL USED)

	FUEL SYSTEM	1.11.10		
		P 11/12	001	
	GENERAL			DEC 96

AB

EQUIPMENT	DC BUS SUPPLY (C/B)
Refuel valves high level detection System	GND HDLG BUS (on lateral panel FUELING CTL and IND)
Left quantity ind. *	DC ESS BUS (on lateral panel L TANK)
Right quantity ind. *	DC ESS BUS (on lateral panel R TANK)
Crossfeed valve	DC ESS BUS (on lateral panel X FEED)
Tank fuel temperature indicator	DC BUS 1 (on lateral panel)

* Left and right cockpit quantity indicators will be supplied by GND HDLG BUS on ground for airplane servicing, when battery is off and refuel door open.

SYSTEM MONITORING

The following conditions are monitored by visual and aural alerts :

- Engine feed low pressure (below 350 mbar/5PSI)
 - See FEED LO PR procedure in chapter 2.05.03.
- Fuel tank low level (below 160 kg/352 Lbs)
 - See FUEL LO LVL procedure in chapter 2.05.03.
- Jet pump pressure drop (below 350 mbar/5PSI)
 - this condition is monitored only by visual alert. RUN green light illuminates on overhead panel.

10.4 LATERAL MAINTENANCE PANEL

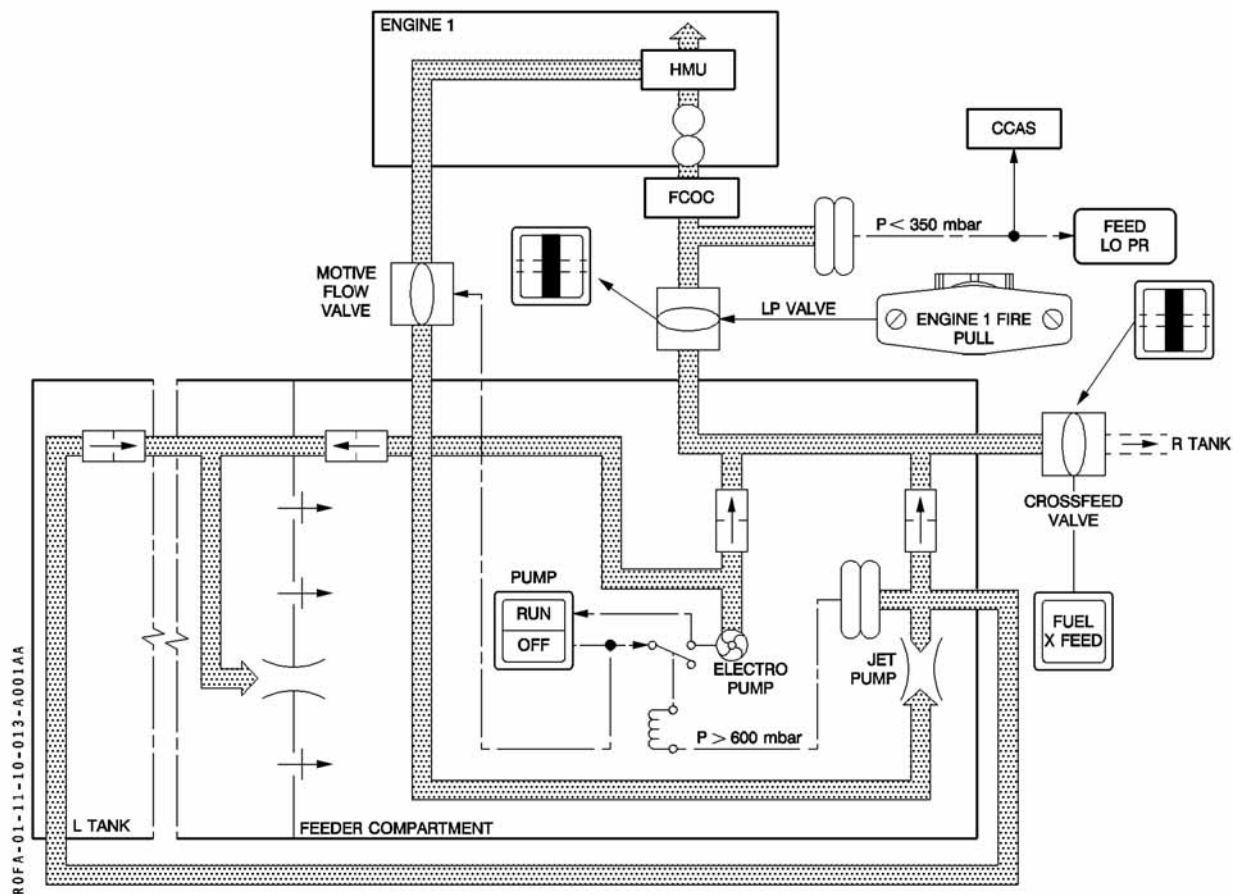
The right side maintenance panel includes a readout display for failures of systems linked to the MFC (refer to 1.01.10/10.5). It can be used to test feeder jet pumps functioning.

Eng. : PW124

	FUEL SYSTEM		1.11.10	
	DESCRIPTION		P 13/14	001
				DEC 96

AA

10.5 SCHEMATIC



Eng. : PW124

ALLEGATO F

Piani di carico volo TUI 152F e TUI 1153, vecchio e nuovo *logbook*

— Aufgäbe 10
TUNISER

(DEVIS DE POIDS ET FEUILLE DE CHARGES)

LANDSHEET AND LAMINISAGE

TRIM SHEET

NR72

ALL WEIGHTS IN KILOS
masses en kilos

APPROVED

FLIGHT MANAGER

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

LDN

الخطوط الدولية TUNINTER		(DEVIS DE POIDS ET FEUILLE DE CENTRAGE)	
OU	ADDRESS BR	ORIGIN TUNIS	SIGN 16/06/2006
LDM	FLIGHT No/line vol UG 152F/06	DATE 16/06	A/C REG/immatriculation TS/BR
		VERSION 70 Pax 30" & 29"	CREW/équipage 2/2

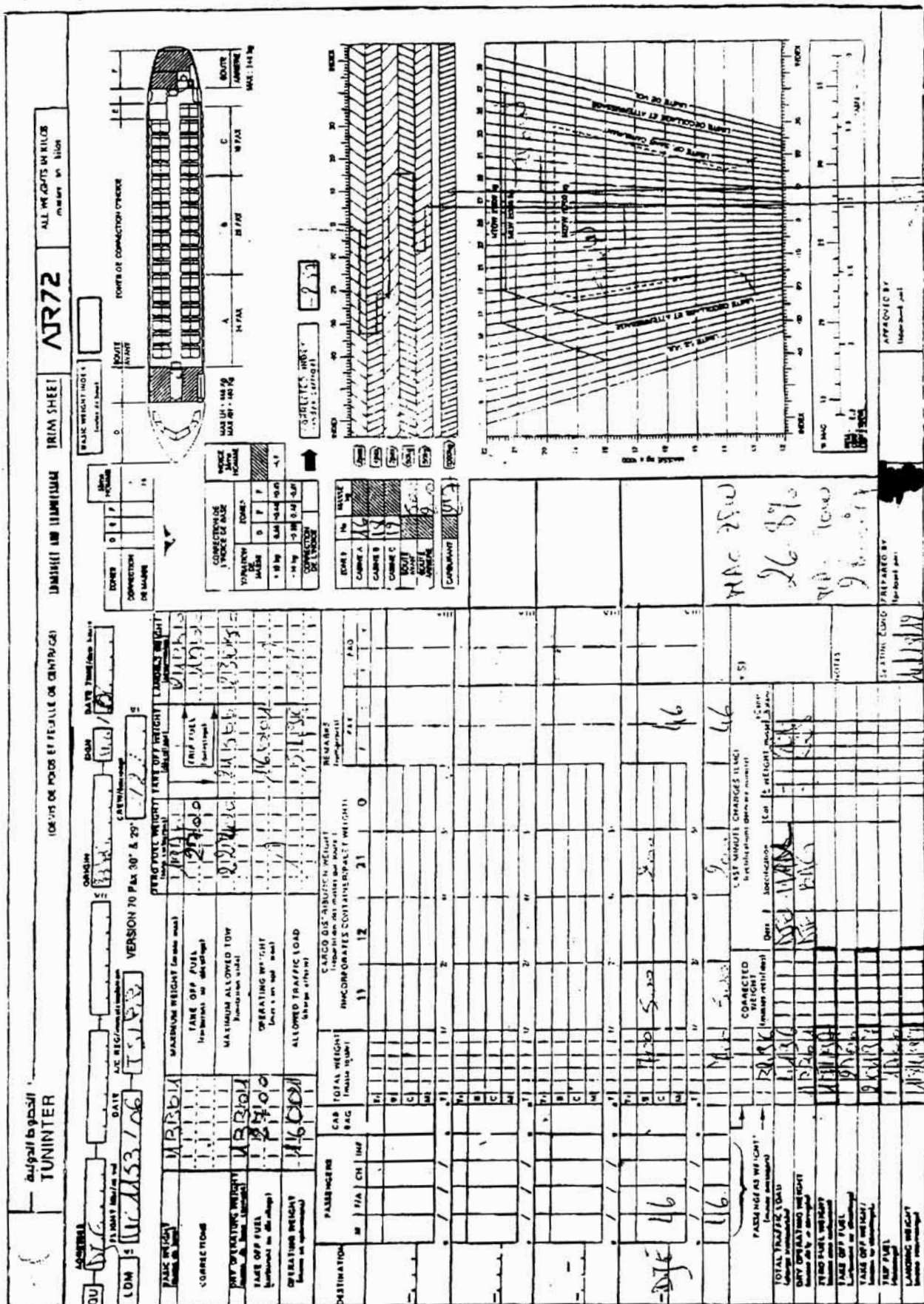
BASIC WEIGHT (masse de base)	MAXIMUM WEIGHT (masse max)	ZERO FUEL WEIGHT (sans carburant)	TAKE OFF WEIGHT (décollage)
11330		11320	
CORRECTIONS		TAKE OFF FUEL (carburant au décollage)	TRIP FUEL (décollage)
		3770	1100
DRY OPERATING WEIGHT (masse de base corrigée)		MAXIMUM ALLOWED TOW (limitation utile)	
11330		23470	21500
TAKE OFF FUEL (carburant au décollage)		OPERATING WEIGHT (masse en opération)	
3770		17071	
OPERATING WEIGHT (masse en opération)		ALLOWED TRAFFIC LOAD (charge autorisée)	
17071		24919	

TAKE OFF FUEL (carburant au décollage)	3770
--	-------------

Particolare piano di carico volo UG 152F (TUI 152F, volo di trasferimento Tunisi-Bari)

Il "TAKE OFF FUEL" (carburante al decollo) è pari al Block Fuel di 3800 kg – 30 kg (carburante per il rullaggio), pari a 3770 kg.

Il "TRIP FUEL" è pari a 1100 kg (carburante previsto per la tratta Tunisi-Bari).



CAPT STAFF NBR & SIGN		PERFORMANCE RECORD		LOG NBR	
		ALL AIRCRAFT		№ 075635	
K E W	REV RE	A/C TYPE ATR72		A/C REG TS LBB	
		DATE 050805		D D M M Y Y	

LEG	FLT NBR	DEP	ARR	OUT UTC	OFF UTC	ON UTC	IN UTC
1	172	TUN	CTA	0705	0710	0805	0810
2	143	CTA	TUN	0915	0920	1035	1040
3	1140	TUN	CTA	1115	1120	1220	1225
4	1141	CTA	TUN	1355	1400	1510	1515
5							
6							

AIR WORTHINESS RELEASE IDENT. AND SIGN.					ENG. OIL QTY. READ				A P U
					ADD				
					#1	#2	#3	#4	

	TOTAL FUEL	FUEL USED 1	FUEL USED 2	FUEL USED 3	FUEL USED 4	TOTAL USED	REMAINING F	ADDED FUEL
1	2290	321	330			650	1630	
2	1630	410	420			830	770	1600
3	2260	322	338			660	1670	
4	1670	404	440			824	790	26.26
5								
6								

	UTC	SAT	MACH	IAS	ALT	TAT	GROSS WEIGHT	AIR CON
1								
2								
3								
4								

POS	EPR	N1	EAT	N2	FUEL FLOW	ENG BLD	TIR POS	OIL TEMP	OIL PRESS	C VIR	T
	.001	.1%	1.°	.1%	50#		0.5	1°	1#	.1	1

RECORD TO THE NEAREST

IF THE PURPOSE OF THE FLIGHT IS A LOCAL TRAINING: OA PG RLL LAND

FLT NBR	STA	A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y	SEQ	S/N OFF	P/N OFF
	CTA	ATB	TSABA	050805			
SUBJECT: N° 068297 1						ACTION TAKEN:	
COMPLAINTS: Maintenance						VT Refueling	
CREW IDENT	FILING				OIL REFILLING US QUARTS	AIRWORTHINESS RELEASE	
ATA NBR	N°OE				LAST SEQ	#1 #2 #3 #4 APU	STA IDENT SIGN
FIRM CODE							
TIME UTC	D	D	M	M	Y	Y	
	0	5	0	8	0	5	

FLT NBR	STA	A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y	SEQ	S/N OFF	P/N OFF
	CTA	ATB	TSABA	050805			
SUBJECT: N° 068297 12						ACTION TAKEN:	
COMPLAINTS:						VT Refueling	
CREW IDENT	FILING				OIL REFILLING US QUARTS	AIRWORTHINESS RELEASE	
ATA NBR	N°OE				LAST SEQ	#1 #2 #3 #4 APU	STA IDENT SIGN
FIRM CODE							
TIME UTC	D	D	M	M	Y	Y	
	0	5	0	8	0	5	

FLT NBR	STA	A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y	SEQ	S/N OFF	P/N OFF
	CTA	ATB	TSABA	050805			
SUBJECT: N° 068297 3						ACTION TAKEN:	
COMPLAINTS: Maint						VT Refueling	
CREW IDENT	FILING				OIL REFILLING US QUARTS	AIRWORTHINESS RELEASE	
ATA NBR	N°OE				LAST SEQ	#1 #2 #3 #4 APU	STA IDENT SIGN
FIRM CODE							
TIME UTC	D	D	M	M	Y	Y	
	0	5	0	8	0	5	

FLT NBR	STA	A/C TYPE	A/C REG	D D M M Y Y	SEQ	S/N OFF	P/N OFF
114	CTA	ATB	TSABA	050805		179	748681-2
SUBJECT: INSTRUMENT N° 068297 4						S/N ON	P/N ON
COMPLAINTS: FUEL QTY INDICATOR R TK 0/S						0238	749-118
ACTION TAKEN: Replace fuel qty indicator							
CREW IDENT	FILING				OIL REFILLING US QUARTS	AIRWORTHINESS RELEASE	
ATA NBR	N°OE				LAST SEQ	#1 #2 #3 #4 APU	STA IDENT SIGN
FIRM CODE							
TIME UTC	D	D	M	M	Y	Y	
	0	5	0	8	0	5	

ALLEGATO G

Documentazione di interesse relativa alle fasi di ricerca e soccorso

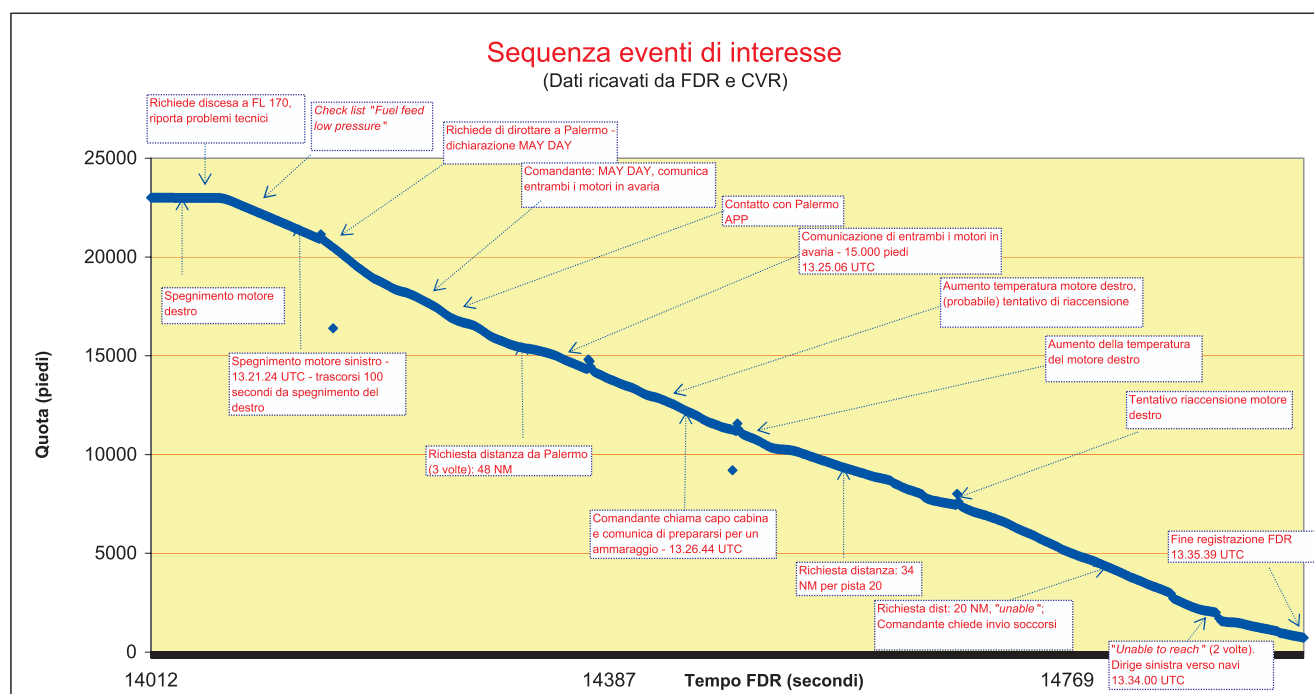
INCIDENTE AEREO TUNINTER DEL 06/08/05

ORA	EVENTO
15:45	Decollo dall'ospedale Cervello per Lampedusa
16:00	Monreale 4500 ft. Richiesta di Palermo APP di procedere per il luogo dell'ammarraggio al largo di Capo Gallo. Successivamente comunicato 010PRS12.
16:06	Arrivo sul punto 010PRS12. Aereo AirOne comunica di essere sul punto dell'ammarraggio e di avere in vista il relitto. L'aereo AirOne comunica la posizione 053PRS22.
16:10	Arrivo sul relitto in coordinate 38°23'35.6"N 013°27'01"E
16:20	Arrivo di ulteriori elicotteri in zona. Inizio orbitamento in senso antiorario di noi più altri 2 elicotteri. Comunicazione all'aria agli elicotteri presenti di seguire una circuitazione antioraria
16:25	Arrivo della prima motovedetta Guardia Costiera che si avvicina al relitto e recupera le persone sull'ala del velivolo a mare.
16:29	Arrivo della seconda motovedetta Guardia Costiera che si posiziona a N del relitto e inizia il recupero delle persone a mare
16:30 ca	Dichiarazione a Palermo APP e all'aria di on-scene-commander (OSC). Istruiti eli Polizia e eli VV.FF. di circuitare mantenendo la separazione e all'eli dei Carabinieri di mantenere 500 ft GND
16:33	Arrivo della terza motovedetta che si affianca alla precedente a N del relitto
16:36	A seguito di avvistamento di una persona in galleggiamento, cosciente e senza giubbotto di salvataggio, rilascio di un nostro salvagente. Caduto a circa tre metri dal superstite. Avvistato il superstite che recuperava il salvagente, lo gonfiava e lo mette sotto le gambe
16:38	Arrivo del gommone della Polizia che recupera 4 persone inanimate a E del relitto
16:44	Palermo APP chiede a noi, in qualità di OSC se le ambulanze devono rimanere presso l'aeroporto di Punta Raisi o devono andare al porto. Richiesto a Palermo APP di mandare le ambulanze al porto perché zona più vicina al relitto
16:46	La prima motovedetta della Guardia Costiera si dirige verso il Porto di Palermo
16:49	La seconda motovedetta si dirige verso il porto di Palermo
6:52	Avvistata donna inanimata in galleggiamento a NNW dal relitto
16:55	La terza motovedetta si dirige verso il porto di Palermo
16:56	Elicotteri presenti in zona: I-BRMA, Poli 34, Volpe 141, Drago 21, I-Rescue 1, Fiamma 20, I-CGCL.
17:01	Arrivo del Drago 21 che rilascia 5 sommozzatori vicino al relitto. Prima del rilascio istruiti gli elicotteri di spostarsi tutti a N del relitto per lasciare libera la zona al Drago 21
17:04	Drago 21 completa il rilascio dei sommozzatori e rientra a Palermo.
17:05	Istruiti gli elicotteri ad effettuare una ricerca settoriale dando i seguenti settori: I-BRMA settore sud, Poli 34 Settore nord, I-CGCL settore est, Fiamma 20 a ovest, Volpe 141 orbitamento sulla zona a 500 ft, I-Rescue 1 rimanere fuori la zona di ricerca per un eventuale utilizzo come mezzo per il recupero naufraghi. Confermato dall'I-Rescue 1 di essere abilitato al solo recupero persone animate.
17:08	Avvistato gommone dirigersi verso il porto di Palermo con 4 persone inanimate a bordo
17:09	Poli 34 lascia la zona di operazioni, seguendo il proprio gommone, senza avvisare l'OSC
17:13	Il Poli 34 conferma di aver lasciato la zona di operazioni
17:14	Riassegnato il settore nord al Volpe 141 e istruito l'I-Rescue 1 ad orbitare in zona a 500 ft. Ricevuta indicazione da Palermo APP che le persone a bordo erano 39, compreso

	l'equipaggio. La Centrale Operativa 118 riporta che al momento risultavano 20 persone superstiti e 7 morti.
17:15	L'I-CGCL viene chiamato dalla Centrale Operativa 118 e lascia la zona.
17:19	Avvistata una motonave proveniente dal settore nord che punta sul porto di Palermo con rotta che passa sul luogo dell'ammarraggio. Date indicazioni all'I-Rescue 1 di contattarli con il VHF marino e fargli presente della emergenza in atto. Eventualmente di chiedere il supporto della motonave, rallentando a lento moto e partecipando alla ricerca o, nel caso contrario, di passare al largo della zona. Il Volpe 141 riporta che la motonave è il "Raffaele Rubattino". Dato indicazioni al I-Rescue 1 di avvicinarsi alla motonave e farla deviare
17:21	L'I-Rescue 1 riporta di non riuscire a mettersi in contatto con la motonave ma che questa ha accostato a destra per passare al largo della zona dell'ammarraggio
17:26	Riportate le coordinate aggiornate del relitto a Palermo APP: 38°22'51"N 013°28'08"E
17:31	Riassegnati i settori di ricerca: Fiamma 20 sul relitto per un raggio di 1 NM, I-Rescue 1 settori nord e est, Volpe 141 settore ovest, I-BRMA settore sud
17:43	I-Rescue 1 riporta di avere avvistato 3 persone inanimate, successivamente recuperate da una motovedetta.
18:00	La Centrale Operativa 118 ci chiede di lasciare la zona di operazioni per un intervento primario a Villagrazia di Carini.
18:01	L'I-BRMA lascia la zona delle operazioni di soccorso e trasferisce le competenze dell'OSC all'I-Rescue 1 che conferma il trasferimento dell'incarico.
18:25	Atterraggio a Villagrazia di Carini presso il campo sportivo
19:00	Decollo con il paziente
19:10	Atterraggio a Bocca di Falco per rilascio del paziente all'ambulanza già presente in aeroporto
19:30	Decollo da Bocca di Falco
19:40	Atterraggio all'ospedale Cervello

ALLEGATO H

Sequenza eventi di interesse, grafici parametri di interesse ricavati da FDR



ATR 72 / TS-LBB Ammaraggio - 6 agosto 2005
Volò TUI 1153 - Sequenza eventi di interesse

N.	Evento	Tempo FDR (secondi)	Orario UTC (hh.mm.ss da FDR)	Quota (ft)	Velocita' (kts)	Note	Distanza da Palermo
1	Spegnimento motore destro	14030	13.19.43	22.940	182	Contatto radio con Roma ACC	
2	Richiesta discesa a FL 170	14058	13.20.10	22.940	166	TUI 1153 dichiara di avere problemi tecnici	
3	Lettura <i>check list</i> "Feed low pressure"	14091	13.20.44	22.410	165		
4	Spegnimento motore sinistro	14131	13.21.24	21.340	178	Sono trascorsi circa 100 secondi dallo spegnimento del motore destro	
5	Richiesta di dirottare a Palermo	14142	13.21.35	21.060	175		
6	Dichiarazione di emergenza (MAYDAY)	14159	13.21.51	20.550	171	Autorizzata discesa a FL 170	
7	Nuova dichiarazione di emergenza (MAYDAY)	14220	13.22.53	18.140	178	Il comandante comunica che ha entrambi i motori in avaria ("We lose both engines") - 14230	
8	Contatto con Palermo APP	14255	13.23.28	16.960	177		
9	TUI 1153 conferma MAYDAY	14281	13.23.54	16.290	168	Richiede condizioni vento a Palermo	

ATR 72 / TS-LBB Ammaraggio - 6 agosto 2005
Volo TUI 1153 - Sequenza eventi di interesse

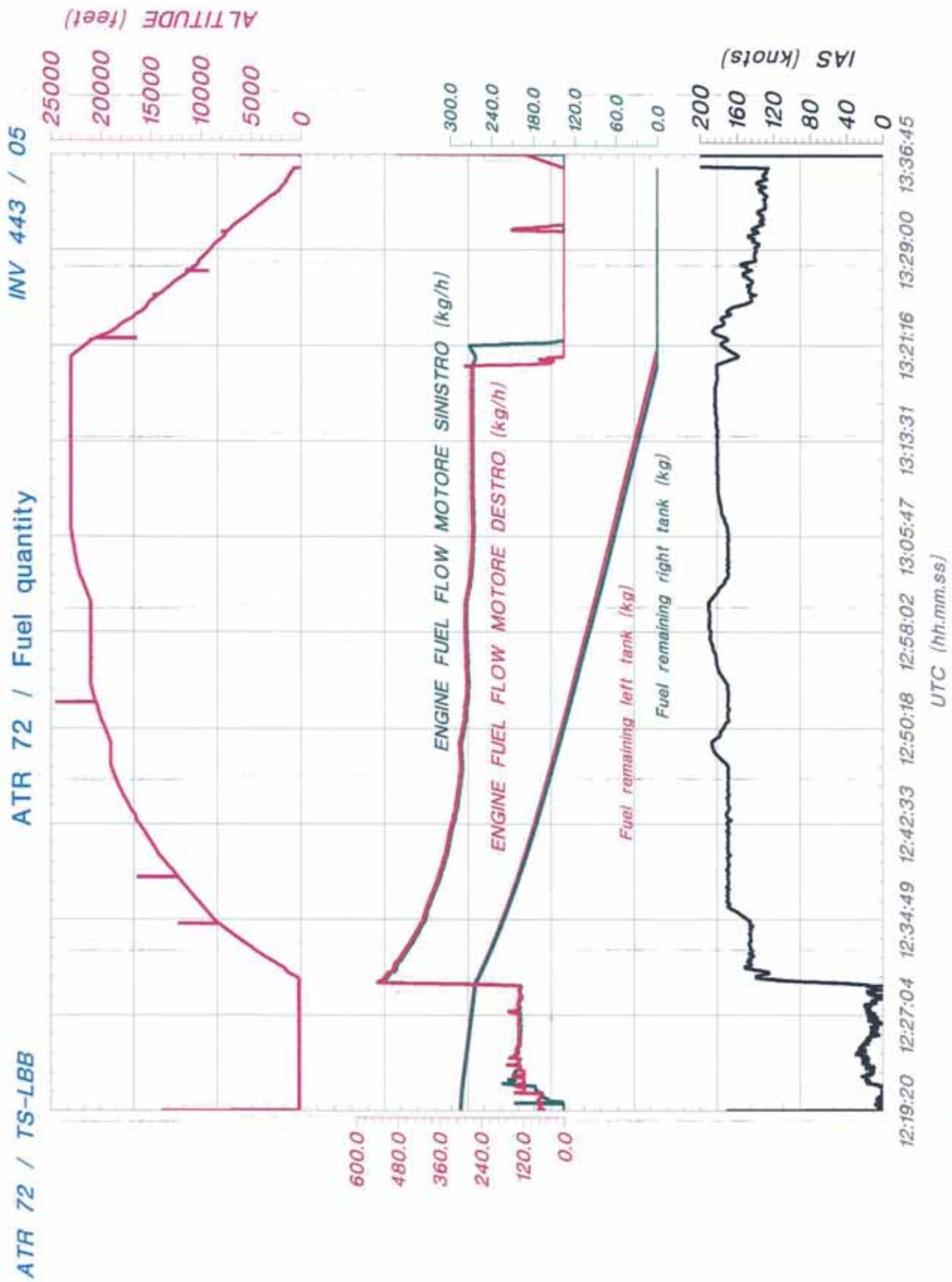
N.	Evento	Tempo FDR (secondi)	Orario UTC (hh.mm.ss da FDR)	Quota (ft)	Velocita' (kts)	Note	Distanza da Palermo
10	TUI 1153 richiede distanza da Palermo (3 volte)	14295 - 14312	13.24.08 - 13.24.25	15780-15400	170-164	Palermo APP non comprende subito la richiesta di distanza (DME) fatta da TUI 1153; viene poi comunicata	48 NM
11	Ricevuta l'indicazione della distanza (48 NM) il comandante dice in <i>cockpit</i> : "impossible" (3 volte)	14326	13.24.39	15.240	151		
12	TUI 1153 chiede a Palermo APP se vi sia un altro aeroporto più vicino rispetto a Palermo	14345	13.24.58	14.880	144	Comunica inoltre che entrambi i motori sono in avaria e di essere a 15.000 piedi, 13.25.02 UTC	
13	TUI 1153 chiede nuovamente se vi sia un altro aeroporto/campo di atterraggio più vicino ("Any nearest airport where we can land?")	14366	13.25.19	14.320	145	Palermo APP non comprende le richieste fatte da TUI 1153 circa la presenza di un altro aeroporto più vicino	
14	Altro aeromobile interviene in frequenza per ribadire a Palermo APP la richiesta di TUI 1153 circa la presenza di altro aeroporto più vicino	14393	13.25.46	13.610	147		
15	Palermo APP comunica che la distanza è di 40NM	14418	13.26.11	12.940	149		40 NM
16	Aumento della temperatura motore destro oltre i limiti; probabile tentativo di riaccensione	14431		12.710	144		
17	Comandante chiama il capo cabina e gli comunica di prepararsi per un ammaraggio	14450		12.160	148	Palermo APP non sa ancora delle intenzioni di ammarare di TUI 1153	
18	Palermo APP comunica di continuare <i>inbound</i> e riportare il campo in vista e confermare se intenda atterrare per pista 20 o pista 25	14485	13.27.18	11.240	149		
19	Aumento temperatura motore destro (probabile tentativo di riaccensione)	14497		10.960	149		

ATR 72 / TS-LBB Ammaraggio - 6 agosto 2005
Volo TUI 1153 - Sequenza eventi di interesse

N.	Evento	Tempo FDR (secondi)	Orario UTC (hh.mm.ss da FDR)	Quota (ft)	Velocita' (kts)	Note	Distanza da Palermo
20	TUI 1153 chiede la distanza dall'aeroporto: 37 NM	14523		10.240	155		37 NM
21	TUI 1153 chiede nuovamente se vi sia un altro aeroporto più vicino	14542		10.070	140		
22	TUI 1153 chiede la distanza dall'aeroporto: 34 NM per pista 20	14576		9.350	140		34 NM
23	Comandante ripete in <i>cockpit</i> che è impossibile (tre volte)	14588		9.120	139		
24	TUI 1153 chiede di essere vettorato per uno <i>straight-in</i> per pista 20 (" <i>we lost all instruments</i> ")	14606		8.790	139		
25	Palermo APP: difficoltà nel capire richieste di TUI 1153 per " <i>vectoring</i> ", " <i>heading</i> "; poi ribadisce che sono in posizione per uno <i>straight-in</i> per pista 20	14628		8.350	141		
26	Tentativo di riaccensione del motore destro	14664		7.750	144		
27	Palermo APP chiede il numero delle persone a bordo e carburante	14675		7.410	137	TUI 1153 risponde: 35 passeggeri e Fuel 1800	
28	Richiesta distanza: 27 NM	14732		6.060	134		27 NM
29	Copilota inizia a leggere la <i>check list</i> dell'amaraggio (" <i>ditching</i> ")	14777		4.840	136		
30	Richiesta distanza: 20 NM	14800		4.310	130		20 NM

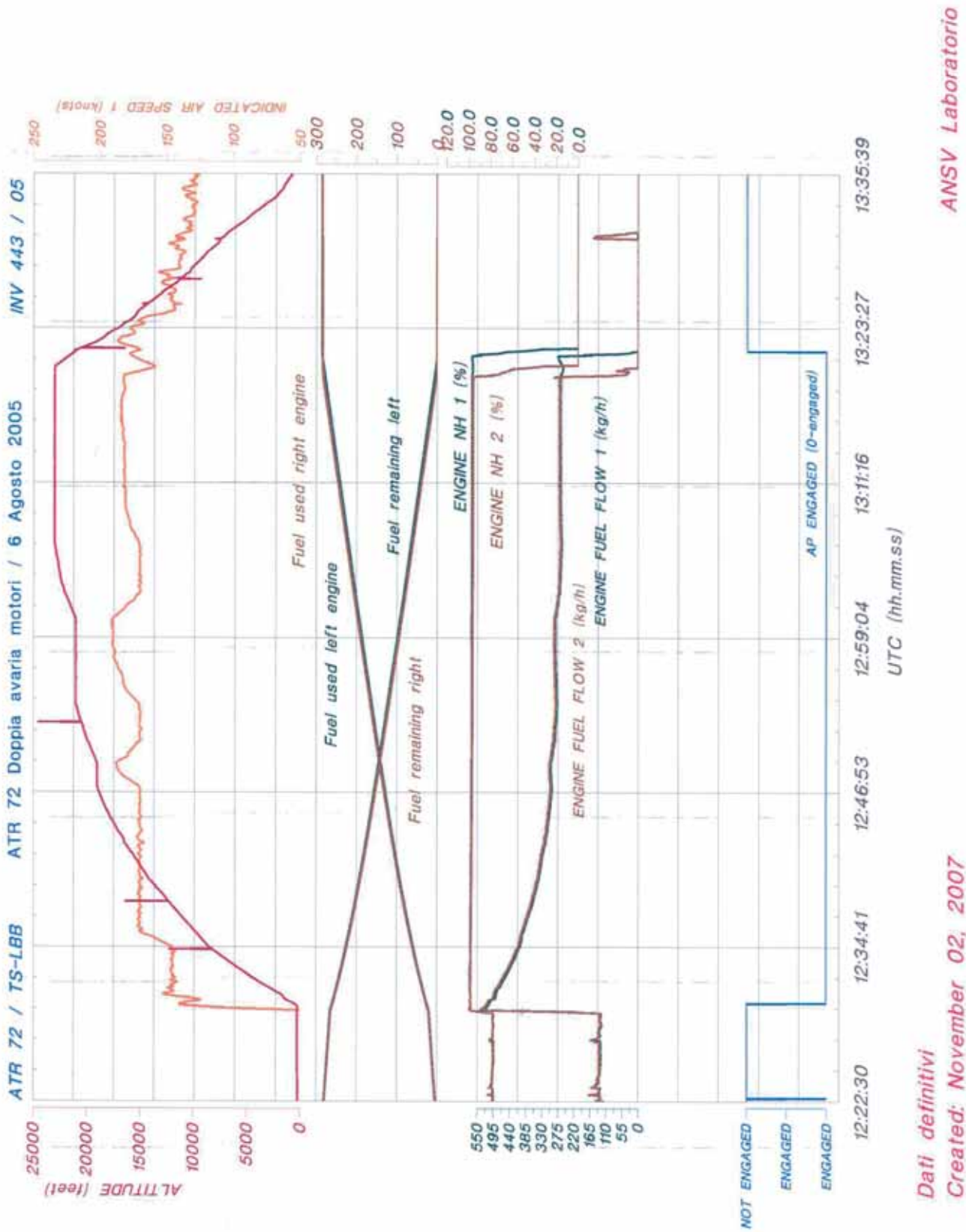
ATR 72 / TS-LBB Ammaraggio - 6 agosto 2005
 Volo TUI 1153 - Sequenza eventi di interesse

N.	Evento	Tempo FDR (secondi)	Orario UTC (hh.mm.ss da FDR)	Quota (ft)	Velocita' (kts)	Note	Distanza da Palermo
31	TUI 1153 riporta che non è in grado di raggiungere la pista e chiede che vengano inviati i soccorsi	14802	13.32.35	4.260	130		
32	TUI 1153 riporta " <i>Unable to reach</i> " (2 volte) e comunica che si dirige verso sinistra dove vi sono due imbarcazioni (" <i>boats</i> ")	14887		2.040	134		
33	Fine registrazione dati FDR	14988	13.35.39	728	125		
34	Suono (" <i>cricket</i> ") riconducibile all'avvisatore di stallo	15035					
35	Impatto con superficie del mare - fine registrazione CVR	15045	13.36.36			Radiale 053 da Palermo TVOR/DME	22 NM

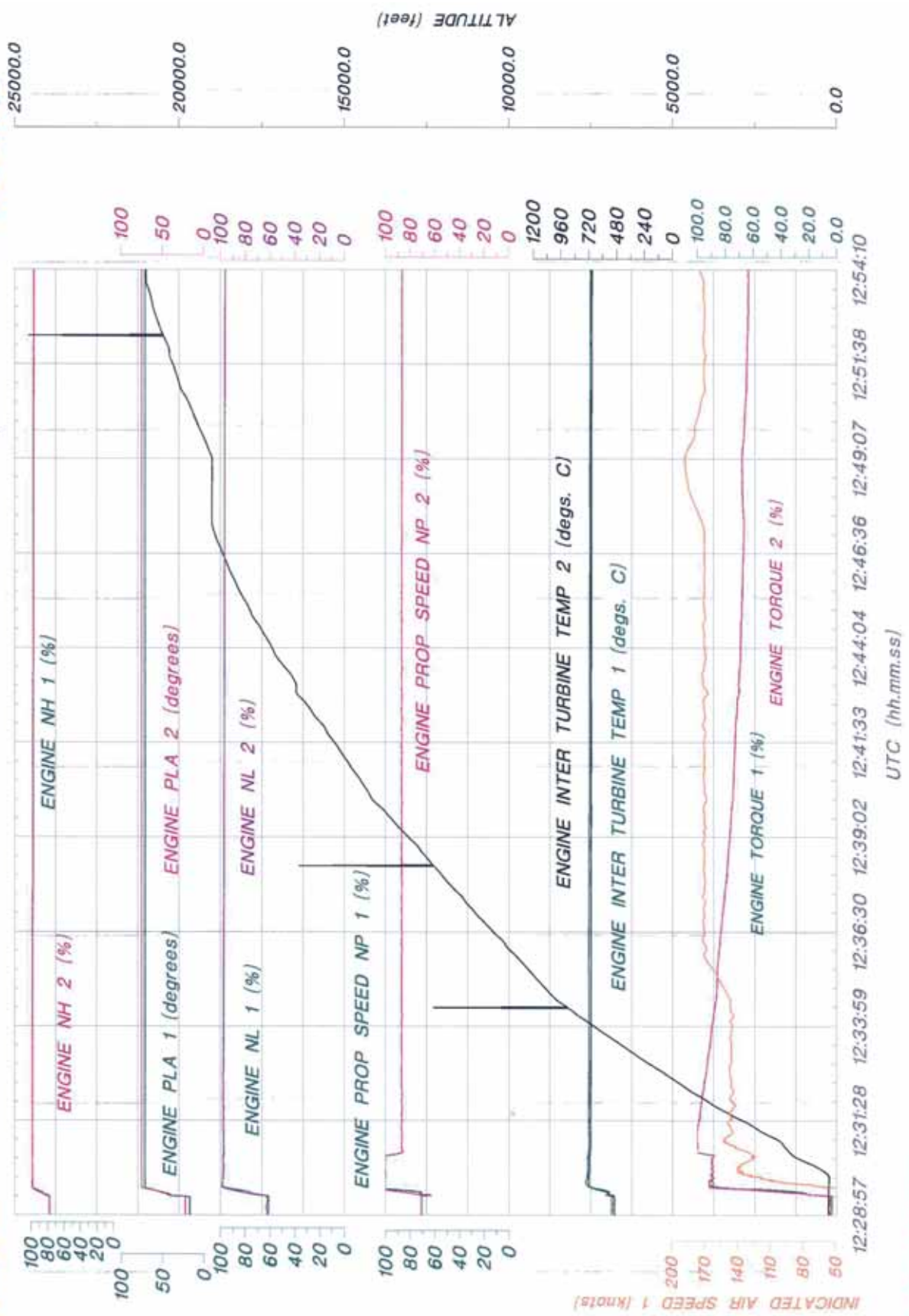


Dati definitivi
Created: November 02, 2007

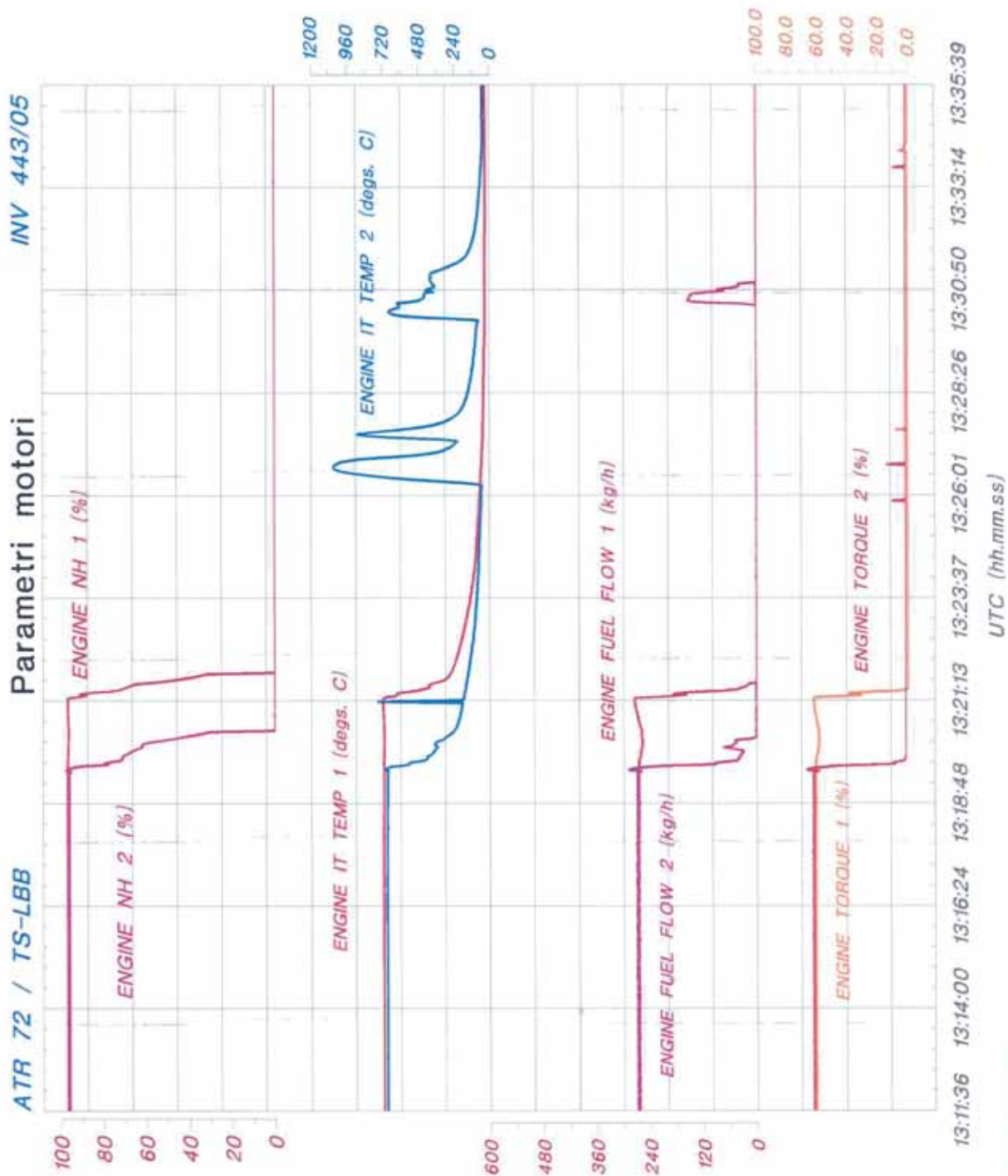
ANSV Laboratorio



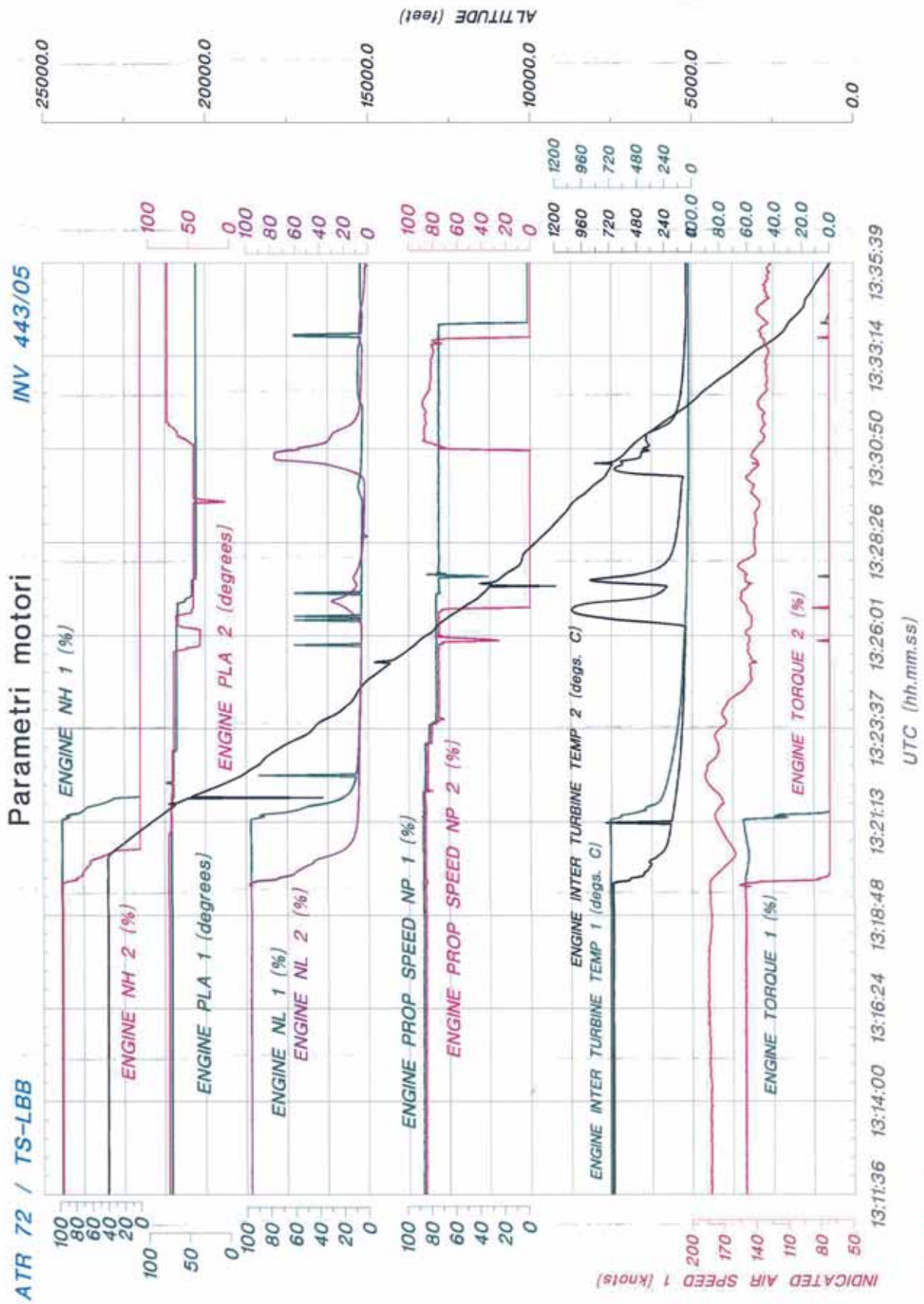
ATR 72/TS-LBB Parametri motori – Volo TUI 1153 – decollo fino a quota crociera INV 443/05



Dati definitivi
Created: November 02, 2007
ANSV Laboratorio

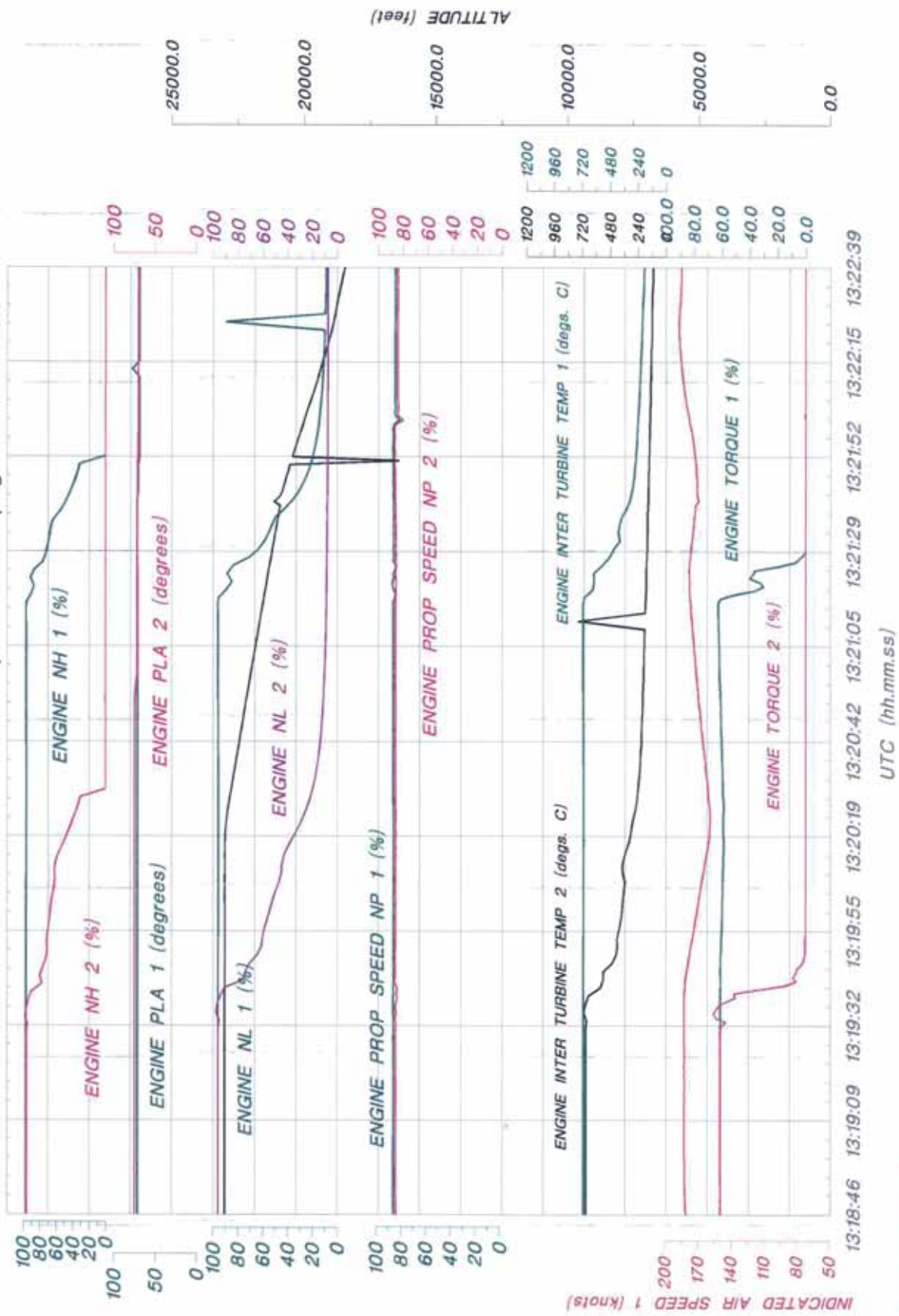


Dati definitivi
Created: November 02, 2007
ANSV Laboratorio



Dati definitivi
Created: July 19, 2007

ANSV Laboratorio

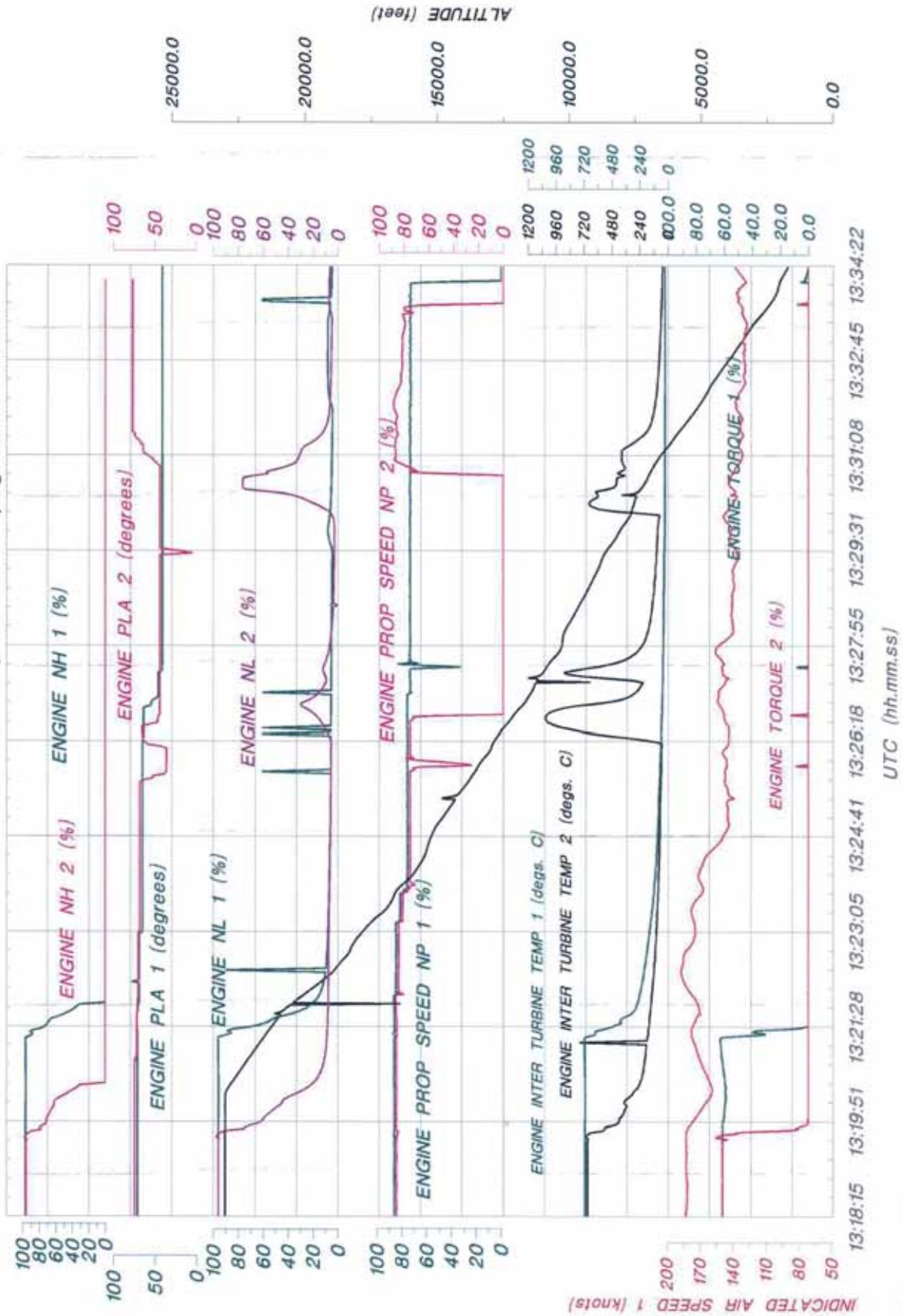


Dati definitivi

Created: November 02, 2007

ANSV Laboratorio

ATR 72 / TS-LBB Parametri motori - Volo TUI 1153 - particolare spegnimento motori INV 443/05



Dati definitivi

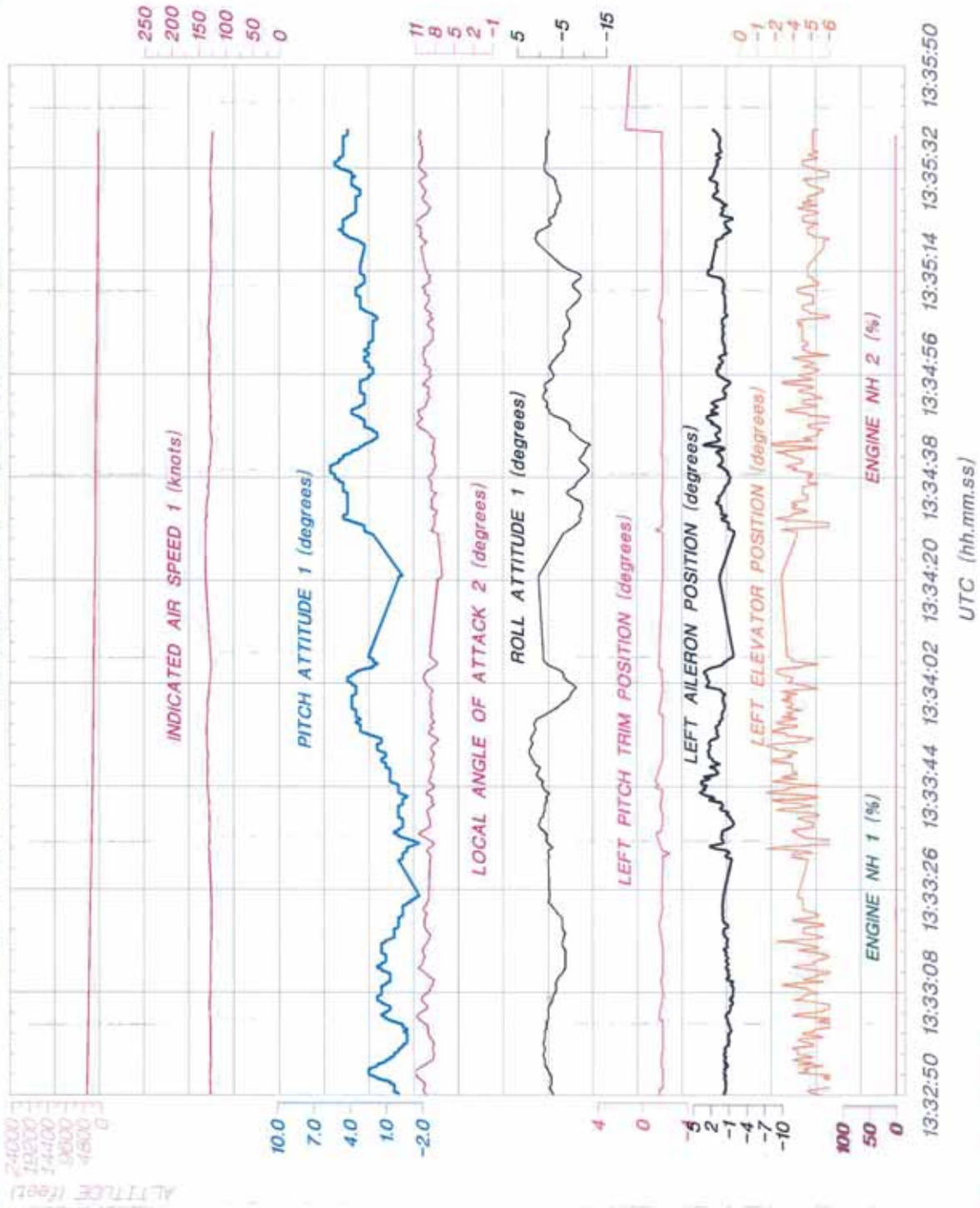
Created: November 02, 2007

ANSV Laboratorio

ATR 72/TS-LBB

Volo TUI 1153 - Assetto aeromobile parte finale

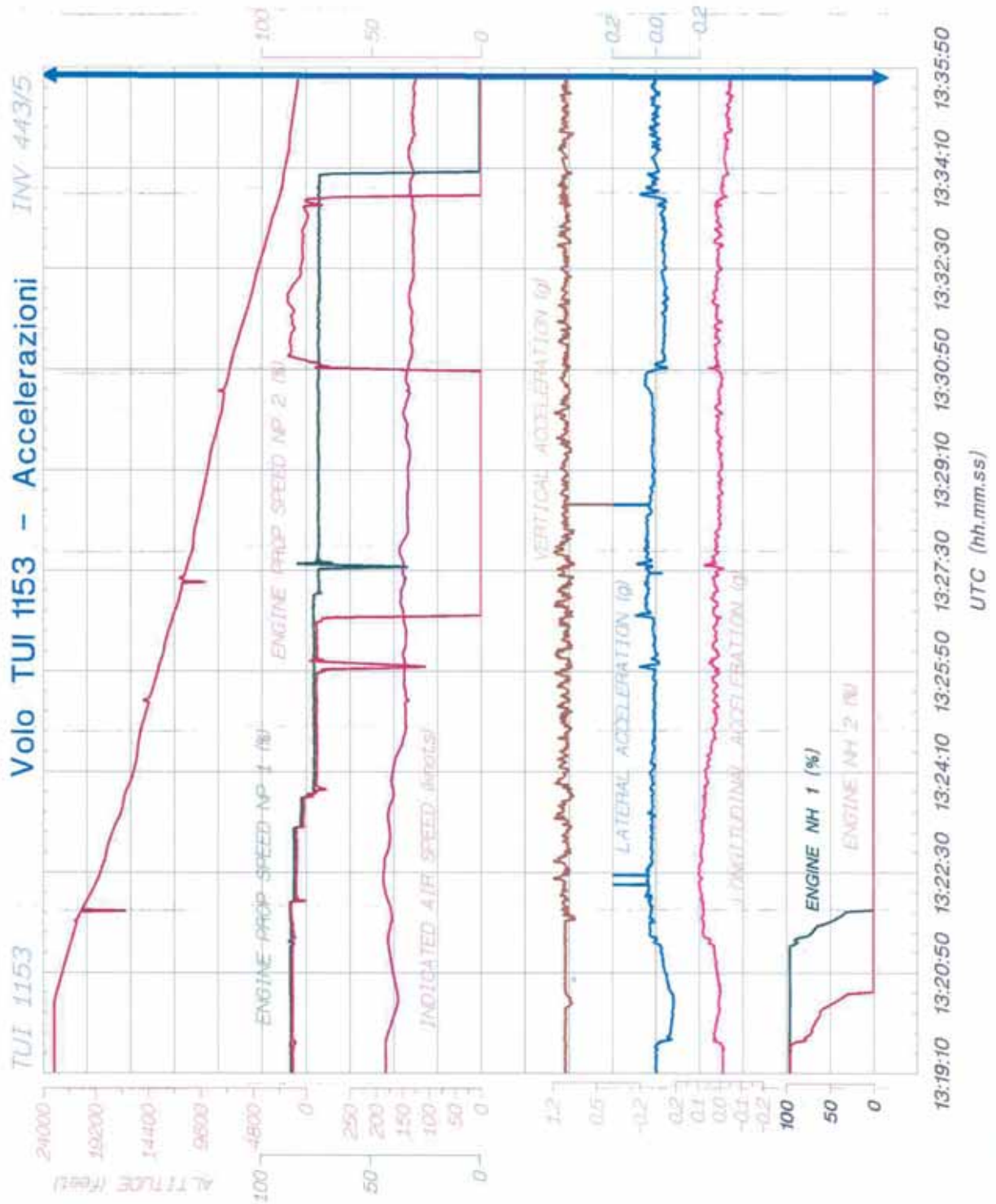
INV 443/5



Dati definitivi

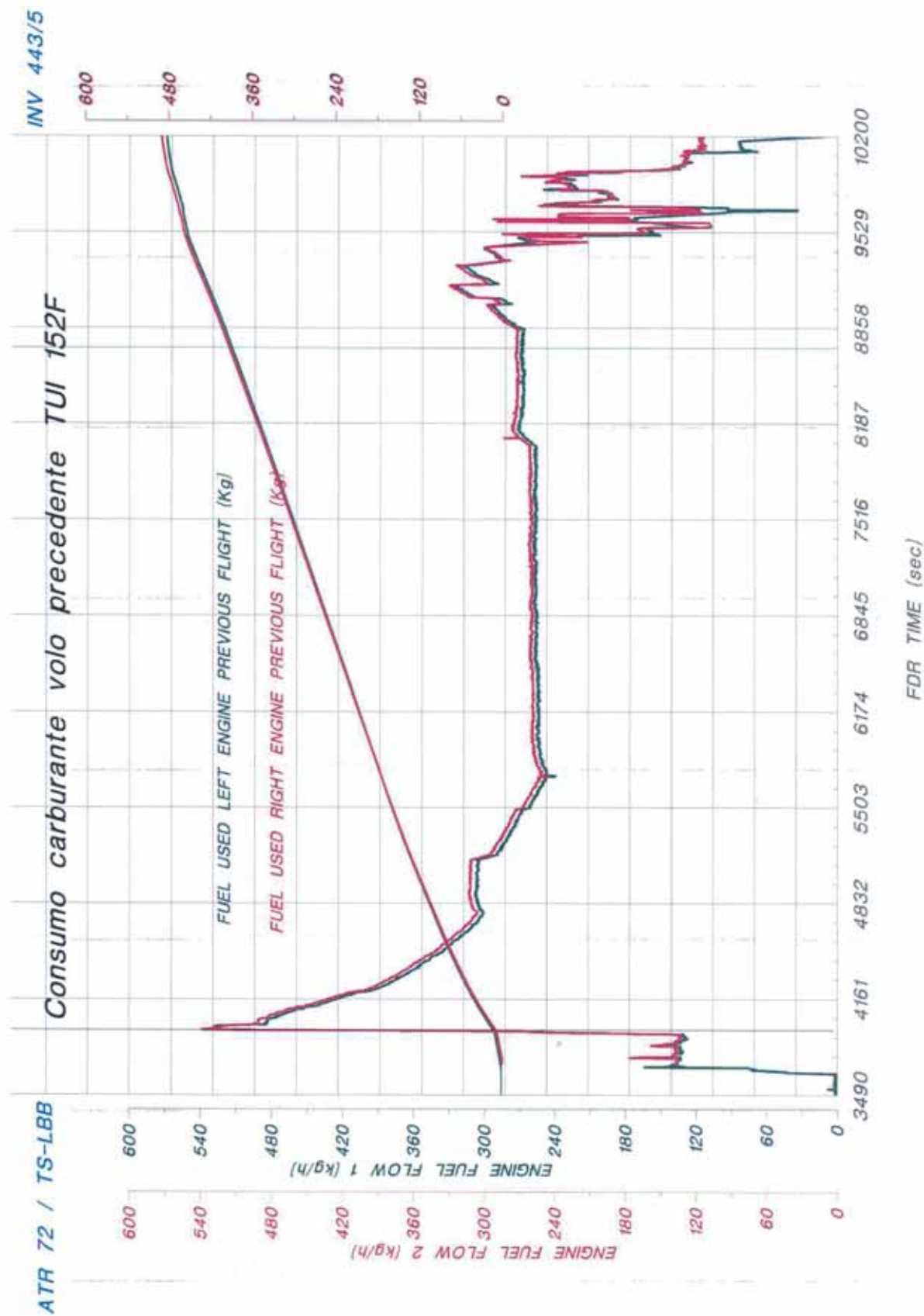
Created: November 02, 2007

ANSV Laboratorio



ANSV Laboratorio

Dati definitivi
Created: January 15, 2007



Dati finali
Created: October 13, 2005

ANSV Laboratorio

ALLEGATO I

Ricostruzione animata volo TUI 1153: decollo da Bari e fase finale volo
(Contenuto nel CD-ROM allegato)

ALLEGATO L

Note ANSV, in inglese, su commenti ricevuti dagli
Stati accreditati nell'inchiesta tecnica

ANSV remarks on comments from the accredited States

1. Preamble

First of all, ANSV would like to thank all the State's accredited representatives and their advisors for the invaluable support received during the investigation.

ANSV analyses were essentially driven with the only purpose of increasing flight safety in the interest of the entire aviation community and if some conclusions made in the report can be seen as biased or critical towards someone, this was not the intended purpose.

Some comments provided by the accredited states were not fully agreed by ANSV and hence reported in Appendix, as per Annex 13 ICAO provisions.

2. ANSV remarks on the rights to the accredited representatives

As soon as it had been notified about the accident, ANSV, as provided in Annex 13 ICAO (5.10 provision) and in legislative decree 66 of February 25th, 1999, arranged the requisite coordination with the appropriate judicial authority to ensure the proper, prompt recovery of all the material required to ascertain the causes of the occurrence. All the actions taken by ANSV in relation to the coordination with the Judicial Authority have been accounted in the report (paragraphs 1.18.1. and 2.12.).

In the report ANSV duly underlined the limits of the technical investigation, as also in other States whose criminal law procedures are those equivalent to that of Italy, in presence of the possible simultaneous judicial authority inquiry which, unlike the technical investigation, is carried out based on criminal procedure rules. Such limits have been precisely underlined also by ICAO during the audit to the Italian civil aviation system, carried out in May 2006.

ANSV within its field of responsibility, in completion of the technical investigation in question attempted to guarantee observance of those regulatory provisions contained in Annex 13 ICAO that recognize precise rights to certain States. Part of these rights, however, was found to be limited in the light of that envisaged by the criminal procedures system in force, on the occasion of the simultaneous inquiry by the judicial authority.

Considering the above, ANSV addressed specific safety recommendations to the Italian Minister of Justice and Minister of Transport in order to take necessary legislative initiatives aimed to ensure the rights of representatives and relevant consultants of foreign agencies appointed for technical investigations, according to provisions stated in Annex 13 ICAO, also in the event of a judicial authority inquiry.

3. Specific remarks on BEA and ATR technical comments

BEA, in addition to its comments, forwarded also the ATR technical comments (BEA technical advisor).

- *ANSV remarks on BEA technical comments*

JIC RAI issue

We fully agreed on the purpose of the JIC on removal and installation (RAI) of the Fuel Quantity Indicator; in the report it is never stated that the JIC RAI **must or should** have prescribed a congruity check between the indication and the effective fuel quantity on board using the dripsticks.

ANSV statements regarding the JIC RAI in the report are correct and they are based on the available evidences. They just states the fact that the JIC did not require a congruity check before the event. After that, the JIC was amended as further preventive measure from ATR. This consideration is not to be regarded too critical towards ATR.

An additional check, as amended in the new JIC in April 2006, cannot be considered as foolproof concept.

ANSV is in the opinion that an hardware modification on the FQI installation would be high desirable as real foolproof design. This was the concept that drove us to issue the safety recommendation to EASA (ANSV-7/443-05/2/A/05) which called for the possibility to mandate a modification of the Fuel Quantity Indicator installation in order to prevent any incorrect fitting. The main purpose was not to just recommend a change or amend the procedure of removal and installation, but to consider the possibility of an hardware modification. An hardware modification on the FQI installation would be high desirable as real foolproof design.

ANSV would like to draw the attention to all stakeholder in aviation that the setting up of allegedly flawless procedures are not always enough when safety is to be the first priority. Differences in the hardware and/or shape between similar components especially those directly related to safety are of paramount importance.

The fact that the Illustrated Part Catalog (IPC) is the only reference to check the applicability of different Part Numbers (PN) is stated in the report. The mechanics involved

in the event did not check prior to the removal and installation of the FQI the compatibility with the IPC and this was considered one of the active failure of the accident.

Revision of ATR recommended ditching procedure issue

Seen from a different perspective, the ditching is an emergency manoeuvre that can be performed with or without engine running, depending on the particular condition. Without engines running the ditching can be more difficult, especially in terms of obtaining the ATR recommended parameters for ditching, such as low vertical speed, pitch angle of 9° and low longitudinal speed. It is obvious that without thrust pilot workload is increased and a recommended procedure in this case would be advisable. For this reason ANSV is addressing to EASA a specific safety recommendation.

It has to be pointed out that the actual procedure in case of night ditching, shutting down both engines may be performed at captain discretion, immediately after the impact.

As reported in the justification sentence in the report, in case of failure of both engines, it is quite difficult for the flight crew to adapt to recommendations shown in the ditching emergency procedure. In absence of thrust, and without primary indications of aircraft instruments due to the subsequent power supply failure, it is, in fact, more difficult to coordinate all elements necessary to perform a good ditching manoeuvre (speed, vertical speed, attitude, direction, moment and point of contact with the sea).

ANSV is not recommending a new procedure, but is only recommending to amend the existing one in order to consider the ditching emergency procedure with and without both engines operating. We do not consider that the emendation of the ditching procedure could confuse crews and reduce their performance.

- *ANSV remarks on ATR comments*

ANSV prefers not to make any specific remarks on the ATR general statements and comments to the report.

ATR proposals for change were not included in the report and reasons for that were given directly to ATR during specific meetings.

ANSV believes that some of the information claimed by ATR are already included in the report, even if reported in a different form as they would have preferred; rationale behind other ATR proposals were not agreed by ANSV, hence the report was not amended.

It is important to note that revision of the JIC RAI for the FQI, as already stated in the report, was made by ATR by its own initiative, as further preventive measure, in April 2006 for the ATR 72 (in February 2006 for the ATR 42 type aircraft) and it would not seem that JIC revision was done following or in reply to ANSV safety recommendation (ANSV-7/443 05/2/A/05).

The status of the said recommendation, addressed to EASA, is still open.

4. Specific remarks on DGAC Tunisia comments

ANSV is the competent authority to conduct the investigation on ATR 72, TS-LBB. ANSV conducted it since the day of the accident.

The supposedly rights of Tunisia as State of Registry and Operator to conduct the investigation is not acceptable. On the basis of available evidences, given by Italian Navy and Italian Maritime Authorities, the aircraft ditched within Italian territorial waters.

Initial comments to the ANSV's draft final report, sent by DGAC Tunisia, were thoroughly discussed in specific meetings, as reported in the Synopsis. Some DGAC Tunisia proposals for change were agreed and the report was amended accordingly; others proposals were not agreed and thus not included and reasons for that were given directly to DGAC representatives during the said meetings.

ANSV would like to highlight that the banning of an air transport operator is not within ANSV power, as it is for any other purely investigation authorities. Anyway, DGAC Tunisia statement regarding the banning of Tuninter and the alleged "major prejudice to the operator" determined by ANSV investigation process is not true and cannot be accepted.

5. Specific remarks on Transportation Safety Board Canada comments

ANSV did not receive any remarks from TSB Canada on the final report. Transport Canada found it to be technically accurate.

APPENDICI

1. Commenti ricevuti dal TSB Canada
2. Commenti ricevuti dal BEA Francia
3. Commenti ricevuti dalla DGAC tunisina

Transportation Safety Board
of Canada



Bureau de la sécurité des transports
du Canada

200 Promenade du Portage
Place du Centre, 4th Floor
Gatineau, Quebec
Canada K1A 1K8

Our file : Notre référence
825-A05F0130

07 December 2007

Agenzia Nazionale Per La Sicurezza Del Volo
Via Attilio Benigni,
53 - 00156 Roma
Italy

To the attention of : Mr. Vincenzo Pennetta

**Re : Canada State Comments - Accident involving ATR 72-202, registration TS-LBB
operated by Tuninter, 06 August 2005, off-shore Palermo Airport, Sicily - Italy,
06 October 2005**

Dear Mr. Pennetta :

Thank you for providing Canada, as the State of Manufacture of the occurrence aircraft engine, with the opportunity to comment on the subject Draft Final Report. The Transportation Safety Board of Canada has no state comments to make on this report. Attached you will find comments from Transport Canada and Pratt & Whitney Canada for whatever action you may deem appropriate.

I look forward to receiving your Final Report on this investigation.

Sincerely,

Joe Jackson
Acting Director, Air Investigations

Attachments : Transport Canada comments, dated 29 November 2007
Pratt & Whitney Canada comments, dated 07 December 2007

Canada



Transport
Canada
Civil Aviation

Transports
Canada
Aviation Civile

Tower C, Place de Ville
5th Floor
330 Sparks Street
Ottawa, Ontario
K1A 0N8

Tour C, Place de Ville
5^e étage
330, rue Sparks
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

NOV. 29 2007

Your file Votre référence

Ms. Elaine Summers
Senior Technical Investigator
Transportation Safety Board of Canada
200 Promenade du Portage
Place du Centre, 4th Floor
Gatineau, Quebec
K1A 1K8

Our file Notre référence
AARQ 5002-A05F0130
RDIMS 3736556
TSB2007G104278

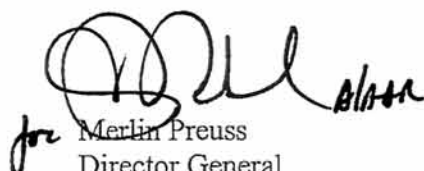
Dear Ms. Summers:

SUBJECT: ANSV Draft Aviation Investigation Report (TSB file A05F0130)
Ditching off the Coast of Capo Gallo
Tuninter
ATR 72 TS-LBB
Palermo, Sicily
06 August 2005

This is in response to your message of October 18, 2007, requesting departmental comments on the subject report. The appropriate officials have reviewed the report and have found it to be technically accurate; therefore, no comments are provided for the Board's consideration.

Should ANSV officials have any questions concerning this response, please contact Mr. Jim McMenemy of Aviation Safety Intelligence at 613-990-2142.

Yours sincerely,


for Merlin Preuss
Director General
Civil Aviation

Canada

BEA comments on ANSV Draft Final Report on the accident involving ATR 72 aircraft TS-LBB ditching off the coast of Capo Gallo (Palermo, Sicilia), Aug. 6th, 2005

BEA participation in the technical investigation :

In the synopsis, it is stated that :

"The Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (...) conducted the investigation in conformity with Annex 13 of the Convention on International Civil Aviation".

Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation (The Chicago Convention) sets out *inter alia* the 'International Standards and Recommended Practices' for the conduct of an aircraft accident investigation. The European Council Directive 94 / 56 / EC, which came into force on 21 November 1994, established the fundamental principles governing the investigation of civil aviation accidents and incidents within the European Union States. This Directive embodied the provisions of Annex 13 into European legislation.

France, as the State of Design and Manufacture of the ATR aircraft, had rights of participation in the investigation as laid down in Annex 13 to the Chicago Convention and EU Directive 94 / 56 / EC.

France appointed an Accredited Representative and Advisors from the Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) to participate in the investigation conducted by the *Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (ANSV)* under the provisions of the 'Convention' and the 'Directive'. The French Accredited Representative also appointed Technical Advisors representing the organizations with design responsibility for airframe and equipment and who were thus the best qualified individuals to assist in the investigation.

The Italian judicial authorities conducted a separate inquiry into the accident in parallel with the ANSV investigation. The manner in which the judicial investigation was conducted presented major impediments to the BEA's participation in the technical investigation.

The difficulties encountered are listed below.

The Italian judicial authorities did not allow the BEA Investigators to examine any items of the wreckage (Annex 13 Chapter 5. 25b) or to participate in component examinations (Annex 13, Chapter 5. 25g).

For example, the judicial authorities:

- a. Did not allow the BEA investigators to examine the wing nor the content of the tank.
- b. Did not allow the BEA investigators to participate to the examination of the onboard computers.
- c. Did not allow the BEA investigators to examine the engines.



d. Did not allow the BEA investigators to be systematically involved in the examination of evidence.

The Italian judicial authorities did not allow the BEA Investigators full access to all relevant evidence as soon as possible. (Annex 13 Chapter 5. 25d).

For example, the judicial authorities:

- a. Did not involve the BEA investigators to participate in the recorder and wreckage research.
- b. Did not grant access to recorders readout nor to the raw data or to the content of CVR information within a reasonable delay.
- c. Did not invite the BEA investigator to the operational flight simulation.

The BEA regrets that it has not been associated in a cooperative way to the technical investigation but is aware that it was mostly due to judicial authorities constraints. These constraints induced unnecessary delays and could, in some circumstances, have detrimental consequences on the identification and dissemination of critical safety information.

In addition, the BEA regrets that it was not involved in the writing of ANSV early safety recommendations (1, 2 and 3) addressed to EASA, and that it has not received, at that time, all the background information that led to issuance of these recommendations by ANSV.

These obstructions to France participation were in contravention with the State of Occurrence's obligations under the Chicago Convention (Annex 13). It is also in contravention of the European Council Directive 94 / 56 / EC which states "*investigators should be able to complete their tasks unhindered*".

Technical comments :

As stated in ATR comments (N° 1, 2, 7), we would suggest to recall the purpose of the Job Instruction Card (JIC) which is not to check whether the equipment is appropriate or not but to give a detail procedure to reinstall the same equipment (same P/N). The Illustrated Part Catalog (IPC) is the only reference to check the applicability of different Part Numbers (PN).

The BEA does not support the integration of a new ditching procedure « with engine » versus « no engine ». As stated by ATR there is no reason for the crew to adjust the power to reach a specific touch down zone when ditching, considering that anyway, the present procedure requests to shutdown both engines and to feather the propellers at 200 feet. This is an emergency procedure that should be performed using basic pilot skills and experience to manage flight with minimal energy at impact. The application of a new procedure in such a high work load environment could confuse crews and possibly reduce crew performance.

An Alenia Aeronautica and EADS joint venture



TO: BEA /ANSV

**ATTEN: Messrs. P.L. ARSLANIAN,
R. JOUTY, Y. TORRES,
L. SARTORIUS (BEA)**

CC: C.ORSI, (ATR)

ATR Continued Airworthiness

FAX:

PHONE:

REF: DO/TC 5346/07

FROM: G. CALDARELLI

FAX: 00 33 5 6221 6718

PHONE: 00 33 5 6221 6150

DATE: 7/12/01

N° PAGES: 7

**SUBJECT : ATR 72-202 TS-LBB accident occurred the 5th of August 2005
FINAL DRAFT REPORT ISSUED BY ANSV**

Dear Sir,

I received the draft of the FINAL REPORT issued by the ANSV of Italy of the accident occurred the 5th of August 2005 to the ATR 72-202 TS-LBB.

I send hereunder the comments to the report, as contribution to the final version of the Report.

GENERAL STATEMENTS

- The investigation has been performed by ANSV and ATR had been appointed as technical advisor of Accredited Representative of BEA.
- ATR did not participate to the whole investigation activities because was not made aware of the investigation activities going on.
- The ATR contributions have been:
 - Technical advisor for fuel sampling collection from wing tank.
 - Provide the flight simulator equipment without crew to the ANSV to study the crew flight management from the first engine out to the ditching.
- ATR asked to all operators to inspect the correct installation of FQI as soon as it was discovered the incorrect installation. (See: ANSV-6/443-05/1/A/05)
- ATR has made the removal and installation of the FQI even more robust toward non-correct operations. The JIC (Job Instruction Card) for removal and installation already required a test of the FQI after installation. Since February 2006 requires also the application of an already existing JIC for check of coherence, which is performed by mean of dipsticks, of fuel quantity indicated on the FQI and the physical quantity of fuel in the tanks. It is to be noted that if qualified personnel

performs the replacement then this further barrier would be unnecessary because the correct P/N would have been checked before installation. (See: ANSV-7/443-05/2/A/05).

- ATR since 1997 has developed, according to certification requirements for ETOPS operation, the second low-level alert, which is independent from the fuel indication system. The technical solution was made available to all operators of in service aircraft with recommended service bulletins: for ATR 42 as per SB ATR42-28-0033 of 12 July 1997 and for ATR-72 as per SB ATR72-28-1013 of 14 December 1998.

The same solution was introduced for production standardization in newly delivered aircraft since October 1997 for ATR 72 from serial number 529 and since May 1998 for ATR 42 from serial number 561. (See: ANSV-13/443-05/3/A/05).

- The FQI part number is defined by FQI manufacturer and is reported within aircraft IPC Illustrated Part catalog. All wrong manipulations or incorrect writing made outside ATR are not monitored by ATR.

COMMENTS TO THE REPORT

1. **Page 3 of report:****Report Sentence:** 1.1.1 end of paragraph

"In accordance with the ATR maintenance manual applicable at the time, the replacement procedure did not require any manual checks, using the so-called dipsticks, of the actual quantity of fuel present in each tank, or the subsequent comparison with the value shown by the FQI".

Proposal:

delete

Reason for change:

The Job Instruction Card (JIC) is not made for checking the correct P/N. The correctness of P/N must to be made by using the IPC. The JIC has been enhanced by ATR since February 2006 and is now in line with ANSV recommendation (See ANSV-7/443-05/2/A/05).

2. **Page 6 of report:****Report Sentence:** 1.1.2 end of paragraph

"The technician responsible for replacing the part removed the faulty FQI P/N 748681-2, S/N 179 from TS-LBB and replaced it with the P/N 749-158, S/N 238 indicator, following the detailed instructions of the Job Instruction Card JIC 28-42-81 RAI 10000 (procedure set by the ATR manufacturer for the replacement of the part - Annex C), which did not require any checking on the correctness of the information provided by the device, but only the testing of the lights of the display after fitting."

Proposed Sentence:

"The technician responsible for replacing the part removed the faulty FQI P/N 748681-2, S/N 179 from TS-LBB and replaced it with the P/N 749-158, S/N 238 indicator without checking the P/N with the aircraft manufacturer documentation IPC and not using the detailed instructions of the Job Instruction Card JIC 28-42-81 RAI 10000 (procedure set by the ATR for the replacement of the part - Annex C)."

Reason for change:

The Job Instruction Card (JIC) is not made for checking the correct P/N. The correctness of P/N must to be made by using the IPC. The JIC has been enhanced by ATR since February 2006 and is now in line with ANSV recommendation (see ANSV-7/443-05/2/A/05).

3. **Pag 40 of report:****Report Sentence:** 1.6.5.2

"The ATR 42 and ATR 72 type FQIs are identical in their dimension and installation procedure. Therefore an ATR 42 type FQI can be installed by mistake on an ATR 72 aircraft and vice versa. The only difference between the two FQIs, when installed on the aircraft, is white lettering indicating the maximum fuel quantity for each wing fuel tank. This can be found on the front of the instrument and is "2500 Kg" for the ATR 72 type FQI and "2250 Kg" for the ATR 42 type."

Proposed revised Sentence:

"The ATR 42 and ATR 72 type FQIs are identical in their dimension and installation modalities. However, the differences between the two FQIs are:

(i) Normalized white lettering indicating the maximum fuel quantity for each wing fuel tank. This can be found on the front of the instrument and is "2500" for the ATR 72 type FQI and "2250" for the ATR 42 type, and

(ii) the equipment Part Number located on the top of the equipment." Therefore, an ATR 42 type FQI may be wrongly installed by mistake on an ATR 72 aircraft and vice versa only when the P/N is not checked by reference to the IPC and when the relevant JICs checks are not applied. "

Reason for change:

The second sentence of the paragraph must be revised to prevent misleading information and rectify the identification purpose of the Part Number. The external shape, color and aspect do not guarantee that the part will fulfill its intended function, but the P/N does.

4. Page 137

Report Sentence: 1.16.5.1.2.

"in real conditions (...) the test pilots would very probably have opted to bring the aircraft down into the sea, where there is a better chance of limiting damage to aircraft and passengers than when making a forced landing on irregular ground (...)"

Proposed revised Sentence: delete

Comments:

This sentence is not factual, the pilot never had this choice: water or irregular ground. It is always better to land on the runway rather than to make a ditching.

5. Page 137 of report:

Report Sentence: 1.16.5.1.2.

"Considerations: indeed, the tests conducted proved that it was difficult to maintain an optimum speed profile,"

Proposal: delete

Comment:

Speed variations of + or -5 kts around the VMLB - which is the optimum descend speed - do not reduce or increase the range. In fact the aircraft aerodynamic variations around VMLB speed have negligible effect.

6. **Page 154 of report:****Report Sentence:** 1.18.4.3.

"The ditching procedures is set in the aircraft's technical and operating documentation(...) and refers to general system operating conditions (...). Indeed, the procedure does not specify the causes necessitating ditching (...)".

Comment:

There is no substantial difference between ditching with or without engine running. Engine power can help in choosing closer or longer the impact point on the trajectory but this is not important on the water where no runway threshold exists. All aircraft FCOM's are made with this concept.

7. **Page 153 of report:****Report Sentence:** lines 2-9

"The Job Instruction Card (JIC) applicable on the date of the occurrence (Appendix C) for the replacement of the FQI did not prescribed either a check on congruity between the FQI readings and the data entered in the aircraft records or a check to establish whether the FQI readings before and after replacement were the same/consistent. It only prescribed ensuring that the post-installation test designed to light up the LO LVL warning light and all the LEDs on the two FQI displays had been carried out. Nor did the JIC require the accuracy of the instrument reading to be checked using the dipsticks inserted into the undersides of the wings."

Proposed sentence:

"The Job Instruction Card (JIC) applicable on the date of the occurrence (Appendix C) for the replacement of the FQI did prescribe to ensure that the post-installation test designed to light up the LO LVL warning light and all the LEDs on the two FQI displays had been carried out (by reference to the JIC TST 28-42-00 TST 10 000). JIC 28-42-81 RAI 10000 calls for FQI electrical check (digits and low level lights) to insure proper connection between airframe and equipment."

Comment:

The Job Instruction Card (JIC) is not made for checking the correct P/N. The correctness of P/N must to be made by using the IPC. The JIC has been enhanced by ATR since February 2007 with a link to an existing JIC for checking the coherence of the fuel indicated on the FQI and the quantity in the tanks measured with dipstick. This JIC is also in line with ANSV recommendation (See ANSV-7/443-05/2/A/05).

8. **Page 191 of report:****Report Sentence:** 2.5

"The ditching procedure given in ATR 72 manuals, as usually given for other aircraft types, is structured so the crew can normally rely on engine power to perform the final control of parameters fundamental for aircraft flight. As shown in previous Chapter 1, paragraph 1.18.3.3, it is in fact required that, in the last 200 ft, to feather the propellers, close the engine fuel feed valves and to operate the fire extinguishers in the engines. This operation should prevent fire breakouts during impact. The ditching manoeuvre is per se an emergency manoeuvre and, if performed without engine thrust in the approach phase, it is quite difficult to complete it adequately. It is extremely difficult to choose the optimum heading compared to the wave motion, to set the aircraft in the ideal attitude without losing control, not having the engine thrust available."

Proposed sentence:

"The ditching procedure given in ATR 72 manual is as usually given for other aircraft types. It is required, in the last 200 ft, to feather the propellers, close the engine fuel feed valves and to operate the fire extinguishers in the engines. This operation should prevent fire breakouts during impact."

Comment:

As evidenced by the statement the engines must be shut off and the propellers must be feathered. This means no engine running in case of ditching even when engine are available. There is no difference for a ditching with or without engine thrust because there is not a target landing point such as runway threshold. Consequently, it is incorrect to state that the ditching procedure given in ATR 72 manuals is structured so the crew can normally rely on engine power.

9. **Page 192 of report:****Report Sentence:** 2.5 end of paragraph

"Therefore it is advisable to integrate information available in FCOM and QRH emergency procedures, in order to consider also the possibility of ditching without thrust from both engines."

Proposal:

Delete

Comment:

One procedure is enough and it is complete.

10. **Page 208 of report:****Report Sentence:** lines 1-5

"Inadequate manufacturer's control procedures, concerning FQI replacement".

Proposal:

Delete "manufacturer" because not applicable

Reason for change:

First Manufacturer does not have control procedure for FQI replacement. The aircraft manufacturer gives the sequence of action to fulfill to replace correctly equipment. The Manufacturer also gives the list of equipment, which can be installed on each aircraft model this document is the IPC. The control is made on site by operator organization.

Giuseppe Caldarelli

ATR Certification, Continued Airworthiness,
Maintenance Engineering and Safety



RÉPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE TRANSPORT
 Direction Général de l'Aviation Civile

03535

December 6, 2007

M. BRUNO FRANCHI
 President
 ANSV

Dear Sir,

Further to Draft Final report submitted December the 4th, 2007 by Italian ANSV we first of all would like to reiterate, that according to data communicated early this year and available in Mr [omissis] and Mr [omissis] reports, the accident occurred in international water and thus the investigation have to be conducted by state of registration of the aircraft; in this specific case Tunisia.

Even though Italy, in accordance, with article 38 of ICAO convention, had notified ICAO of non existence of any difference with annex 13; during the investigation process, the ANSV has not observed International Civil Aviation Convention Annex 13 rules especially provision of articles 5.3 and 5.25. For instance, accredited representative of Tunisia has not been allowed to participate to investigation process; CVR was made available to media...

It should be reminded that, in the beginning of investigation process, ANSV has claimed that Tunisian Authority was shackling investigation process and Italian authority have banned TUNINTER further to first ANSV findings and recommendations. As far as we know, such an action has never been taken after any accident before.

On the other hand, neither Annex 13 paragraph 4.2 g and k nor annex 13 Paragraph 4.4 were observed by ANSV.

"Format and content

4.2 The notification shall be in plain language and contain as much of the following information as is readily available, but its dispatch shall not be delayed due to the lack of complete information:

[...]

g) position of the aircraft with reference to some easily defined geographical point and latitude and longitude;

j) an indication to what extent the investigation will be conducted or is proposed to be delegated by the State of Occurrence;

[...]"

"Additional information

4.4 As soon as it is possible to do so, the State of Occurrence shall dispatch the details omitted from the notification as well as other known relevant information".

In this context, it must be emphasized that some information is different from previously communicated by ANSV and Italian justice ones particularly when dealing with the impact and wreckage coordinates. One shall bear in mind the annex 13 paragraph 5.3 and 5.3.1:

"5.3 When the location of the accident or the serious incident cannot definitely be established as being in the territory of any State, the State of Registry shall institute and conduct any necessary investigation of the accident or serious incident. However, it may delegate the whole or any part of the investigation to another State by mutual arrangement and consent.

5.3.1 States nearest the scene of an accident in international waters shall provide such assistance as they are able and shall, likewise, respond to requests by the State of Registry."

Moreover and according to ANSV, it was impossible to stick to annex 13 rules as judicial authorities did not recognize the right granted by annex 13 paragraph 5.25 and 5.27:

« Participation

5.25 Participation in the investigation shall confer entitlement to participate in all aspects of the investigation, under the control of the investigator-in-charge, in particular to:

- a) visit the scene of the accident;*
- b) examine the wreckage;*
- c) obtain witness information and suggest areas of questioning;*
- d) have full access to all relevant evidence as soon as possible;*
- e) receive copies of all pertinent documents;*
- f) participate in read-outs of recorded media;*
- g) participate in off-scene investigative activities such as component examinations, technical briefings, tests and simulations;*
- h) participate in investigation progress meetings including deliberations related to analysis, findings, causes and safety recommendations; and*
- i) make submissions in respect of the various elements of the investigation.*

However, participation of States other than the State of Registry, the State of the Operator, the State of Design and the State of Manufacture may be limited to those matters which entitled such States to participation under 5.23. »

"Rights and entitlement

5.27 A State which has a special interest in an accident by virtue of fatalities or serious injuries to its citizens shall, upon making a request to do so, be permitted by the State conducting the investigation to appoint an expert who shall be entitled to:

- a) visit the scene of the accident;*
- b) have access to the relevant factual information;*
- c) participate in the identification of the victims;*
- d) assist in questioning surviving passengers who are citizens of the expert's State; and*
- e) receive a copy of the Final Report"*

According to above mentioned facts, it became obvious that ANSV, in total violation of international civil aviation convention, did not take into consideration the right of Tunisia as the state of registration to conduct this investigation. Furthermore ANSV did not have any procurement or habilitation from Tunisian authority to lead this investigation.

It is also pertinent to remind that banning TUNINTER, further to preliminary investigation conclusions, is a serious precedent violating annex 13 paragraph 3.1 which states:

"3.1 The sole objective of the investigation of an accident or incident shall be the prevention of accidents and incidents. It is not the purpose of this activity to apportion blame or liability."

Thus the objective of the investigation process was not observed by ANSV causing major prejudice to the operator even though that all data was provided by Tunisia accredited representative before this banning in conformity with annex 13 rules.

It's crucial to remind that during the investigation process, and in contradiction to what ANSV declared in the beginning, Tunisian authorities had strictly respected annex 13 standards and would have wished similar attitude.

The Tunisian accredited representative was not allowed to use the rights provided by paragraph 5.25 of ICAO annex 13.

Therefore, and considering the above mentioned facts about non respect of annex 13 rules (Particularly 3.1, 4.2, 5.3, 5.3.1, 5.25, and 5.27) by ANSV: it's established that:

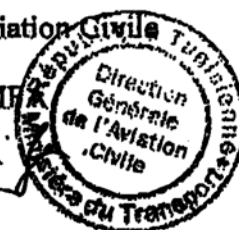
- ANSV is not competent to conduct this investigation
- Above mentioned report is null and void.

Best regards,

Le Directeur Général de l'Aviation Civile

Hamadi BEN KHELIL

H. Ben Kheili



Copy : Secrétaire général de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

(Nota trasmessa dall'Ambasciata di Tunisia a Roma)

Traduzione non ufficiale

Le riserve espresse dalla parte Tunisina riguardanti le procedure seguite dalla parte italiana in occasione dello svolgimento dell'inchiesta tecnica e dell'elaborazione del progetto di relazione riguardante l'incidente dell'aereo della TUNINTER avvenuto il 6 Agosto 2005

Le disposizioni dell'allegato 13 della Convenzione di Chicago relative all'aviazione civile internazionale	Le differenze riscontrate rispetto alle disposizioni dell'allegato 13 della Convenzione di Chicago
Articolo 5.3: Quando risulta impossibile stabilire con certezza che l'incidente oppure il luogo dell'incidente grave si trova sul territorio di un qualsiasi Stato, lo Stato di immatricolazione aprirà e svolgerà ogni inchiesta necessaria sull'incidente oppure sul fatto grave accaduto. Tuttavia, esso potrà delegare la condotta dell'inchiesta nel suo insieme oppure in parte ad un altro Stato per accordo e unanime consenso.	Tenuto conto dell'incertezza dei coordinate geografiche del luogo dell'incidente presentate dalla parte italiana e verificate dalla parte tunisina, lo Stato Tunisino in quanto Stato di immatricolazione dell'aereo dovrebbe essere dichiarato competente per svolgere l'inchiesta nonché elaborare il rapporto.
Articolo 5.25: La partecipazione all'inchiesta darà la facoltà di partecipare a tutti gli aspetti dell'inchiesta, sotto il controllo dell'inquirente designato, e in particolare di: a) visitare il luogo dell'incidente; b) esaminare il relitto; c) ottenere informazioni da parte dei testimoni e di proporre soggetti di interrogazione; d) avere libero accesso ad ogni informazione utile, il più presto possibile; e) ricevere copie di tutti i documenti pertinenti; f) partecipare alla lettura delle registrazioni; g) partecipare alle attività d'inchiesta al di fuori dei luoghi dell'incidente quali gli esami degli elementi, gli esposti tecnici, le prove e simulazioni; h) partecipare alle riunioni sull'avanzamento dell'inchiesta e, in particolare, alle deliberazioni che vertono sull'analisi, le conclusioni, le cause e le raccomandazioni di	Il rappresentante accreditato della Parte tunisina presso la commissione d'inchiesta tecnica italiana, non è stato autorizzato a partecipare alla maggior parte delle tappe delle investigazioni e dell'inchiesta. Non è stato autorizzato, altresì, ad avere accesso agli elementi ed informazioni utili all'inchiesta.

sicurezza; i) fare suggerimenti riguardo ai vari elementi dell'inchiesta; rimanendo inteso, però, che la partecipazione degli Stati diversi dallo Stato d'immatricolazione, lo Stato del gestore, lo Stato di concezione e lo Stato di costruzione può essere limitata alle questioni che hanno dato a codesti Stati la facoltà di partecipare all'inchiesta in virtù delle disposizioni dell'art. 5.23	
Non divulgazione degli elementi Articolo 5.12: Lo Stato che conduce l'inchiesta su un incidente non comunicherà nessuno degli elementi descritti di seguito ad altri fini che quelli dell'inchiesta sull'incidente a meno che l'autorità incaricata e l'amministrazione della giustizia nello Stato in questione non decida che la loro divulgazione sia più importante che le incidenze negative che tale misura potrebbe avere, ai livelli nazionale ed internazionale, sull'inchiesta oppure su ogni altra ulteriore inchiesta.: a) tutte le dichiarazioni ottenute da persone da parte dei servizi d'inchiesta nel corso delle loro investigazioni; b) tutte le comunicazioni tra persone che hanno partecipato allo sfruttamento dell'aeronave; c) informazioni di ordine medico e privato riguardanti le persone coinvolte nell'incidente; d) registrazioni delle conversazioni nella cabina di pilotaggio e trascrizioni di tali registrazioni; e) registrazioni e trascrizioni delle registrazioni provenienti dagli organismi di controllo del traffico aereo; f) opinioni espresse nel corso dell'analisi delle informazioni ivi comprese le informazioni fornite dai registratori di bordo.	Alcuni elementi tra cui, in particolare, le registrazioni delle conversazioni della cabina di pilotaggio, sono state pubblicate dai media italiani (TV, Internet, giornali...)
Articolo 5.4. Il servizio d'indagine sugli	L'ANSV, che ha svolto l'inchiesta tecnica,

incidenti deve poter svolgere l'inchiesta in totale indipendenza e senza restrizioni, in accordo con le disposizioni del presente allegato. L'inchiesta comprenderà: a) la raccolta, la registrazione e l'analisi di tutte le informazioni disponibili relative all'incidente in questione; b) se occorre, la formulazione di raccomandazioni sulla sicurezza; c) se possibile, la determinazione delle cause; d) la stesura della relazione finale; e) Quando sarà possibile, occorrerà ispezionare i luoghi dell'incidente, esaminare il relitto e prendere nota delle dichiarazioni dei testimoni.	ha utilizzato analisi e conclusioni effettuate da altri organismi (incompetenti per svolgere l'inchiesta tecnica).
--	---

NB: Lo Stato Italiano ha adottato l'allegato 13 della Convenzione di Chicago relativa all'aviazione civile internazionale nella sua totalità senza alcuna riserva o notifica di differenza.