

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile
CESSNA 177B marche di identificazione I-LFSA,
in località Costano, Comune di Bastia Umbra (Perugia),
20 gennaio 2008

INDICE

| | |
|-------------------------------------------------------|-----|
| INDICE | I |
| OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA | III |
| GLOSSARIO | IV |
| PREMESSA | VI |
| CAPITOLO I - INFORMAZIONI SUI FATTI | 01 |
| 1. GENERALITÀ | 01 |
| 1.1. STORIA DEL VOLO | 01 |
| 1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE | 02 |
| 1.3. DANNI RIPORTATI DALL' AEROMOBILE | 02 |
| 1.4. ALTRI DANNI | 02 |
| 1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE | 03 |
| 1.5.1. Equipaggio di condotta | 03 |
| 1.6. INFORMAZIONI SULL' AEROMOBILE | 04 |
| 1.6.1. Informazioni generali | 04 |
| 1.6.2. Informazioni specifiche | 05 |
| 1.6.3. Informazioni supplementari | 07 |
| 1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE | 15 |
| 1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE | 17 |
| 1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio | 17 |
| 1.8.2. Sistemi disponibili a bordo | 18 |
| 1.8.3. Altre informazioni | 18 |
| 1.9. COMUNICAZIONI | 19 |
| 1.9.1. Servizio mobile | 19 |
| 1.9.2. Servizio fisso | 20 |
| 1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni | 20 |
| 1.10. INFORMAZIONI SULL' AEROPORTO | 23 |
| 1.11. REGISTRATORI DI VOLO | 24 |
| 1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO | 24 |
| 1.12.1. Luogo dell'incidente | 24 |
| 1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami | 24 |
| 1.12.3. Esame del relitto | 25 |
| 1.12.4. Dinamica di impatto | 33 |

| | | |
|---------|--------------------------------------------|----|
| 1.13. | INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA | 34 |
| 1.14. | INCENDIO | 34 |
| 1.15. | ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA | 34 |
| 1.16. | PROVE E RICERCHE EFFETTUATE | 34 |
| 1.17. | INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI | 34 |
| 1.18. | INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI | 35 |
| 1.18.1. | Tracciati radar | 35 |
| 1.19. | TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI | 37 |
| 1.19.1. | Registrazioni audio | 37 |
| 1.19.2. | GPS portatile | 38 |
| 1.19.3. | Strumentazione di bordo | 38 |
| 1.19.4. | Orizzonte artificiale | 39 |
| | CAPITOLO II - ANALISI | 43 |
| 2. | GENERALITÀ | 43 |
| 2.1. | FATTORE TECNICO | 43 |
| 2.2. | FATTORE AMBIENTALE | 44 |
| 2.3. | FATTORE UMANO | 46 |
| | CAPITOLO III - CONCLUSIONI | 50 |
| 3. | GENERALITÀ | 50 |
| 3.1. | EVIDENZE | 50 |
| 3.2. | CAUSE | 51 |
| | CAPITOLO IV - RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA | 53 |
| 4. | RACCOMANDAZIONI | 53 |

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

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

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

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.

L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, comma 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come ad esempio quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.

L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.

Una raccomandazione di sicurezza non costituisce, di per sé, una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente (art. 17, comma 3, regolamento UE n. 996/2010).

La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, comma 2, regolamento UE n. 996/2010).

N.B. L'incidente oggetto della presente relazione d'inchiesta è occorso in data precedente l'entrata in vigore del regolamento UE n. 996/2010. Alla relativa inchiesta (già denominata "tecnica") è stata conseguentemente applicata la normativa previgente il citato regolamento UE n. 996/2010.

GLOSSARIO

(A): Aeroplane.

AIP: Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.

ALS: Approach Lighting System, sistema luminoso di avvicinamento.

ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.

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.

ATS: Air Traffic Services, servizi del traffico aereo.

CAT I, CAT II, CAT III: categorie di avvicinamento strumentale.

CIT: certificato di idoneità tecnica.

CPL: Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale.

CRI: Class Rating Instructor, istruttore abilitazioni classe.

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

DA: Decision Altitude, altitudine di decisione.

DH: Decision Height, altezza di decisione.

DME: Distance Measuring Equipment, apparato misuratore di distanza.

EGT: Exhaust Gas Temperature, temperatura dei gas di scarico dei motori.

ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.

ENAV SPA: Società nazionale per l'assistenza al volo.

FAA: Federal Aviation Administration, Autorità dell'aviazione civile statunitense.

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

FI: Flight Instructor, istruttore di volo.

FL: Flight Level, livello di volo.

FT: foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.

FTO: Flying Training Organisation, scuola di volo.

GPS: Global Positioning System, sistema di posizionamento globale.

HPA: hectopascal, unità di misura della pressione pari a circa un millesimo di atmosfera.

IAS: Indicated Air Speed, velocità indicata rispetto all'aria.

ICAO/OACI: International Civil Aviation Organization, Organizzazione dell'aviazione civile internazionale.

IFR: Instrument Flight Rules, regole del volo strumentale.

ILS: Instrument Landing System, sistema di atterraggio strumentale.

IMC: Instrument Meteorological Conditions, condizioni meteorologiche di volo strumentale.

IR: Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale.

IRI: Instrument Rating Instructor, istruttore di volo strumentale.

KT: knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.

MA: Missed Approach, mancato avvicinamento.

ME: Multi Engine, plurimotore.

MEA: Minimum En-route Altitude, altitudine minima di rotta.

MEP: Multi Engine Piston, abilitazione per pilotare plurimotori con motore alternativo.

METAR: METeorological Aerodrome Report.

MHZ: megahertz.

MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.

NM: nautical miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).

NTSB: National Transportation Safety Board, Autorità investigativa statunitense per la sicurezza dei trasporti.

OM: Outer Marker, marker esterno.

P/N: Part Number.
PPL: Private Pilot Licence, licenza di pilota privato.
QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.
QTB: quaderno tecnico di bordo.
RPM: giri al minuto.
RVR: Runway Visual Range, portata visuale di pista.
RWY: Runway, pista.
SAIB: Special Airworthiness Information Bulletin.
SE: Single Engine, monomotore.
SEP: Single Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili monomotore a pistoni.
SID: Standard Instrument Departure, partenza strumentale standard.
S/N: Serial Number.
SP: Single Pilot, monopilota.
SPECI: Aviation selected special weather report, osservazioni meteorologiche speciali selezionate per l'aviazione.
STAR: Standard Instrument Arrival, arrivo strumentale standard.
TAF: Aerodrome Forecast, previsione di aeroporto.
TEMPERATURA DI RUGIADA: termine meteorologico per definire la temperatura di riferimento alla quale la massa d'aria in raffreddamento condensa.
TESTATA: termine per identificare la parte iniziale di una pista.
TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto.
UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
VFR: Visual Flight Rules, regole del volo a vista.
VHF: Very High Frequency (from 30 to 300 MHz), altissima frequenza (da 30 a 300 MHz).
VMC: Visual Meteorological Conditions, condizioni meteorologiche di volo a vista.
VNE: Never exceed speed, velocità da non superare mai.
VOR: VHF Omnidirectional radio Range, radiosentiero omnidirezionale in VHF.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 20 gennaio 2008, alle ore 16.43'58" UTC (17.43'58" locali), in località Costano, Comune di Bastia Umbra, al confine con il Comune di Bettona, in provincia di Perugia, ed ha interessato l'aeromobile tipo Cessna 177B marche di identificazione I-LFSA.

Nel corso di un volo di addestramento finalizzato al conseguimento dell'abilitazione al volo strumentale, durante la fase di avvicinamento alla pista dell'aeroporto di Perugia, l'aeromobile impattava il suolo 4540 m prima della pista. Nel corso dell'evento i due occupanti del velivolo perdevano la vita, mentre l'aeromobile andava distrutto senza causare danni a terzi in superficie.

L'ANSV è stata informata dell'incidente il giorno stesso dall'ENAV SpA.

L'ANSV ha effettuato il sopralluogo operativo al mattino del giorno successivo l'incidente.

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

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITÀ

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

1.1. STORIA DEL VOLO

Il giorno 20 gennaio 2008 l'aeromobile Cessna 177B marche di identificazione I-LFSA, con a bordo un pilota istruttore ed un pilota allievo (nello specifico, un'allieva) decollava dall'aeroporto di Roma Urbe (LIRU) alle ore 15.43 UTC, con destinazione l'aeroporto di Perugia S. Egidio (LIRZ). Il volo era finalizzato allo svolgimento di una attività di addestramento avanzato al volo strumentale per il conseguimento della licenza di pilota commerciale (CPL) da parte dell'allieva. La missione di addestramento, la numero 7 del programma istruzionale, prevedeva, tra l'altro, la effettuazione delle seguenti attività: navigazione con partenza VFR; inserimento IFR; navigazione; procedura di attesa e calcoli in navigazione; avvicinamento di precisione; mancato avvicinamento; *circling*; atterraggio; spegnimento; partenza IFR; navigazione; cancellazione IFR; avvicinamento a vista; atterraggio; operazioni post volo.

Prima del volo l'equipaggio compilava il relativo piano di volo, del tipo "Z", che prevedeva un volo della durata di 75 minuti con: decollo da Roma Urbe in VFR; inserimento IFR sul VOR di Bolsena; navigazione a FL100 nell'aerovia L865 fino al punto GITOD; atterraggio sull'aeroporto di Perugia.

Dopo l'atterraggio sull'aeroporto di Perugia era previsto un secondo volo, con decollo in IFR, navigazione IFR fino a Roma Ciampino, con atterraggio in VFR notturno su tale aeroporto.

Il volo si svolgeva regolarmente fino alla fase di avvicinamento all'aeroporto di Perugia, allorquando l'aeromobile, dopo aver comunicato di essere a 5 NM dalla pista, stabilizzato sul sentiero ILS, veniva autorizzato ad un mancato avvicinamento.

Dopo circa 2 minuti e 44 secondi dal *read-back* di questa ultima autorizzazione, con la radio di bordo rimasta attiva in trasmissione e quindi con tutte le successive conversazioni di bordo trasmesse in frequenza e registrate dagli apparati a terra, l'aeromobile impattava il

suolo in un campo arato, 4540 m prima della pista. Nell'impatto i due occupanti del velivolo riportavano ferite tali da causarne il decesso immediato.



Foto 1: il relitto del velivolo.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

| Lesioni | Equipaggio | Passeggeri | Totale persone a bordo | Altri |
|---------|------------|------------|------------------------|-------|
| Mortali | 2 | | 2 | |
| Gravi | | | | |
| Lievi | | | | |
| Nessuna | | | | |
| Totali | 2 | | 2 | |

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Nel corso dell'evento l'aeromobile andava totalmente distrutto.

1.4. ALTRI DANNI

Non risultano danni a terzi in superficie.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Pilota istruttore

Generalità: maschio, 60 anni di età, nazionalità italiana.

Licenza: CPL (A) in corso di validità.

Abilitazioni in esercizio: FI, IRI, CRI, IR (SP) (SE), IR (SP) (ME), SEP (land); MEP (land), radiotelefonia in lingua inglese.

Controlli periodici: *check* IR effettuato in data 8 ottobre 2007 su bimotore PA-23.

Controllo medico: visita medica di classe prima in corso di validità (nessuna limitazione).

Esperienza di volo del pilota istruttore: si veda tabella successiva.

| | Ore totali | Ore di volo sul tipo di a/m | Ore di volo IFR | Ore di volo notturno |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|
| Ultime 24 ore | | | | |
| Ultime 7 giorni | | | | |
| Ultime 90 giorni | 36h 08' | 08h 53' | 08h 53' | 01h 37' |

Storia professionale dell'istruttore: si veda tabella successiva.

| Tipo a/m | Attività di volo | Qualifica di impiego | Autorizzazioni | Incarichi aziendali |
|-----------|------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| P.166 DL3 | | comandante | istruttore di specialità | |
| ATR 42 | | comandante | istruttore di specialità | |
| AB-412 | | comandante | istruttore di specialità | |

Già ufficiale pilota e comandante di elicotteri e velivoli della Guardia di finanza, aveva effettuato un totale complessivo di oltre 5000 ore di volo, di cui circa 3000 in qualità di istruttore di volo. Dal 2001 era inserito in qualità di istruttore di volo negli organici della scuola della società esercente l'aeromobile.

Pilota allievo

Generalità: femmina, 23 anni di età, nazionalità italiana.

Licenza: PPL (A) in corso di validità.

Abilitazioni in esercizio: SEP (land).

Controllo medico: visita medica di classe prima in corso di validità.

Esperienza di volo dell'allieva: si veda tabella successiva.

| | Ore totali | Ore di volo sul tipo di a/m | Ore di volo IFR | Ore di volo notturno |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|
| Ultime 24 ore | | | | |
| Ultimi 7 giorni | | | | |
| Ultimi 90 giorni | 08h 53' | 08h 39' | 08h 39' | |

Storia professionale dell'allieva: si veda tabella successiva.

| Tipo a/m | Attività di volo | Qualifica di impiego | Autorizzazioni | Incarichi aziendali |
|--------------------------|------------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| SEP (land) vari aa/mm | 194h 41' | | | |
| Simulatore | 40h | allieva in addestramento | | |

I totali riportati sono stati rilevati dalle trascrizioni sul *logbook* dell'allieva (aggiornato alla data dell'8 novembre 2007) e dagli statini dei voli istruzionali effettuati dopo questa data. Da tale documentazione si ricava che l'allieva aveva effettuato sull'aeromobile incidentato circa 13 ore di volo nel corso degli ultimi dodici mesi.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

Il Cessna 177B (Cardinal) è un velivolo quadriposto monomotore, ad elica, in struttura metallica e cabina non pressurizzata, con architettura ad ala alta e carrello triciclo del tipo fisso.

Le sue caratteristiche principali sono le seguenti: apertura alare 10,83 m; lunghezza 8,31 m; altezza 2,62 m; capacità di carburante 189 l; MTOM 1134 kg.

Equipaggiato con un motore a pistoni Lycoming da 180 hp ed elica metallica bipala a passo variabile, il Cardinal ha una VNE di 136 nodi, una velocità di crociera di 124 ed una quota di tangenza di 4450 m.



Foto 2: il Cessna 177B I-LFSA.

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

| | |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Costruttore: | Cessna Aircraft Corporation. |
| Modello: | 177B Cardinal. |
| Numero di costruzione: | 17702080. |
| Anno di costruzione: | 1974. |
| Marche di naz. e immatricolazione: | I-LFSA. |
| Certificato di immatricolazione: | n. 8120 dell'11 febbraio 1988. |
| Esercente: | Aviomar srl. |
| Proprietario: | Aviomar srl. |
| Certificato di navigabilità: | n. 11860/a in corso di validità. |
| Specifica di navigabilità: | n. 11860/b. |
| Condizioni di volo autorizzate: | di notte, VFR/C (VFR con contatto visivo del terreno); era inoltre idoneo per le seguenti condizioni di volo dipendenti dagli impianti radio, elettrico e strumenti: VFR/V (VFR nelle zone di copertura delle radioassistenze in VHF), IFR/V (IFR nelle zone di copertura delle radioassistenze in |

VHF), ILS (avvicinamento ILS di categoria non specificata).

Ore totali: 5761h 56'.

Ore da ultima ispezione: 28h 32' (da ispezione 50h effettuata in data 19 dicembre 2007).

Programma di manutenzione previsto: del costruttore (approvazione ENAC del 1° giugno 2001).

Conformità documentazione tecnica a normativa/direttive vigenti: no.

Dall'esame della documentazione si rileva quanto segue.

- La licenza per l'impianto e l'esercizio di stazione radiotelegrafica e radiotelefonica a bordo di aeromobile rilasciata in data 6 giugno 2001 riportava come termine di validità la data del 5 giugno 2006; dopo questa data dalla documentazione disponibile non risulta alcun rinnovo/proroga di tale licenza.
- Dalla documentazione tecnica relativa alle attività di manutenzione effettuate sull'aeromobile si rileva che in data 4 aprile 2007 gli apparati COM/NAV di bordo (P/N 069-1024-03 S/N 33129 e P/N 069-1024-00 S/N 59550) erano stati sottoposti a verifica *ramp test* con esito positivo.
- In data 3 maggio 2007 l'aeromobile subiva, con esito favorevole, la vista tecnica da parte dell'ENAC per rinnovo del certificato di navigabilità (nuova scadenza 2 maggio 2008). Si rileva, in merito, quanto detto in precedenza, cioè che sulla base della documentazione disponibile, alla data di rinnovo del certificato di navigabilità la licenza per l'impianto e l'esercizio di stazione radiotelegrafica e radiotelefonica a bordo di aeromobile non risultava rinnovata/prorogata.
- Le trascrizioni delle operazioni degli interventi manutentivi sui libretti tecnici dell'aeromobile presentano incongruenze e difformità di registrazione rispetto agli schemi previsti (attività manutentive riportate in caselle relative alle firme dell'operatore, registrazioni di sostituzione di parti non coerenti con quelle riportate sui relativi rapporti di lavoro, ecc.), così come evidenziato nel dettaglio nel successivo punto 1.6.3.

Motore

Costruttore: Lycoming.

Modello: O-360-A1F6D.

Dati caratteristici del motore: vedi tabella successiva.

| Posizione motore | S/N | Anno di costruzione | Data di installazione. | Ore totali (TSN) | Ore da ultima revisione (TSO) | Ore da ultima manutenzione programmata | Ore da ultima manutenzione non programmata |
|------------------|------------|---------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | L13319-36A | 2002 | agosto 2002 | 1914h 55' | N.A. | 28h 32' | N.A. |

Elica

Costruttore: McCauley.

Modello/tipo: B2D34C211.

Dati caratteristici dell'elica: vedi tabella successiva.

| Posizione elica | S/N | Anno di costruz. | Data di installaz. | Ore totali (TSN) | Ore da ultima revisione (TSO) | Ore da ultima manutenzione programmata | Ore da ultima manutenzione e non programmata |
|-----------------|--------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 061088 | mar. 2007 | aprile 2007 | 423h 30' | N.A. | 28h 32' | N.A. |

1.6.3. Informazioni supplementari

Carico e centraggio

Dal documento "Rapporto di pesata dell'aeromobile" 04/05 effettuato in data 4 aprile 2005 si rileva che la massa a vuoto dell'aeromobile (comprensivo di olio motore, carburante non drenabile e gli equipaggiamenti come da lista allegata al *Manuale di volo*) era pari a 739 kg. Dal QTB n° 05/2007, alla pagina n. 27, relativa ai voli effettuati in data 19 gennaio 2008, si rileva che il secondo ed ultimo volo della giornata era stato effettuato, con il pieno di carburante, per una durata complessiva di 57 minuti.

Alla pagina n. 28, relativa al volo conclusosi con l'incidente, non risulta registrata alcuna quantità di carburante a bordo; tuttavia, dal documento "buono di consegna" n. 67/B emesso da Exxon Mobil Aviation il giorno 20 gennaio 2008 risulta che alle ore 16.23' locali l'aeromobile I-LFSA era stato rifornito con un quantitativo di carburante tipo AVGAS100LL pari a 41 litri.

Tale quantitativo risulta compatibile con il consumo relativo al volo del giorno precedente, quindi appare verosimile che, al momento del decollo, avvenuto alle ore 16.43' locali, ossia venti minuti dopo l'avvenuto rifornimento, l'aeromobile avesse a bordo un quantitativo di carburante pari al massimo consentito, ossia 189 l, pari ad una massa di 132,3 kg. Tale massa di carburante, sommata alla massa stimata delle due persone a bordo, unitamente alla

massa a vuoto dell'aeromobile, fornisce un valore stimato di massa al decollo intorno ai 1014 kg.

I predetti valori, confrontati con le tabelle di cui al *Manuale di volo*, capitolo “*Weight and Balance*”, risultano ampiamente compatibili con i limiti di carico e centraggio ammessi.

Registrazione inefficienze o malfunzionamenti

Dall'esame delle pagine del QTB degli ultimi dodici mesi prima dell'incidente e compilate a fronte di una attività di volo di circa 423h, risultano registrate le seguenti inefficienze.

| Data registrazione | Tipologia problematica | Provvedimenti adottati | Data rimessa in efficienza |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| 16.6.2007 | rotto supporto bussola | sostituito supporto, ripristinata targhetta | 16.6.2007 |
| 20.7.2007 | avaria radio | sostituito microfono CK OK | 20.7.2007 |

Accessori e impianti dell'aeromobile

In accordo alle condizioni di volo autorizzate e riportate sulla specifica di aeronavigabilità, l'aeromobile era equipaggiato con strumentazione di bordo per la suddivisione di impiego scuola/turismo relativa a velivoli di peso massimo al decollo pari a 5700 kg o inferiore, così come previsto dalla tabella 2bis del *Regolamento tecnico ENAC* ed. 1994, aggiornamento n. 53 del 30 settembre 2003, e con gli equipaggiamenti aggiuntivi per voli IFR di notte previsti dal paragrafo 5 del Capitolo C del suddetto *Regolamento*.

Più in particolare, per gli aeromobili Cessna 177, le indicazioni sono fornite da un orizzonte artificiale con giroscopio pneumatico a depressione, da un girodirezionale con giroscopio pneumatico a depressione e da un indicatore di virata con giroscopio di tipo elettrico.

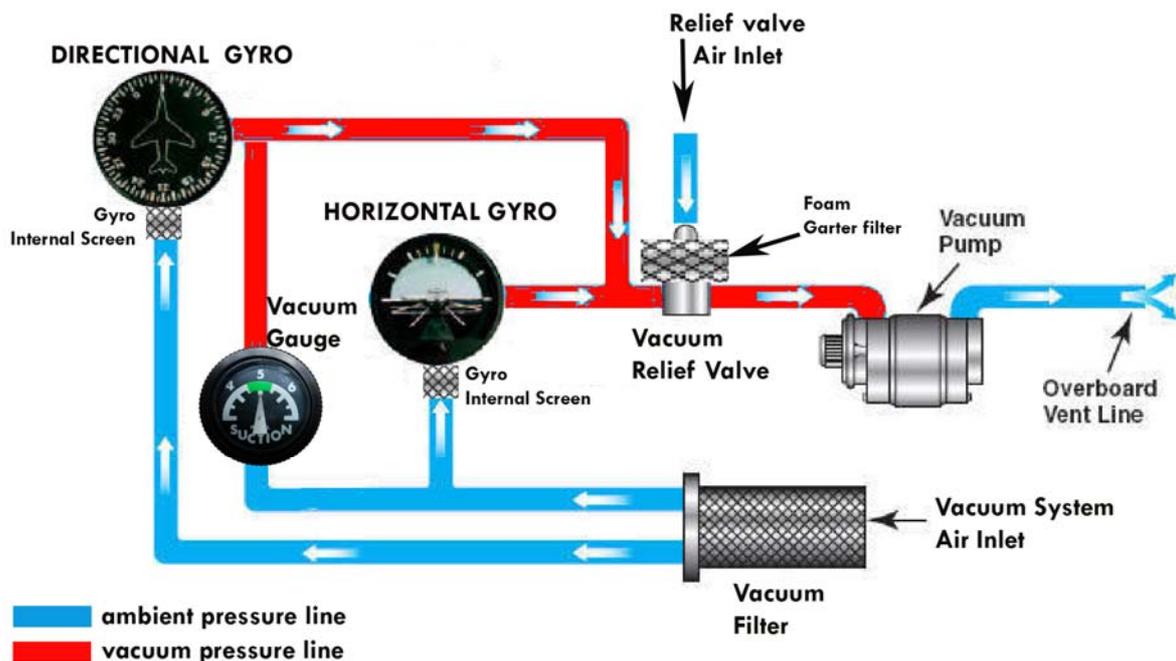


Figura 1: schema dell'impianto strumenti giroscopici installato sul velivolo Cessna C177 marche I-LSFA.

Come illustrato nello schema di principio di figura 1, il flusso di aria agli strumenti giroscopici è assicurato da un impianto vacuum costituito, oltre che dai condotti per il passaggio dell'aria, da una pompa di aspirazione, da una valvola regolatrice e da uno strumento misuratore della pressione differenziale.

La vacuum *pump*, il cui condotto di aspirazione è collegato a valle degli strumenti giroscopici, crea una depressione che genera un flusso di aria, che, immettendosi negli strumenti, cede parte della propria energia, per poi essere espulso all'esterno.

La trasformazione della pressione in energia cinetica utile al funzionamento degli strumenti avviene attraverso speciali ugelli che, accelerando il flusso di aria così generato, producono dei getti di aria a forte velocità, che investono le masse rotanti mettendole in rotazione così come illustrato in figura 2.

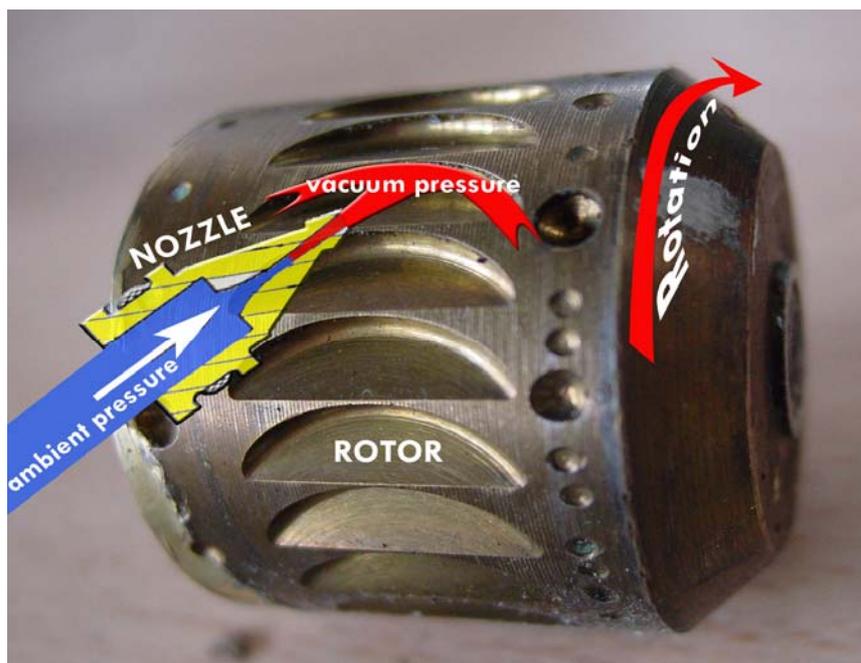


Figura 2: getto di aria sul rotore.

Il monitoraggio continuo di tale trasformazione energetica viene effettuato con lo strumento rilevatore di pressione differenziale (*vacuum gauge*) collegato in parallelo agli strumenti giroscopici e posto sul cruscotto dell'aeromobile. L'indice dello strumento si muove su di un quadrante graduato con valori numerici da 0 a 7, indicanti la differenza di depressione del flusso d'aria in ingresso ed in uscita dagli strumenti. Il corretto valore a cui deve mantenersi il suddetto differenziale di pressione è evidenziato sul quadrante con un arco verde compreso tra i valori di 4,5 e 5,5 pollici di mercurio (inHg). Tali valori definiscono il campo di tolleranza in cui può oscillare il differenziale di pressione, che deve costantemente agire sugli strumenti al variare sia della quota di volo sia dei giri motore affinché gli strumenti funzionino correttamente. La *vacuum pump*, infatti, è una pompa di tipo volumetrico a lamelle mobili comandata direttamente dal motore e quindi con differente capacità di aspirazione dell'aria al variare dei giri motore e della pressione dell'aria in ingresso. Al fine quindi di mantenere costante il valore di depressione nell'impianto al variare dei suddetti parametri, l'impianto è dotato di una valvola regolatrice denominata *relief valve*, installata in prossimità del condotto di aspirazione della pompa. Tale valvola interviene in apertura quando la pompa, all'aumentare del numero dei giri motore, aumenta la sua capacità di aspirazione per cui la differenza di pressione tra l'ingresso e l'uscita degli strumenti tenderebbe ad aumentare. All'aumentare del differenziale, quindi, la valvola si apre in maniera tale da consentire alla pompa di aspirare la maggiore quantità di aria direttamente dall'esterno senza variare il differenziale sugli strumenti, lasciando così passare un adeguato

flusso di aria nella pompa. La regolazione del campo di intervento della valvola viene effettuata, per il Cessna 177, a terra, impostando un regime motore a 1900 rpm ed agendo sulla vite di regolazione della *relief valve* fino a portare l'indice del vacuometro in campo verde.

Speciali filtri a rete (*internal screen*) sono applicati internamente agli strumenti sugli ugelli per evitare possibili ostruzioni e restringimenti degli stessi per presenza di polvere o sporcizia nell'impianto.

La protezione dall'ingresso di inquinanti esterni nell'impianto vacuum dell'aeromobile Cessna 177, come da *Parts Catalog Cessna*, edizione 15 giugno 1975, ed applicabile ad aeromobili della serie 177 di costruzione dal 15 luglio 1967 all'1 luglio 1975, viene assicurata dalla presenza di un filtro principale di tipo rigido (PN C294501-0103) *item 31* della pagina 181 del suddetto catalogo, installato in ingresso all'impianto vacuum, e da un filtro in spugna (PN C482001-0202) installato sul condotto di aspirazione della valvola regolatrice, così come visibile in foto 3. Quest'ultimo filtro ha la funzione di proteggere la sola pompa dall'ingresso di eventuali inquinanti esterni quando la *relief valve* tenda ad aprirsi.

**Air filter element
for Vacuum System**



Cessna PN C294501-0103

**Foam filter element
for Vacuum Regulator**



Cessna PN C482001-0202

Foto 3: filtri impianto vacuum.

Oltre che dalla Cessna i filtri sono commercializzati anche da altri produttori quali Airborne, Rapco, Tempest, ecc., i quali, attraverso specifiche tabelle di intercambiabilità associano i P/N dei filtri da loro prodotti al P/N Cessna. Più in particolare, il filtro principale viene identificato dalla ditta Rapco con il PN RAD9-14-5, mentre lo stesso filtro viene identificato dalla Airborne con il PN D9-14-5. Il filtro in spugna viene identificato dalla Rapco con il PN RAB3-5-1, mentre la Airborne identifica il proprio con il PN B3-5-1. Generalmente, nelle precauzioni di impiego dei filtri i costruttori indicano come *mandatory*, ossia obbligatoria, la loro sostituzione al raggiungimento di un determinato numero di ore o allo scadere di un anno dalla loro installazione (quale di questi due parametri sia raggiunto per primo).

A maggiore garanzia del rispetto di tali intervalli, sul filtro principale è installata anche una targhetta come visibile in foto 4, su cui trascrivere la data di installazione e le ore rilevate da contaore. Il controllo della scadenza di tali dati deve essere effettuato nel corso delle ispezioni periodiche programmate previste dal programma di manutenzione del velivolo.

Dei due filtri installati sull'impianto vacuum del velivolo marche I-LFSA è stato rinvenuto solo quello in spugna, relativo alla *relief valve*, mentre del filtro principale è stata rinvenuta solo una piccola parte del relativo supporto di installazione.



Foto 4: esempio di targhetta identificativa.

Attività di manutenzione effettuata sull'impianto

Come già riportato al paragrafo 1.6.2. relativamente all'esame della documentazione tecnica dell'aeromobile, la stessa evidenza difformità dei dati registrati sui libretti del velivolo e sui rapporti di lavoro relativi agli interventi manutentivi effettuati. Più in particolare, relativamente alle operazioni di manutenzione effettuate sull'impianto vacuum si rileva quanto segue.

- *Libretto velivolo*, Parte C, alla data del 29 novembre 2006, ad ore totali velivolo 5288,29, risulta la seguente trascrizione «sostituita vacuum S/N 110897 + filtro gyro»; sull'allegato al relativo rapporto di lavoro 089/06 è riportato: pompa vacuum sbarcato PN 211CC SN 110893, installato PN 211CC SN 110897; *relief filter* sbarcato PN B3-5-1, installato B3-5-1. Nessuna altra trascrizione è presente sul rapporto di lavoro relativamente alla sostituzione del filtro D9-14-5. Nel cartone di lavoro risultano spuntate le seguenti voci: relativamente al COMPARTIMENTO MOTORE, la voce n. 17 “Filtro valvola di regolazione vacuum: (Zona cabina) controllare per pulizia ed integrità”, alla colonna intervallo di ispezione 100 ore; relativamente alla CELLULA, la voce n. 9 “Filtro strumenti giroscopici: Controllare per pulizia”, alla colonna intervallo di ispezione 200 ore.
- *Libretto velivolo*, Parte C, alla data 24 luglio 2007, ad ore totali velivolo 5486,28, risulta trascritta la effettuazione della ispezione 200+100 ore, come da rapporto di lavoro 062/07, senza alcuna menzione di sostituzione filtri impianto vacuum; sul citato rapporto di lavoro viene riportato, con calligrafia e caratteri differenti rispetto a quelli delle annotazioni dei righi precedenti, la sostituzione del *relief filter* B3-5-1. Non è stato reperito il cartone di lavoro relativo a tale rapporto di lavoro.
- *Libretto velivolo*, Parte C, alla data del 15 novembre 2007, ad ore totali velivolo 5683,43, risulta trascritta la effettuazione della ispezione 200 ore come da rapporto di lavoro 094/07, senza alcuna menzione di sostituzione filtri impianto vacuum; sul citato rapporto di lavoro viene riportato, con calligrafia e caratteri differenti rispetto a quelli delle annotazioni dei righi precedenti, la sostituzione del *relief filter* B3-5-1. Nel cartone di lavoro risultano spuntate le seguenti voci: relativamente al COMPARTIMENTO MOTORE, la voce n. 17 “Filtro valvola di regolazione vacuum: (Zona cabina) Controllare per pulizia ed integrità”, alla colonna intervallo di ispezione 100 ore; relativamente alla CELLULA, la voce n. 9 “Filtro strumenti giroscopici: Controllare per pulizia”, alla colonna intervallo di ispezione 200 ore.

- *Libretto velivolo*, Parte C, alla data del 19 dicembre 2007, ad ore totali velivolo 5733,24, risulta trascritta la effettuazione della ispezione 50 ore, come da rapporto di lavoro 106/07, senza alcuna menzione di sostituzione filtri impianto vacuum; sul citato rapporto di lavoro non ci sono indicazioni di sostituzione dei filtri in questione; sul relativo cartone di lavoro non viene riportata alcuna spunta sui controlli dei filtri vacuum.
- Dai tabulati dello scadenziario delle parti da sostituire agli intervalli previsti, relativamente al velivolo marche I-LSFA, datato 19 febbraio 2008, si rileva che alla voce “Filtro strumenti giroscopici Airborne PN D9-18-1” viene riportato un intervallo di sostituzione di 500 ore e che lo stesso era stato sostituito in data 29 novembre 2006, ad ore velivolo 5288.29, con successiva scadenza ad ore velivolo 5788.29. Nessun termine di scadenza calendariale è stata rilevato.
- Nel predetto medesimo tabulato, alla voce “Filtro relief valve Airborne PN B3-5-1”, viene riportato un intervallo di sostituzione di 200 ore e che lo stesso era stato sostituito ad ore velivolo 5683,43, con successiva scadenza ad ore velivolo 5883,43. Nessun termine di scadenza calendariale è stata rilevato.
- Tra la documentazione reperita non risulta alcun documento attestante la movimentazione di magazzino e la certificazione di provenienza dei componenti in questione.

Dalle registrazioni riportate sulla documentazione tecnica e nello scadenziario si evince che i due filtri erano del tipo commercializzato dalla Airborne, quindi con scadenza obbligatoria di 500 *aircraft hrs.* o un anno dalla installazione (quale di questi due parametri sia raggiunto per primo) per il filtro principale, e di 100 *aircraft hrs.* o un anno dalla installazione per il filtro in spugna B3-5-1 della *relief valve*, come da Parker Airborne *Service Letter Number* 59B del 2 aprile 2004, che evidenzia, tra l’altro, come i suddetti limiti siano da considerarsi *mandatory* e in quanto tali non debbano essere superati.

La stretta osservanza dei termini stabiliti dalla suddetta *Service Letter* viene “fortemente” raccomandata anche dalla FAA con il SAIB numero CE-05-15 del 10 novembre 2004.

Sullo scadenziario non erano riportate le scadenze calendariali di tali componenti e sulla colonna riferita alla data di scadenza dei filtri installati era riportata la sigla N/A (non applicabile).

Relativamente al filtro principale il *Parts Catalog* dell’aeromobile prevedeva la installazione del PN D9-14-5 Airborne, mentre da scadenziario sull’aeromobile risulta essere stato installato il PN D9-18-1. I due filtri risultano essere simili tra loro, con la differenza che essi non possono essere installati l’uno al posto dell’altro, in quanto necessitanti di specifici

supporti di installazione, così come specificato anche nella citata *Service Letter 59B*, alle note 2 e 4. Dal numero di costruzione del velivolo marche I-LFSA si rileva che esso avrebbe dovuto essere equipaggiato con un supporto specifico per filtri del tipo D9-14-5: dai libretti velivolo non risulta trascritta alcuna modifica in tal senso.

Per quanto accertato, non sono emerse certezze assolute sulla tipologia dei filtri effettivamente installati sull'impianto vacuum del velivolo marche I-LFSA al momento dell'incidente.

Sulla base di tali evidenze risulterebbe quindi che il filtro principale dell'impianto vacuum, al momento dell'incidente, avesse comunque superato il limite calendariale di un anno per la sua sostituzione, termine di riferimento non essendo state ancora raggiunte le 500 ore a prescindere dal tipo di filtro installato.

Sistemi di allertamento

Non pertinente.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

La carta "Italian Significant Weather" (dalla superficie a 10.000 piedi) del 20 gennaio 2008, inerente l'arco temporale di interesse, riporta la presenza di una copertura nuvolosa «BKN/OVC ST 001\020» nelle zone del centro Italia (zona 1), come riportato in figura 3. Da tale carta si evince quindi la presenza di strati con base a 100 piedi e top a 2000 piedi.

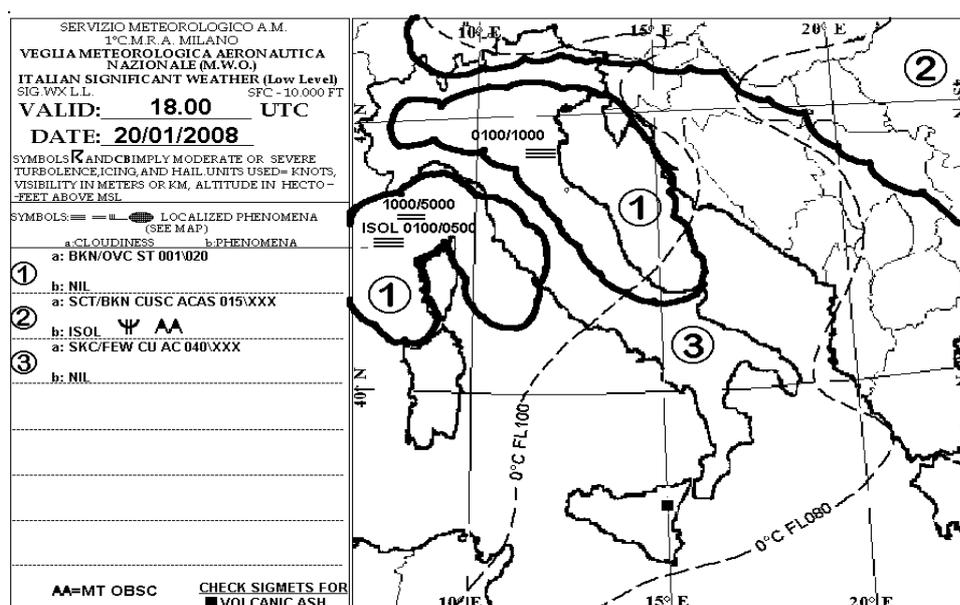


Figura 3: carta meteorologica *low level*.

I bollettini METAR relativi all'aeroporto di Roma Urbe, inerenti la fascia oraria compresa tra le 13.50' e le 15.50' UTC, riportavano quanto segue.

LIRU 201350Z VRB01KT CAVOK 14/05 Q1029=

LIRU 201450Z 00000KT CAVOK 15/05 Q1028=

LIRU 201550Z VRB02KT CAVOK 13/05 Q1028=

Dai suddetti bollettini si evince la presenza di una situazione meteorologica caratterizzata da vento sostanzialmente assente (intensità massima di 2 nodi), visibilità superiore a 10 km, temperatura in diminuzione a 13 °C, temperatura di rugiada 5 °C, pressione al livello del mare in riduzione da 1029 a 1028 hPa, nessun fenomeno meteorologico particolare in atto.

I bollettini TAF relativi all'aeroporto di Perugia emessi alle ore 08.00 UTC, alle ore 10.00 UTC ed alle ore 14.00 UTC, riportavano quanto segue.

LIRZ 200800Z 200918 0800 FG BKN015 BECMG 1012 1500 BR SCT015=

LIRZ 201100Z 201221 VRB03KT 0500 FG OVC001 TEMPO 1215 1200 BR BKN010=

LIRZ 201400Z 201524 VRB02KT 0200 FG OVC002 TEMPO 1518 1200 BR BKN008=

I bollettini METAR e gli SPECI relativi all'aeroporto di Perugia, inerenti la fascia oraria compresa tra le 13.50' e le 16.50' UTC, riportavano quanto segue:

METAR LIRZ 201350Z VRB01KT 320V140 1300 BR VV004 04/04 Q1030=

METAR LIRZ 201450Z 12003KT 100V180 0900 FG VV002 04/04 Q1030=

METAR LIRZ 201550Z 09006KT 100V180 0500 FG VV002 04/04 Q1030=

SPECI LIRZ 201612Z 09005KT 0300 R01/1000 FG VV002 04/04 Q1030=

SPECI LIRZ 201635Z 09005KT 0200 R01/0900 FG VV002 04/04 Q1030=

METAR LIRZ 201650Z 09003KT 0200 R01/0800 FG VV002 04/04 Q1030=

Dall'esame dei bollettini relativi all'aeroporto di Perugia emerge una situazione meteorologica caratterizzata dalla presenza di una ridotta visibilità, sia orizzontale che verticale. Al riguardo, alle ore 16.12' UTC, era stato emesso un primo bollettino SPECI per riduzione della visibilità orizzontale a 300 m, con dato RVR su pista 01 pari a 1000 m.

Alle ore 16.35" UTC veniva emesso un secondo bollettino SPECI per ulteriore riduzione della visibilità orizzontale a 200 m, con dato RVR su pista 01 pari a 900 metri.

Alle ore 16.50" UTC veniva emesso il normale bollettino METAR, con visibilità orizzontale di 200 m e dato RVR su pista 01 pari a 800 m.

Dalle registrazioni radio si rileva che alle ore 16.21'08" UTC Perugia APP comunicava al velivolo marche I-LFSA in avvicinamento al punto GITOD da Bolsena le seguenti informazioni meteorologiche in atto sulla pista: «Sul campo abbiamo vento calmo, con 01 in

uso. La visibilità generale è di 1300 metri, RVR 1500 al *touchdown* e 1400 al *middle*; visibilità verticale di 400 piedi, con foschia, e temperatura 4 con 4, H1030.».

Si rileva che le informazioni meteorologiche date via radio da Perugia APP (lette sul relativo monitor dall'operatore in frequenza) erano sostanzialmente congruenti con il METAR delle 13.50' UTC, quando invece, alle 16.12' UTC, era già stato emesso uno SPECI indicante una visibilità orizzontale di 300 m.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

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

1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio

Il giorno dell'incidente sull'aeroporto di Perugia erano disponibili le seguenti radioassistenze alla navigazione aerea: ILS RWY 01 LLZ CAT 1, id. IPE, frequenza 110.95 MHz; DME-P, id. IPE, CH 46Y; GP frequenza 330.65 MHz; VOR-DME, id. PRU, frequenza 109.40 MHz.

La figura 4 illustra il posizionamento delle antenne DME, come da AIP Italia.

Non erano disponibili né previste procedure radar.



Figura 4: posizionamento antenne DME.

1.8.2. Sistemi disponibili a bordo

Sull'aeromobile erano installati due apparati COM/NAV modello KX 155, un apparato ADF modello KR 85, un apparato DME modello KN62A, un apparato audio/marker *beacon* modello KMA 24 ed un apparato transponder modello RT359A.

1.8.3. Altre informazioni

L'incidente si è verificato nel corso della esecuzione di un volo condotto secondo le regole IFR durante la fase di avvicinamento strumentale all'aeroporto di Perugia. La procedura autorizzata in frequenza da Perugia APP all'equipaggio dell'I-LFSA era quella denominata ILS Z RWY 01, come da relativa Instrument Approach Chart (figura 5).

La STAR per RWY 01 prevedeva, nel caso in questione, l'ingresso dal punto denominato GITOD. Come risulta dalle comunicazioni radio intercorse con Perugia APP, all'equipaggio del velivolo era stato comunicato che dopo il GITOD avrebbe dovuto aspettarsi l'autorizzazione a seguire la procedura denominata GITOD 1B, la quale prevede di proseguire dal punto GITOD sulla radiale 045 del VORTAC di Bolsena (id. BOL) fino ad intercettare e seguire la radiale 192 del VOR di Perugia (id. PRU) per arrivare sul punto denominato DERUX. La MEA, nella tratta GITOD-DERUX, era di 5500 piedi, che poteva scendere a 4000 piedi a discrezione ATC.

Da DERUX sarebbe iniziata la procedura ILS Z RWY 01 (su DERUX era prevista una *holding pattern* con virata a destra, 5000 piedi, IAS massima 210 nodi).

Una volta stabilizzati sul sentiero ILS, era previsto di continuare la discesa sino a 2460 piedi, da raggiungere ad una distanza di 5 NM da IPE DME. Da tale quota sarebbe iniziata la fase finale di discesa alla pista fino alla quota di decisione, che, per gli aeromobili di classe "A" cui apparteneva I-LFSA, era di 933 piedi di altitudine o di 266 piedi di altezza.

Raggiunta la suddetta quota, se la pista fosse stata in vista sarebbe stato possibile proseguire per l'atterraggio, in caso contrario si sarebbe dovuta effettuare la prevista procedura di MA, che prevedeva di salire a 1300 piedi sulla *track* 013°, quindi di virare a sinistra (con una IAS massima di 160 nodi) per intercettare la radiale 243 del VOR di Perugia *inbound* al punto denominato LUPEG, salendo a 4000 piedi.

Va ricordato che l'ILS di Perugia consentiva operazioni di avvicinamento ed atterraggio in categoria I (CAT I), ossia, come previsto dall'Allegato 6 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, con DH non inferiore a 60 m (200 piedi) e visibilità generale non inferiore a 800 m o RVR non inferiore a 550 m.

avvenuto alle ore 16.43'58". Tutte le comunicazioni con tale ente si sono svolte regolarmente fino alle ore 16.42'36", momento in cui la radio di bordo è rimasta bloccata in trasmissione, per cui anche le conversazioni avvenute in cabina tra i due piloti sono state trasmesse in frequenza e registrate dagli apparati a terra.

1.9.2. Servizio fisso

Piano di volo di tipo "Z" compilato correttamente prima della partenza da Roma Urbe: esso prevedeva un volo della durata di 75 minuti, con decollo da Roma Urbe in VFR, inserimento IFR sul VOR di Bolsena, navigazione a FL100 nell'aerovia L865 fino al punto GITOD, atterraggio sull'aeroporto di Perugia.

1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni

Di seguito vengono riportate le trascrizioni delle comunicazioni terra-bordo-terra intercorse tra l'aeromobile in volo e Perugia APP, dal momento in cui l'aeromobile stabilisce il primo contatto radio con questo ente fino al momento dell'impatto al suolo.

Vengono altresì riportate le comunicazioni avvenute in cabina di pilotaggio, in quanto registrate dagli apparati a terra in virtù di quanto detto in precedenza.

Nella prima colonna viene riportato l'orario UTC in cui le conversazioni sono avvenute, nella seconda colonna viene riportata la progressione temporale con cui esse si sono susseguite, nella terza colonna le sigle FI (pilota istruttore), ALL (pilota allievo) e APP (Perugia APP) relative ai soggetti che hanno effettuato le comunicazioni.

Come da normativa internazionale in materia, sono state riportate unicamente le comunicazioni che rilevano ai fini della comprensione della dinamica dell'evento.

| Ora UTC | Tempo progressivo | Soggetto | TESTO | NOTE |
|-----------|-------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 16.20'42" | 00'00" | FI | Perugia, buonasera I-LFSA. | |
| 16.20'46" | 00'04" | APP | I-LFSA, Perugia buonasera. Go-ahead. | |
| 16.20'50" | 00'08" | FI | Siamo i soliti notturni. Stiamo venendo da Bolsena al GITOD a livello 90...eh... per fare un paio di procedure ... zulu, prima di atterrare e ripartire col secondo piano di volo, con direzione Roma Ciampino. | Risolino dell'allieva in sottofondo. |
| 16.21'08" | 00'26" | APP | I-SA ricevuto. Ci riporti GITOD 90 per il... piano IFR, per l'attivazione dell'IFR. Sul campo abbiamo vento calmo, con 01 in uso. La visibilità generale è di 1300 metri, RVR 1500 al <i>touchdown</i> e 1400 al <i>middle</i> ; visibilità verticale di 400 piedi, con foschia, e temperatura 4 con 4, H1030. | |

| | | | | |
|-----------|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 16.21'37" | 00'55" | FI | 1030 l'H, I-SA. Copiati i dati. Riporteremo il DERUX se va bene... ehm, il GITOD scusate. | |
| 16.21'48" | 01'06" | APP | Confermo. Riportate il GITOD a 90 per l'IFR. | |
| 16.21'53" | 01'11" | FI | GITOD 90. Siamo già stati inseriti in IFR da Roma. | |
| 16.21'59" | 01'17" | APP | Ricevuto. In questo caso riportate lasciando il GITOD. Aspettatevi poi una GITOD 1Bravo per ILS 01. | |
| 16.22'07" | 01'25" | FI | Copiato. Dal GITOD, GITOD 1Bravo, SA. | |
| 16.23'11" | 02'29" | FI | Sul GITOD, SA inizia la discesa per... 4000 piedi. | |
| 16.23'20" | 02'38" | APP | I-SA, confermo autorizzati al DERUX discesa per 4000 in accordo alle minime; H1030; transizione 70. Autorizzati anche all'ILS Zulu 01. Riportate stabile alle 10 miglia. | |
| 16.23'34" | 02'52" | FI | Riporteremo stabile alle 10 miglia, <i>inbound</i> a DERUX in discesa, SA. | |
| 16.28'24" | 07'42" | FI | Perugia, mi può ripetere l'H, SA? | |
| 16.28'28" | 07'46" | APP | I-SA, Perugia. | |
| 16.28'30" | 07'48" | FI | Gentilmente, mi può ripetere l'H? | |
| 16.28'34" | 07'52" | APP | 1030. | |
| 16.28'36" | 07'54" | FI | 1030, SA. | |
| 16.29'06" | 08'24" | FI | Il SA manterrà l' <i>holding</i> su DERUX. Non riesce a smaltire ancora la quota. | |
| 16.29'13" | 08'31" | APP | SA, ricevuto. In questo caso riautorizzati a 5000 per procedura Zulu completa. Ci riporti virando <i>inbound</i> . | |
| 16.29'21" | 08'39" | FI | Riautorizzati a 5000. Riporteremo virando <i>inbound</i> , SA. | |
| 16.36'09" | 15'27" | FI | Sì, alle 12 miglia <i>inbound</i> stabile, SA. | |
| 16.36'16" | 15'34" | APP | I-SA, Perugia ricevuto. Continui, ci riporti alle 5 miglia. | |
| 16.36'20" | 15'38" | FI | Riporterà. | |
| 16.39'52" | 19'10" | FI | Alle 5 miglia, stabile, il SA. | Voce allieva in sottofondo, incomprensibile. |
| 16.39'57" | 19'15" | APP | SA, ricevuto. Le intenzioni? | |
| 16.39'59" | 19'17" | FI | Eh riattaccheremo, riporteremo al GITOD. | |
| 16.40'07" | 19'25" | FI | Ah, negativo! Se è possibile un... | |
| 16.40'12" | 19'30" | FI | Se possibile faremo un circuito con atterraggio... alle minime. | |
| 16.40'21" | 19'39" | APP | I-SA, Perugia. Può effettuare un mancato standard via LUPEG o una SID per GITOD, se preferisce. | |
| 16.40'28" | 19'46" | FI | No, negativo. Noi dobbiamo fare un'ora e qualcosa con l'allievo per mantenere il livello, e... atterrare e poi ridecollare con l'altro piano di volo. | |
| 16.40'42" | 20'00" | APP | SA, abbiamo copiato... al momento però sta effettuando un volo con condotta IFR, di conseguenza è legato alle procedure. Ci dica quello che preferisce, per noi non c'è problema. | |
| 16.40'54" | 20'12" | FI | OK va bene, faremo un mancato, per il LUPEG poi... verremo un'altra volta. | |
| 16.40'58" | 20'16" | ALL | (in sottofondo) Solo un atterraggio? | |
| 16.41'06" | 20'24" | APP | Ricevuto, SA. Vento calmo, autorizzati al <i>go-around</i> . Ci riporti quando <i>inbound</i> LUPEG. | |
| 16.41'14" | 20'32" | FI | Riporteremo. | |
| 16.42'36" | 21'54" | FI | Riattacchiamo. | Rivolto alla allieva. |
| | | | | Voce allieva in sottofondo |

| | | | | |
|-----------|--------|-----|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | (Incomprensibile). |
| 16.42'38" | 21'56" | FI | SA riattacca. | |
| 16.42'41" | 21'59" | APP | SA, ricevuto. Ci riporti LUPEG 4000. | |
| 16.43'05" | 22'23" | FI | Flap, via, via. | Rivolto alla allieva. |
| 16.43'06" | 22'24" | ALL | Comandà, giù! | Tono allarmato. |
| 16.43'07" | 22'25" | FI | Su, tranquilla, tranquilla, tranquilla. | Esortazione rivolta alla allieva. |
| 16.43'08" | 22'26" | ALL | Comandà, stallo! | Tono allarmato |
| 16.43'09" | 22'27" | FI | Giù il muso. (Inizia avviso di stallo) | Rivolto alla allieva. |
| 16.43'15" | 22'33" | FI | Ce l'ho io. (Avviso di stallo in sottofondo). | |
| 16.43'16" | 22'34" | ALL | Ce l'ha lei. | |
| 16.43'17" | 22'35" | | ... (Si interrompe l'avviso di stallo) | |
| 16.43'20" | 22'38" | FI | Giù il muso [Non perfettamente chiaro, potrebbe essere anche «Gira il muso»]. | |
| 16.43'21" | 22'39" | ALL | Il VOR... | Tono più calmo. |
| 16.43'22" | 22'40" | FI | Viriamo a sinistra. | |
| 16.43'26" | 22'44" | ALL | Allora... 243, scal... | Tono calmo. |
| 16.43'37" | 22'55" | FI | Si è andato a precessionare l'orizzonte. | Espressione di sorpresa. |
| 16.43'42" | 23'00" | FI | Precessionato l'orizzonte. Calma, calma... calma. | |
| 16.43'46" | 23'04" | FI | Tutto precessionato. | |

Alle ore 16.43'58" il velivolo impatta il suolo. Segue una serie di comunicazioni di Perugia APP per tentare di ripristinare il contatto radio con il velivolo.

Le comunicazioni registrate evidenziano che l'aeromobile ha stabilito il primo contatto radio con Perugia APP esattamente alle ore 16.20'42" UTC, allorquando, dopo aver lasciato il VOR di Bolsena, l'aeromobile procedeva diretto all'aeroporto di Perugia con ingresso dal punto GITOD, come da STAR applicabile. Da tale momento tutte le comunicazioni si sono svolte regolarmente e sono sempre state effettuate dal pilota istruttore con regolare indicazione delle intenzioni e delle posizioni fino alle 16.39'52", ora in cui è stato effettuato il riporto di posizione alle 5 NM sull'ILS. Alle successive ore 16.42'36" UTC viene azionato il microfono in trasmissione e prima che avvenisse la comunicazione con Perugia APP l'istruttore dice «Riattacchiamo» rivolto alla allieva. Subito dopo l'istruttore comunica all'APP «SA riattacca».

Dopo questa comunicazione fino all'impatto a terra avvenuto alle ore 16.43'58" UTC non sono state effettuate ulteriori comunicazioni con l'APP; tuttavia, per cause non oggettivamente determinabili, la radio di bordo è rimasta attiva in trasmissione, per cui le conversazioni avvenute in cabina prima dell'impatto al suolo sono state trasmesse e registrate dagli apparati a terra. I suoni e le voci registrate sono state sottoposte ad analisi in frequenza, identificando il suono dell'avvisatore di stallo al tempo 16.43'09" per una durata

di circa otto secondi ed il regime motore mantenuto fino all'impatto, così come illustrato in dettaglio nel successivo punto 1.19.

Dall'esame delle conversazioni avvenute in cabina prima dell'impatto si rileva che l'istruttore, dopo aver comunicato a Perugia APP l'intenzione di riattaccare, alle ore 16.43'05" si rivolge ancora all'allieva dicendole di togliere i flap. Dopo circa un secondo da tale disposizione, l'allieva, con tono preoccupato esclama «Comandà, giù!»: probabilmente, l'allieva, che aveva i comandi del velivolo, aveva percepito una sensazione di instabilità aerodinamica dell'aeromobile. Nonostante le immediate parole tranquillizzanti e di incoraggiamento dell'istruttore, l'allieva tende a mantenere il suo stato di preoccupazione dicendo «Comandà, stallo!». A questo punto interviene nuovamente l'istruttore dicendo «Giù il muso», con l'avvisatore di stallo che comincia a suonare: il comando di buttare "giù il muso" è abitualmente conseguente alla necessità di recuperare il velivolo da una situazione di stallo.

Nel corso dei secondi successivi, con il cicalino dell'avvisatore di stallo sempre attivo, l'istruttore dice all'allieva «Ce l'ho io», nel senso che l'istruttore ha assunto il pilotaggio del velivolo, e dopo sette secondi dichiara «Viriamo a sinistra», mentre l'allieva, con tono più tranquillo, inizia a chiamare i controlli per la effettuazione della procedura di mancato avvicinamento.

Alle ore 16.43'37", ossia dopo circa 22 secondi dal momento in cui l'istruttore ha preso il controllo del velivolo e 15" dopo aver impostato la virata a sinistra, lo stesso esclama «Si è andato a precessionare l'orizzonte», constatando una problematica tecnica all'orizzonte artificiale, in quanto molto probabilmente le indicazioni di assetto fornite non risultavano coerenti con quelle fornite dall'indicatore di virata e dalla girobussola (girodirezionale).

Alle ore 16.43'58", ossia dopo 21 secondi dalla constatazione dell'inattendibilità dell'orizzonte artificiale, con l'istruttore che esclamava ulteriormente «Tutto precessionato», l'aeromobile impattava il suolo.

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

L'aeroporto di Perugia S. Egidio, nominativo ICAO LIRZ, è un aeroporto civile aperto al traffico commerciale. È situato ad una altitudine di 697 piedi, alle coordinate geografiche 43°05'50"N 012°30'37"E; è dotato di una pista in asfalto delle dimensioni di 2199 m di lunghezza per 45 m di larghezza, con denominazione 01/19. Sull'aeroporto è installato un

sistema di luci di avvicinamento alla RWY 01 del tipo ALS. Al momento dell'incidente non erano riportati avvisi di inefficienza di tali sistemi.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

La normativa vigente in materia non prevede l'installazione a bordo dell'aeromobile in questione di apparati di registrazione dei parametri di volo (FDR) e delle voci/suoni in cabina di pilotaggio (CVR).

1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DELL'INCIDENTE

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

1.12.1. Luogo dell'incidente

L'incidente è avvenuto in una area prettamente agricola lontana da centri abitati con caseggiati sparsi adibiti prevalentemente a strutture di supporto per attività agricole. Il luogo dell'incidente è situato in un ampio campo agricolo pianeggiante, libero da ostacoli ed attraversato da un stradina interpodereale in terra battuta. Il punto di impatto al suolo dell'aeromobile, definito dalle coordinate geografiche 43°03'0,04"NO 12°30'9.23"E, è situato ad una distanza di circa 15 m dalla stradina interpodereale e ad una distanza di circa 2,45NM (4540 metri) dalla pista 01 dell'aeroporto di Perugia.

1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami

Sul terreno, di natura soffice con zolle da aratura ed umido per piogge recenti, si rileva una traccia costituita da un solco della lunghezza di circa 10 m che confluisce in un ampio cratere di impatto dalla forma circolare, con diametro di circa 1,50 m ed una profondità di circa 0,60 m (foto 5).

All'interno del cratere sono visibili alcuni frammenti metallici, una pala di elica conficcata nel terreno e la portiera destra del velivolo. Il punto iniziale del solco è costituito da un piccolo cratere a forma oblunga, con all'interno scaglie di vernice rossa e frammenti di materiale composito. Il piccolo cratere presenta una forma concava a "cucchiaio", con le pareti ed il fondo lisce da terra pressata, che definiscono un angolo di penetrazione nel terreno di circa 20° (foto 6). Questa iniziale traccia di scavo così conformata diventa, dopo un tratto di circa 0,40 m, un solco poco profondo, con all'interno terra smossa e non

compattata con bordi scarsamente definiti. Il solco si estende in direzione di 355° magnetici, con una profondità media di circa 0,30 m per una larghezza di circa 0,40 m e solo per un primo tratto di circa 1,5 m il bordo sinistro risulta essere più marcato e definito. La maggiore definizione del bordo sinistro del solco è stata determinata da una pressatura del terreno verso sinistra da parte della estremità della semiala destra. Tale caratteristica deriva essenzialmente da un movimento a bandiera verso sinistra con fulcro sul terreno dell'intera semiala durante il suo impatto sul terreno. Una tale evidenza attesta che l'intero aeromobile, al momento dell'impatto al suolo, era animato da un movimento di rollio sul proprio asse longitudinale tale da imprimere alla semiala destra una deviazione verso sinistra di circa 30° rispetto alla originaria direzione di impatto di 025° . Oltre a quelle descritte, sul luogo dell'incidente non sono state individuate ulteriori e significative tracce al suolo.



Foto 5: tracce al suolo.

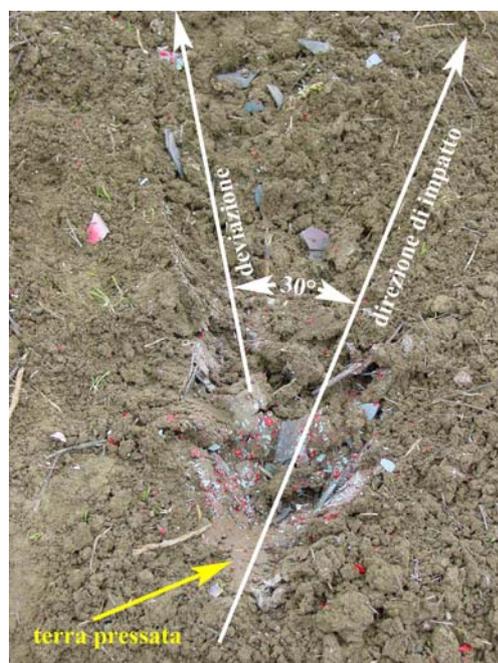


Foto 6: primo punto di impatto.

1.12.3. Esame del relitto

Il relitto è stato esaminato dapprima sul luogo dell'incidente e successivamente presso il luogo dove era stato ricoverato dopo la sua rimozione.

Oltre ad un esame di dettaglio di tutte le parti recuperate, le stesse sono state disposte sul pavimento di un hangar, secondo la forma in pianta dell'aeromobile, al fine di evidenziare le linee di deformazione subite dalla struttura durante l'impatto al suolo.



Foto 7: resti del velivolo visti lungo la direttrice di impatto.



Foto 8: primo piano resti del velivolo.

Fusoliera

La fusoliera si presenta totalmente smembrata, ad eccezione della parte relativa agli impennaggi che, seppure estremamente danneggiati, hanno conservato in parte la loro forma originaria (foto 9).



Foto 9: ricostruzione del relitto del velivolo all'interno di un hangar.

Semiali e relative superfici mobili

Le due semiali risultano essere totalmente smembrate con le centine e correntini distaccati dai rispettivi longheroni. I due longheroni si presentano ancora collegati al pianetto centrale, che risulta totalmente divelto dalla struttura di fusoliera. Il riposizionamento dei rottami relativamente alle semiali ed alle superfici mobili mostra chiaramente la deformazione verso l'indietro subita dalla struttura della semiala destra a seguito dell'impatto. Le superfici mobili relative alla semiala destra sono state rinvenute tra i rottami totalmente frammentate e divelte dai rispettivi punti di cerniera, mentre quelle relative alla semiala sinistra, seppur estremamente deformate, risultano ancora vincolate ai rispettivi punti di cerniera.

Dalla vite di comando flap in posizione fondo corsa si evince che, al momento dell'impatto, essi erano in posizione retratta.

L'esame della sezioni di rottura dei cinematismi di comando delle superfici mobili e degli attacchi alari non ha evidenziato caratteristiche da cedimento progressivo preesistente.

Cabina di pilotaggio e strumentazione di bordo

La cabina di pilotaggio risulta essere interamente smembrata e con la strumentazione di bordo totalmente distrutta o frammentata.

Le parti di alcuni strumenti parzialmente recuperati sono stati sottoposti ad esami di laboratorio, al fine di rilevare indicazioni utili sui parametri di volo posseduti dall'aeromobile al momento dell'impatto al suolo, così come descritto al successivo punto 1.19.3. Si è cercato di recuperare i componenti dell'impianto vacuum, separandoli dal resto dei rottami, al fine di un più attento esame che potesse fornire indicazioni sullo stato di funzionamento al momento dell'impatto al suolo.



Foto 10: impianto vacuum.



Foto 11: indicatore pressione differenziale.

Nella foto 10 sono visibili i componenti recuperati dell'impianto, in particolare si descrivono i seguenti.

- *Strumento indicatore di pressione differenziale*: esso presenta la lancetta posizionata poco oltre il limite massimo della scala graduata del quadrante (foto 11 scattata sul luogo dell'incidente). Dopo alcuni mesi dall'incidente, a seguito di ulteriore ispezione sull'impianto vacuum, è stato rilevato che la lancetta si era spostata dalla sua posizione originaria, fermandosi stabilmente al centro dell'arco verde. L'esame esterno ed interno di altri strumenti uguali ha permesso di accertare che essi non sono dotati di blocchi di posizione ai valori minimi e massimi della lancetta, quindi essa può muoversi liberamente in funzione della dilatazione delle capsule elastiche misuratrici di pressione. Tale caratteristica consente alla lancetta di oscillare liberamente in caso di urti dello strumento su superfici solide e qualora gli urti fossero particolarmente violenti di modificare permanentemente il punto di azzeramento della lancetta. Per tale ragione si ritiene che la

indicazione fornita da tale strumento sul luogo dell'incidente sia più conseguenza dell'urto contro il suolo, piuttosto che un effettivo valore di pressione differenziale rilevato.



Foto 12: pompa vacuum.



Foto 13: rotore interno pompa vacuum.

- *Pompa vacuum*: è stata rinvenuta integra e senza deformazioni apparenti della struttura. L'alberino di trasmissione del moto dal motore risulta essere integro senza rotture o evidenze di usura anomala (foto 12).

Il rotore interno risulta essere danneggiato, con presenza di ampie crepe di lesione del corpo in carbonio e libertà di rotazione (foto 13).

Alcune lamelle mobili risultano scheggiate con i relativi frammenti sparsi all'interno del corpo pompa.

Le pareti interne del corpo pompa e su cui scorrono le lamelle mobili non presentano zone di usura anomala, grippaggio o surriscaldamenti da riduzione del flusso di aria di raffreddamento.

Tali evidenze lasciano desumere che il danneggiamento del rotore della pompa non fosse preesistente, ma sia stato determinato da sollecitazioni anomale indotte dalle deformazioni elastiche del corpo pompa subite durante l'impatto al suolo.



Foto 14: orizzonte artificiale.



Foto 15: quadrante orizzonte artificiale.

- *Orizzonte artificiale*: è stato rinvenuto tra i rottami totalmente smembrato, con buona parte dei componenti interni mancanti o danneggiati (foto 14). Il quadrante non fornisce alcuna indicazione utile sugli assetti di volo indicati dallo strumento al momento dell'impatto al suolo (foto 15). Il rotore giroscopico ed il relativo vano di alloggiamento evidenziano una abrasione per interferenza da rotazione per un settore di circa 45° sulle rispettive circonferenze. La tipologia e la entità di tale evidenza consente di poter asserire con buona certezza che al momento dell'impatto al suolo il rotore giroscopico stesse girando, ma non a quale numero di giri.



Foto 16: girodirezionale I-LFSA.



Foto 17: girodirezionale efficiente.

- *Girodirezionale*: si presenta smembrato, con il quadrante separato dalla carcassa e dai meccanismi giroscopici (foto 16). La corona graduata mobile risulta bloccata in interferenza con la struttura dello strumento. Il confronto con uno strumento identico di cui in foto 17 attesta il bloccaggio della corona su una indicazione di prua pari a 47° . Tale

indicazione non risulta essere coerente con la direzione della traccia di impatto al suolo dell'aeromobile, che risulta essere compresa tra 355°/025° magnetici.

- *Relief valve e relativo filtro*: è stata rinvenuta tra i rottami apparentemente integra con il filtro in spugna ancora in posizione, ma con le connessioni all'impianto danneggiate e mancanti. La valvola risultava essere ricoperta e contaminata all'interno di terriccio, con il filtro anch'esso impregnato di terra e liquidi oleosi.
- *Filtro principale di ingresso aria*: non è stato rinvenuto tra i rottami e del relativo supporto di installazione è stato rinvenuto solo un frammento della staffa di fissaggio. Tale parte non è stata sufficiente per consentire di identificare con certezza il tipo di supporto di installazione del filtro effettivamente presente sull'I-LFSA al momento dell'incidente.



Foto 18: contagiri e orametro motore.



Foto 19: indicatore EGT.

- *Strumento indicatore di giri motore/orametro*: si presenta estremamente danneggiato come da foto 18. La lancetta indicatrice dei giri risulta bloccata e schiacciata sul quadrante, anch'esso molto deformato. La lancetta risulta posizionata su di una indicazione di 2600 giri; ancorché il quadrante abbia subito delle deformazioni che potrebbero aver un po' spostato la lancetta, la posizione di quest'ultima sembrerebbe comunque abbastanza congruente con i valori riscontrati dall'ANSV a seguito dell'analisi spettrografica del sonoro delle registrazioni delle comunicazioni radio fatta effettuare presso i laboratori del NTSB (si veda paragrafo 1.19.1.).
- *Strumento indicatore di temperatura gas di scarico (EGT)*: appare totalmente smembrato, con quadrante deformato e lancetta libera di muoversi e pertanto non fornisce alcuna informazione attendibile (foto 19).



Foto 20: manetta del motore.

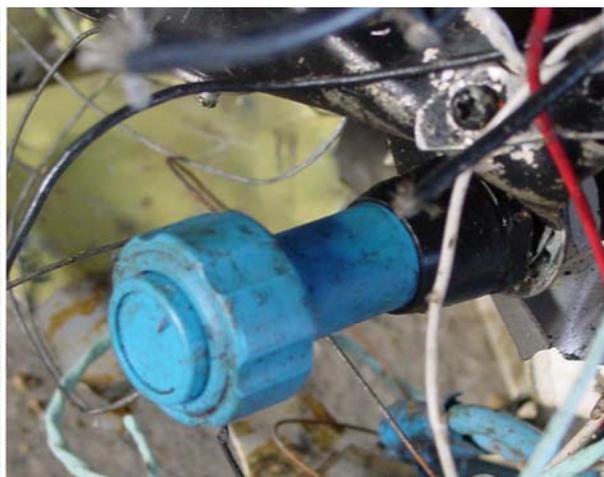


Foto 21: comando passo dell'elica.

- *Comandi motore/elica*: i due pomelli di comando potenza motore e di passo dell'elica sono stati rinvenuti in posizione rispettivamente di massima potenza ed elica a passo minimo (foto 20 e 21).

Impennaggi e relative superfici mobili

La deriva, il timone di direzione, lo stabilizzatore ed il timone di profondità si presentano estremamente deformati, ma ancora ancorati alla struttura di coda della fusoliera. Nessuna evidenza di cedimenti preesistenti è stata rilevata.



Foto 22: gruppo motopropulsore.



Foto 23: elica.

Gruppo motopropulsore ed impianto combustibile

Il gruppo motore è stato rinvenuto totalmente staccato dalla fusoliera, ma ancora vincolato al castello motore (foto 22). Tutta la parte frontale dell'albero motore evidenzia deformazioni da schiacciamento per urto frontale. L'elica, del tipo a giri costanti, risulta distaccata dalla flangia di collegamento all'albero motore (foto 23). Una pala risulta distaccata dal mozzo, il

quale, al suo interno, evidenzia i cinematismi di variazione del passo. I danneggiamenti e le deformazioni evidenziate dai suddetti cinematismi non consentono di risalire con assoluta certezza al passo posseduto dall'elica al momento dell'impatto.

Considerato che l'elica era del tipo a giri costanti, l'eventuale entità di passo rilevato non potrebbe comunque essere correlata alla posizione del comando in cabina, in quanto, per questo tipo di eliche, il passo diventa funzione della velocità di volo in relazione alla potenza motore impostata.

In ogni caso, il comando in cabina è risultato selezionato in posizione *High RPM (Full In)*, così come previsto dal *Manuale di volo* durante la fase di avvicinamento prima dell'atterraggio.

1.12.4. Dinamica di impatto

L'insieme di tali evidenze attesta che l'aeromobile ha impattato il suolo con la estremità della semiala destra, con una traiettoria di discesa di circa 20°, un assetto di volo inclinato a destra di oltre 90° ed animato da un movimento di rollio a sinistra.

Al momento dell'urto al suolo la estremità della semiala ha "arato" il terreno ed il movimento di rollio a sinistra ha compattato maggiormente il bordo sinistro del solco scavato.

Il contrasto della estremità della semiala destra con il terreno ha fatto compiere all'intero aeromobile una rotazione sul proprio asse verticale, tale da farlo urtare con il muso sul terreno in posizione pressoché verticale.

Da questo momento l'aeromobile ha rimbalzato smembrandosi totalmente ed arrestandosi dopo ulteriori 16 m in un ammasso informe di rottami.

Solo le ruote del carrello principale sono state proiettate ad una distanza di circa 50 m dal primo punto di impatto.

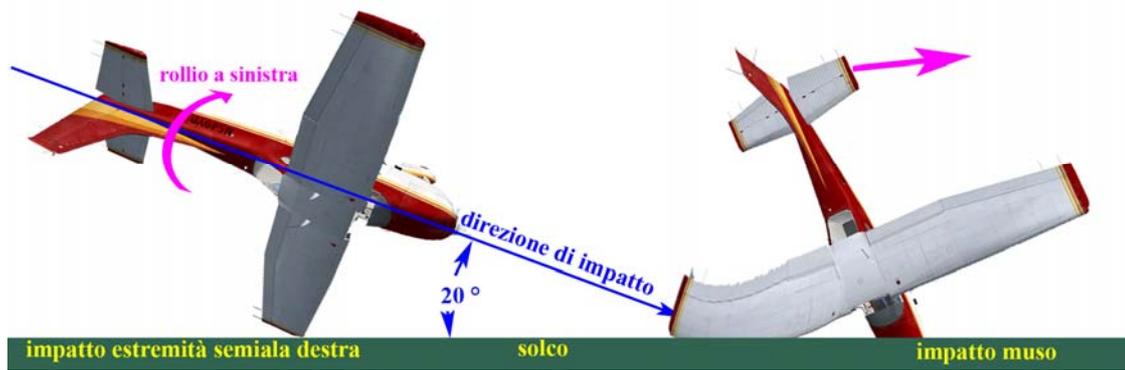


Figura 6: ricostruzione della dinamica di impatto alla luce delle evidenze.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Non sono emerse evidenze di natura medica e patologica che possano aver influito sull'accadimento dell'evento. Le registrazioni delle conversazioni avvenute fino a poco prima dell'impatto non fanno sorgere dubbi sulla integrità psicofisica delle due persone a bordo. Entrambe erano in possesso delle prescritte idoneità psicofisiche al volo.

1.14. INCENDIO

Sul luogo dell'incidente e sui rottami non sono state rilevate evidenze di incendio, eventualmente sviluppatosi in volo o al suolo dopo l'impatto.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

Il grado di smembramento subito dall'aeromobile al momento dell'impatto al suolo non ha consentito alcuna possibilità di sopravvivenza alle due persone a bordo.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Non pertinente.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

Sulla base delle certificazioni in possesso, la Aviomar srl era idonea all'esercizio ed alla manutenzione dell'aeromobile marche I-LFSA.

Detta società inoltre era riconosciuta quale FTO (FTO I-033), con possibilità di svolgere attività istruzionale.

Sulla base delle suddette certificazioni la società risultava essere idonea all'espletamento del volo oggetto della presente relazione.

Per quanto riguarda le minime meteorologiche applicabili ai voli effettuati con istruttori, l'*Operations Manual* della società esercente l'I-LFSA prevedeva quanto riportato in figura 7.

C.4 Minimi meteorologici voli con Istruttori

C.4.1 Generalità

I minimi operativi scelti dalla Società per gli aeroporti sui quali abitualmente opera sono quelli stabiliti nel ROUTE MANUAL della Società (Jeppesen) conformi alle direttive Nazionali.

Per quegli aeroporti le cui procedure non sono pubblicate dalla Jeppesen si fa riferimento alle minime dello Stato nel quale l'aeroporto è ubicato.

C.4.2 Voli IFR

Durante l'addestramento, in situazioni meteo reali non si potrà mai scendere al di sotto dei minimi meteo previsti dalla cartina di avvicinamento del Manuale di Rotta Jeppesen in uso ed applicabili al velivolo ed all'addestramento dell'equipaggio.

In condizioni meteorologiche VMC, l'istruttore, discrezionalmente, potrà far effettuare, a titolo unicamente addestrativo, procedure strumentali simulate con valori di ceiling più bassi di quelli realmente applicabili.

In condizioni IMC reali, in caso di presenza di addestrando a bordo, l'istruttore può alzare i minimi meteo ai valori che riterrà più opportuni in funzione della propria discrezionalità.

Inoltre per i voli di addestramento strumentale, pur operando ai minimi previsti dalle cartine di avvicinamento, le condizioni reali di atterraggio devono essere opportunamente valutate dall'istruttore prima di andare in volo in funzione del livello di addestramento dell'allievo.

Il decollo di voli di addestramento deve avvenire solamente con VIS/RVR uguali o superiori alle previste per l'atterraggio in caso si rendesse necessario un rientro immediato.

Figura 7: dall'*Operations Manual* della società.

Le condizioni di visibilità esistenti sull'aeroporto di Perugia nell'orario di interesse comunicate via radio da Perugia APP all'I-LFSA erano compatibili con la prevista procedura di avvicinamento e di atterraggio in CAT I. Anche le condizioni di visibilità indicate nello SPECI delle 16.12' UTC non impedivano le operazioni in CAT I, in quanto la RVR per pista 01 era di 1000 m (la CAT I prevede infatti che la visibilità generale non debba essere inferiore a 800 m o la RVR non debba essere inferiore a 550 m).

Il volo in questione era finalizzato alla effettuazione della lezione pratica n. 7 prevista dal *Training Manual CPL(A) Course*, ed. giugno 2007. Nella fattispecie, l'allieva coinvolta nell'incidente, così come rilevato dagli statini istruzionali reperiti, aveva completato il percorso di lezioni teoriche previste dal corso *Basic IR Training* ed in data 16 ottobre 2007 aveva iniziato il modulo di lezioni pratiche relative all'*Advanced IR Training*, completando, come da relativi statini, numero sei lezioni pratiche in volo prima dell'incidente.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

1.18.1. Tracciati radar

Il primo rilevamento di posizione dell'I-LFSA da parte del sistema radar di ENAV SpA è avvenuto alle ore 15.54'31" UTC, allorquando l'aeromobile, alla quota di 3400 piedi, in

navigazione verso il VOR di Bolsena, transitava sulla località di Civita Castellana, dopo aver percorso circa 23 NM dall'aeroporto di decollo di Roma Urbe.

Alle ore 16.10'56" l'aeromobile raggiungeva il VOR di Bolsena alla quota di 3600 piedi, per poi effettuare una virata a destra e dirigere verso l'aeroporto di Perugia.

Alle ore 16.23'11", l'aeromobile transitava sul punto GITOD alla quota di 9100 piedi, dirigendo per la intercettazione della radiale 192 del VOR di Perugia, alla distanza di 13 NM da quest'ultimo.

La intercettazione avveniva alle ore 16.27'16", alla quota di 7654 piedi, virando *inbound* il punto DERUX.

Raggiunto il punto DERUX, alle ore 16.29'31", ed alla quota di circa 6700 piedi, l'aeromobile impostava la *holding pattern* prevista, con virata a destra, per ridurre la propria quota di volo e riportarsi sul DERUX alla quota di procedura definita per iniziare l'avvicinamento finale.

All'inizio della seconda virata a destra, in fase di intercettazione del sentiero ILS per 013°, i dati radar risultano essere discontinui a causa della scarsa copertura radar fino alla perdita totale della traccia avvenuta alle ore 16.35'58". In tale momento l'aeromobile si trovava alla quota di 4671 piedi, con traiettoria in discesa alla velocità di circa 40 metri al secondo ed in virata di intercettazione del sentiero ILS per 013°, ad una distanza di 12 NM IPE DME. L'ultimo rilevamento radar posiziona l'aeromobile ad una distanza minima dal sentiero di circa 1500 m, mentre alle successive ore 16.36'09", ossia dopo 11 secondi, l'equipaggio comunicava a Perugia APP di essere a 12 NM, *inbound*, stabilizzato.

Dall'esame delle tracce radar non emergono condizioni di criticità e la navigazione è stata effettuata nei modi previsti dalle procedure contemplate.

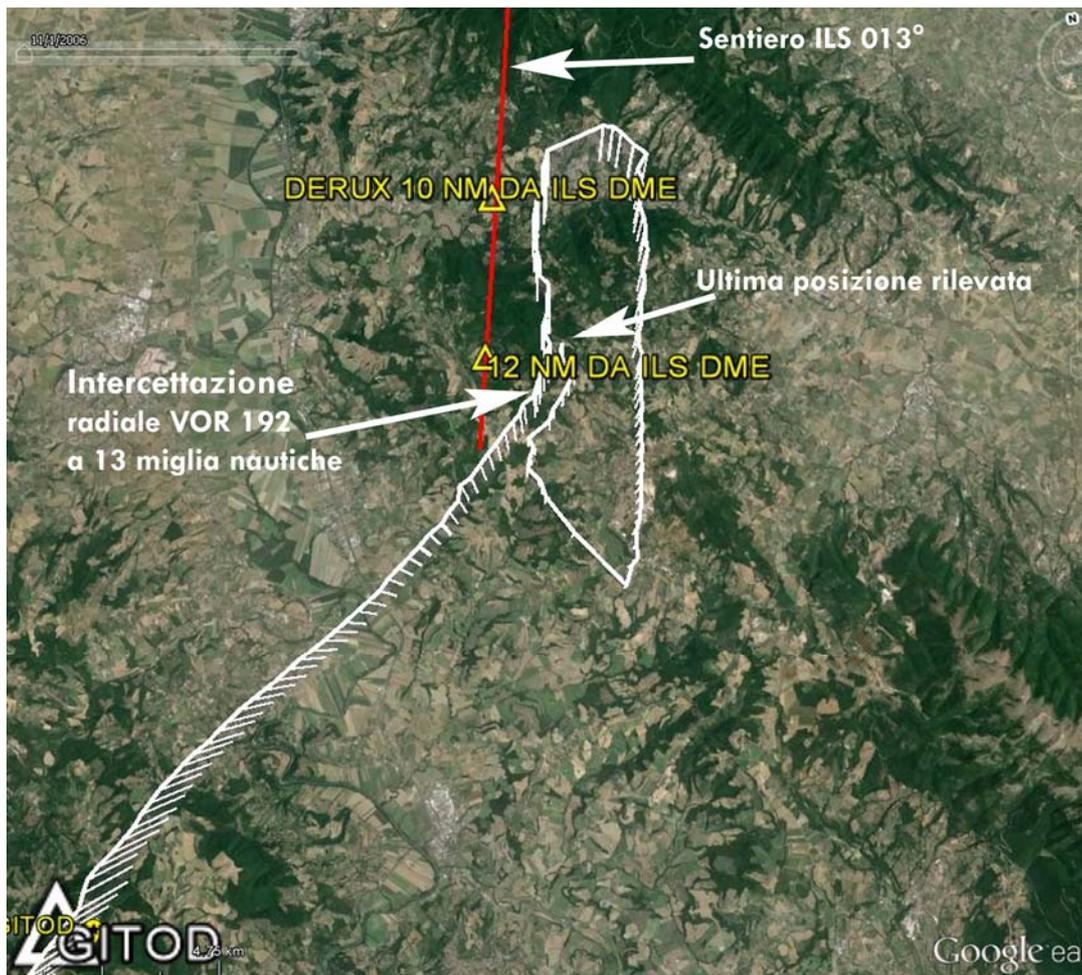


Figura 8: tracciato radar relativo alla ultima parte del volo.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

1.19.1. Registrazioni audio

Il file audio della registrazione delle comunicazioni radio è stato sottoposto ad analisi spettrografica del sonoro presso i laboratori del NTSB. Considerando che l'aeromobile marche I-LFSA era equipaggiato con un motore Lycoming O-360-A1F6D azionante, in presa diretta, una elica bipala a giri costanti per un regime massimo di rotazione di 2700 rpm, si rileva che a tale regime il sistema produce un suono caratterizzato da frequenza base di 90 Hz e relative armoniche.

L'analisi in frequenza dei tratti sonori in cui non è presente la voce dei due piloti ha consentito di risalire ad un regime motore pari a 2640 rpm nella fase del volo in cui si rileva l'attivazione del cicalino avvisatore di stallo, per aumentare fino ad un regime di 2670 rpm al momento dell'impatto (figura 9).

Figure 7. Time history of engine speed and stall warning frequency.

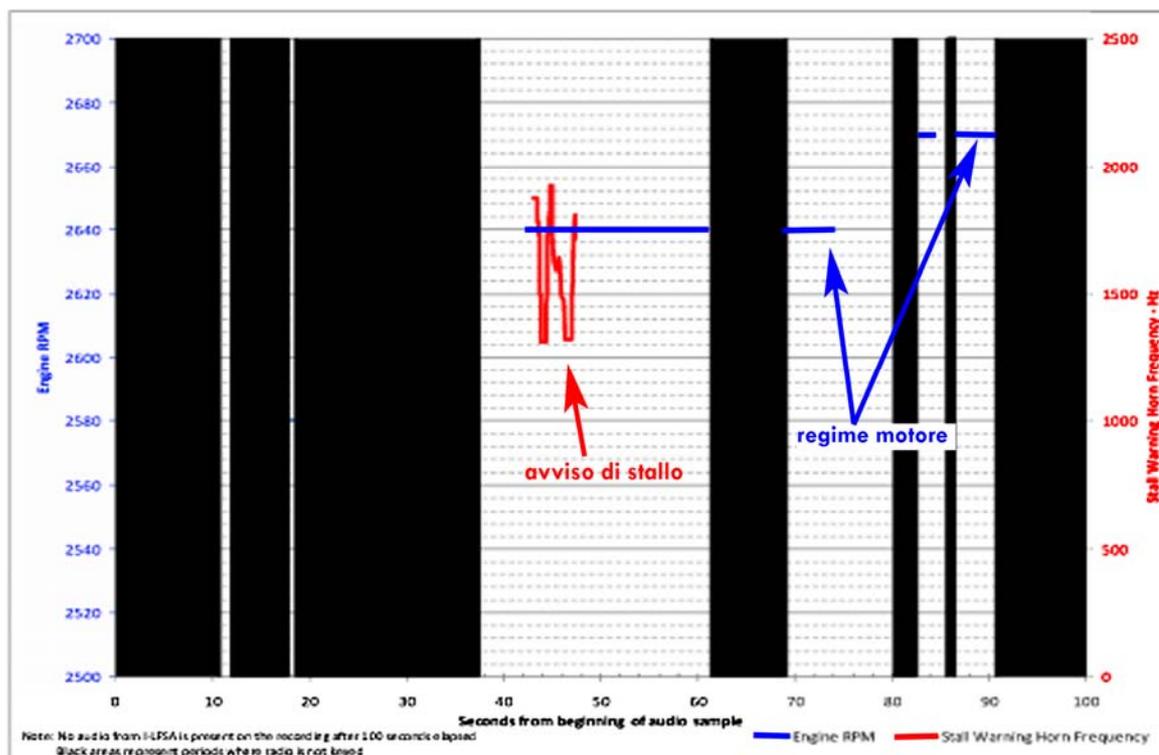


Figura 9: rilevamento regime motore.

1.19.2. GPS portatile

Sul luogo dell'incidente è stato rinvenuto uno strumento di navigazione portatile tipo GPSMAP96C costruito dalla Garmin USA. Lo strumento appariva essere estremamente danneggiato; tuttavia si è proceduto allo smontaggio delle sue parti al fine di prelevarne le memorie interne e scaricarne i dati di navigazione eventualmente registrati. L'operazione è stata condotta presso ditta specializzata nella costruzione di tali dispositivi, procedendo alla rimozione delle memorie dai circuiti stampati al fine di reinstallarle su di un apparato efficiente. L'operazione non ha avuto gli esiti sperati, in quanto alcune memorie presentavano rotture meccaniche della loro struttura, tali da non consentire alcuna connessione elettrica con le apparecchiature di lettura.

1.19.3. Strumentazione di bordo

I quadranti degli strumenti altimetro e variometro recuperati tra i rottami e privi di lancette indicatrici sono stati esaminati con illuminazione WOOD. Più in particolare, relativamente allo strumento anemometro, il settore verde del quadrante indicante la velocità con doppia scala (MPH e nodi) evidenzia una marcata abrasione della vernice in prossimità del valore di

velocità tra 110 e 115 MPH. Appare molto probabile che tale danneggiamento superficiale possa essere stato causato dall'urto della lancetta indicatrice con il quadrante durante l'impatto al suolo, da cui si può dedurre con buona probabilità che la velocità lungo l'asse longitudinale con cui l'aeromobile ha impattato il terreno fosse intorno a tali valori.

Il quadrante dello strumento indicatore della velocità verticale (variometro) presenta invece una consistente concentrazione del materiale fluorescente con cui era rivestita la lancetta lungo il raggio relativo alla indicazione di 1400 piedi a scendere. La concentrazione di tale materiale lungo tale radiale non può che essere stata determinata dall'urto della lancetta sul quadrante stesso al momento dell'impatto al suolo.

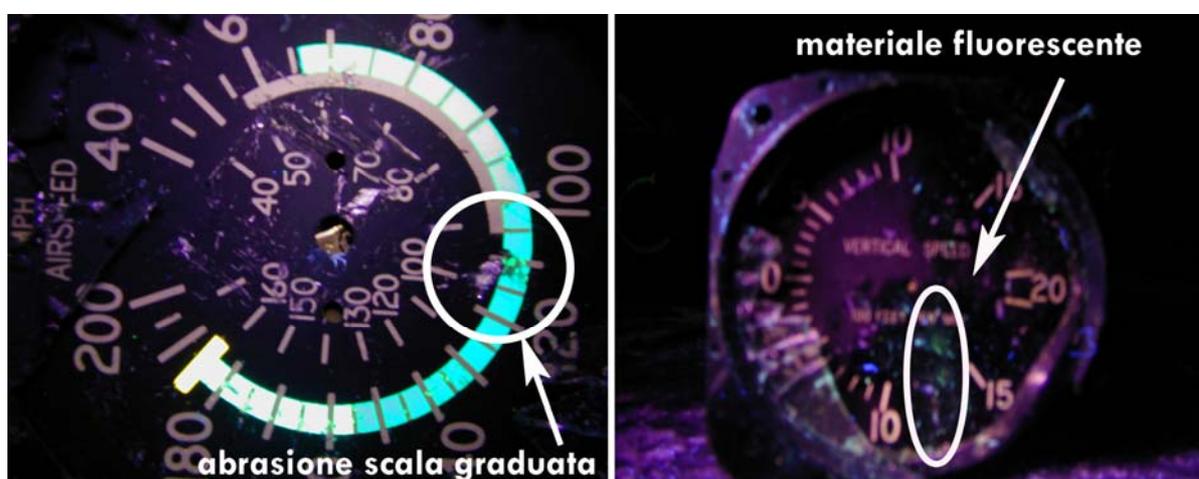


Foto 24 e 25: esami con la luce di Wood (a sinistra l'anemometro, a destra il variometro).

1.19.4. Orizzonte artificiale

L'aeromobile era equipaggiato con uno strumento indicatore di assetto di tipo giroscopico azionato da un flusso di aria.

Lo strumento, denominato HORIZON GYRO, era stato costruito in Italia da Aeritalia Settore Strumentazione ed era identificato con una targhetta metallica incollata sull'involucro esterno (foto 26). I dati impressi su di essa sono relativi al PN di riferimento Cessna C661076-0105, al PN del costruttore 36101C, al SN non leggibile in quanto danneggiato, alla specifica di riferimento FAA TSO C4C ed al differenziale della pressione dell'aria di alimentazione compresa tra 4,5 e 5,4 inches Hg (pollici di mercurio). Al fine di rilevare elementi oggettivi sulle modalità di malfunzionamento di un tale tipo di strumento, si è proceduto alla realizzazione di un banco prova a similitudine dell'impianto vacuum dell'aeromobile Cessna 177, con la possibilità di poter variare il numero di giri della pompa vacuum e la portata del flusso di aria in entrata all'impianto. Su tale banco sono stati provati,

a più riprese, alcuni strumenti dello stesso tipo di quello rinvenuto tra i rottami dell'I-LSFA, simulando le modalità di funzionamento al variare dei giri della pompa e del flusso di aria di alimentazione. Alimentando gli strumenti con il corretto differenziale di pressione e variando la loro posizione spaziale sui tre assi, simulando così la variazione degli assetti di un aeromobile in volo, le indicazioni fornite dagli strumenti risultavano essere sempre coerenti con gli assetti di volo impostati, anche in presenza di rapide ed accentuate variazioni di essi.



Foto 26: orizzonte artificiale del velivolo incidentato.

Riducendo gradatamente il differenziale della pressione di alimentazione, sia intervenendo sui giri della pompa sia riducendo la sezione di passaggio dell'aria in ingresso all'impianto, le indicazioni di assetto risultavano essere sempre meno attendibili, anche mantenendo lo strumento perfettamente immobile sui tre assi.

Tale comportamento risulta essere in linea con le modalità di funzionamento degli strumenti giroscopici, in quanto la riduzione della velocità di rotazione della massa rotante comporta la perdita di orientamento del proprio asse di rotazione. Tale comportamento è ben noto nel

mondo aeronautico e viene definito impropriamente con il termine di “precessione”, che in fisica definisce invece un più complesso comportamento reattivo dei giroscopi.

Replicando più volte le suddette prove anche su altri strumenti dello stesso tipo, si è osservato che la modalità di malfunzionamento era abbastanza ripetitiva ossia, al diminuire della pressione differenziale l’orizzonte artificiale tendeva lentamente e sistematicamente a portarsi su una indicazione di assetto longitudinale a picchiare, associato ad una inclinazione a destra dell’aeromobile (foto 27 e 28), pur essendo lo strumento perfettamente immobile ed in posizione orizzontale.

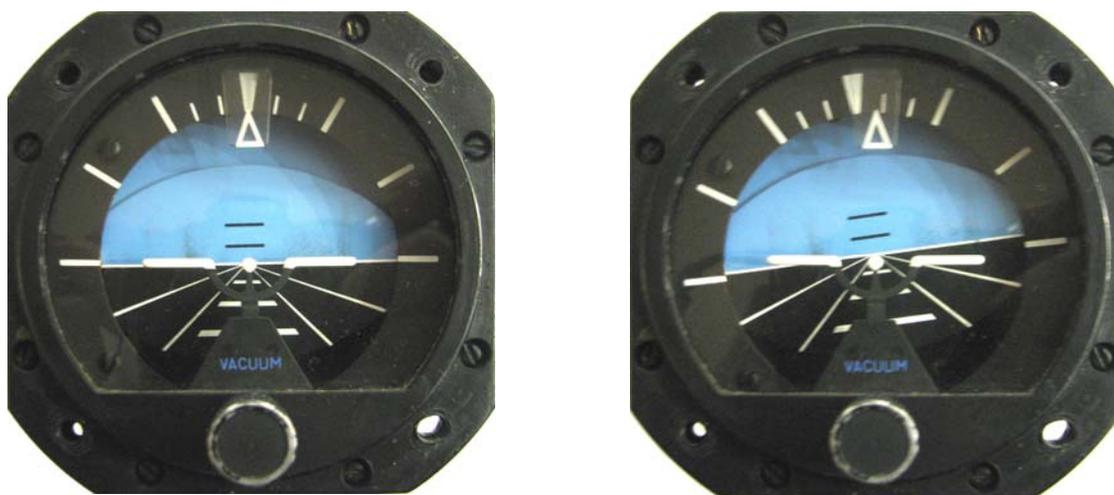


Foto 27: indicazione con pressione differenziale corretta. Foto 28: indicazione con pressione differenziale ridotta.

Si è riscontrato, inoltre, che in tali condizioni di malfunzionamento, muovendo gradualmente lo strumento sui tre assi, a similitudine di una reale correzione fatta in volo, si riusciva a riportare la sagoma dell’aereo in allineamento con la linea dell’orizzonte, ma la posizione dello strumento non risultava più essere quella orizzontale indicata invece dalla sagoma.

Ripetendo tali correzioni con movimenti più accentuati le indicazioni degradavano rapidamente, fornendo così l’evidenza di una inattendibilità dello strumento.

L’aspetto subdolo è che tale situazione si manifesta in tutta la sua rilevanza allorquando, nel corso di un volo condotto in assenza di visibilità, il pilota possa prenderne cognizione solo a seguito di un controllo incrociato degli strumenti o in maniera del tutto casuale per eventuali brusche variazioni degli assetti raggiunti, e comunque non prima che fossero già state effettuate variazioni dell’assetto di volo non necessarie.

La FAA, già nell'anno 2000, evidenziava la pericolosità di tale avaria con la pubblicazione del documento P-8740-52 "*Silent Emergency: Pneumatic System Failure*".

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITÀ

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

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

2.1. FATTORE TECNICO

Non sono state rinvenute parti dell'aeromobile prima del punto di impatto o lontane dal settore di distribuzione dei rottami; conseguentemente è possibile escludere eventuali cedimenti strutturali dell'aeromobile in volo, con perdita di parti meccaniche.

L'esame delle rotture rilevate, in particolare sui cinematismi dei comandi di volo, non ha evidenziato la presenza di caratteristiche per cedimenti progressivi o preesistenti.

Non sono state rilevate tracce di incendio eventualmente sviluppatosi in volo o comunque prima dell'impatto al suolo.

L'esame in frequenza dei suoni registrati in cabina, la posizione della lancetta indicatrice dei giri motore ed i danneggiamenti riportati dalle pale dell'elica attestano che al momento dell'impatto al suolo il regime di rotazione del motore era prossimo al massimo consentito, quindi si possono escludere eventuali problematiche tecniche connesse con la erogazione di potenza da parte del motore.

Dalla analisi delle parti recuperate relativamente all'impianto vacuum non emergono evidenze oggettive su eventuali malfunzionamenti delle stesse parti prima dell'incidente; va comunque evidenziato che lo strumento giroscopico di indicazione di direzione (girodirezionale) è stato rinvenuto bloccato su una indicazione di prua differente da quella con cui l'aeromobile ha effettivamente impattato il terreno. Tale evidenza non esclude la possibilità di un eventuale malfunzionamento in volo dello stesso o dell'insorgenza di un qualche malfunzionamento dell'impianto vacuum, che possa aver compromesso il corretto funzionamento di detto strumento. A tal proposito va evidenziato il fatto che il filtro principale dell'aria in ingresso all'impianto vacuum con relativo supporto di installazione non sono stati recuperati tra i rottami. L'assenza di tali elementi non consente di risalire con certezza assoluta al tipo di filtro realmente installato, in quanto dalle registrazioni effettuate

sui documenti tecnici viene riportata la installazione di un altro tipo rispetto a quello previsto.

2.2. FATTORE AMBIENTALE

Le condizioni meteorologiche in atto al momento dell'incidente consentivano la effettuazione del volo in relazione alle minime meteorologiche previsti dall'*Operations Manual* della società per voli con istruttore.

Le condizioni di visibilità esistenti sull'aeroporto di Perugia nell'orario di interesse comunicate via radio da Perugia APP all'I-LFSA erano compatibili con la prevista procedura di avvicinamento e di atterraggio in CAT I. Anche le condizioni di visibilità indicate nello SPECI delle 16.12' UTC non impedivano le operazioni in CAT I, in quanto la RVR per pista 01 era di 1000 m (la CAT I prevede infatti che la visibilità generale non debba essere inferiore a 800 m o la RVR non debba essere inferiore a 550 m). Lo stesso METAR delle 16.50' UTC, quindi di poco successivo all'incidente, riportava, a fronte di una visibilità generale di 200 m, una RVR per pista 01 di 800 m, quindi ancora compatibile con le predette operazioni.

Dalla analisi delle comunicazioni radio si rileva che l'istruttore ha interrotto la procedura di avvicinamento ILS all'aeroporto quando l'aeromobile, in discesa verso la pista, si trovava ancora ad una altitudine intorno ai 1276 piedi.

Infatti alle ore 16.39'52" UTC l'istruttore comunica a Perugia APP di essere «Alle 5 miglia, stabile, il SA», ossia in discesa lungo il sentiero ILS. Una tale comunicazione prevede che in tale punto l'aeromobile debba trovarsi allineato con il sentiero con velocità di avvicinamento di 70-80 MPH e flap 20°, così come previsto dal *Manuale di volo*. Non si hanno elementi oggettivi sull'effettivo rispetto di tali parametri da parte dell'equipaggio, tuttavia l'analisi dei tracciati radar precedenti attesta il rispetto costante di tutti i punti delle procedure in esecuzione.

Alle ore 16.42'36" UTC, l'istruttore dice alla allieva «Riattacchiamo» prima ancora di comunicare tale decisione anche a Perugia APP.

In tale intervallo di tempo l'aeromobile deve aver percorso non meno di 3,38 miglia statutarie con traiettoria rettilinea verso l'aeroporto e con rateo di discesa pari a 360 piedi per ogni miglio di avanzamento. In tale momento, come da diagramma in figura 10, l'aeromobile doveva trovarsi ad una distanza intorno alle 2 miglia statutarie dalla pista e ad una altitudine intorno ai 1276 piedi.

La decisione dell'istruttore di effettuare la procedura di MA ancor prima di raggiungere la DA rientrava tra le prerogative a lui riconosciute dall'*Operations Manual* della società, che gli consentivano di aumentare i minimi a propria discrezione. Non si può tuttavia escludere che tale decisione possa essere stata presa una volta acquisita la cognizione dell'effettivo peggioramento delle condizioni di visibilità in essere sull'aeroporto, ancorché il velivolo stesse conducendo operazioni in IFR; al riguardo, si ricorda che le informazioni meteorologiche date via radio da Perugia APP (lette sul relativo monitor dall'operatore in frequenza) erano sostanzialmente congruenti con il METAR delle 13.50' UTC, quando invece, alle 16.12' UTC, era già stato emesso uno SPECI indicante una visibilità orizzontale di 300 m, ancorché con una RVR di 1000 m.

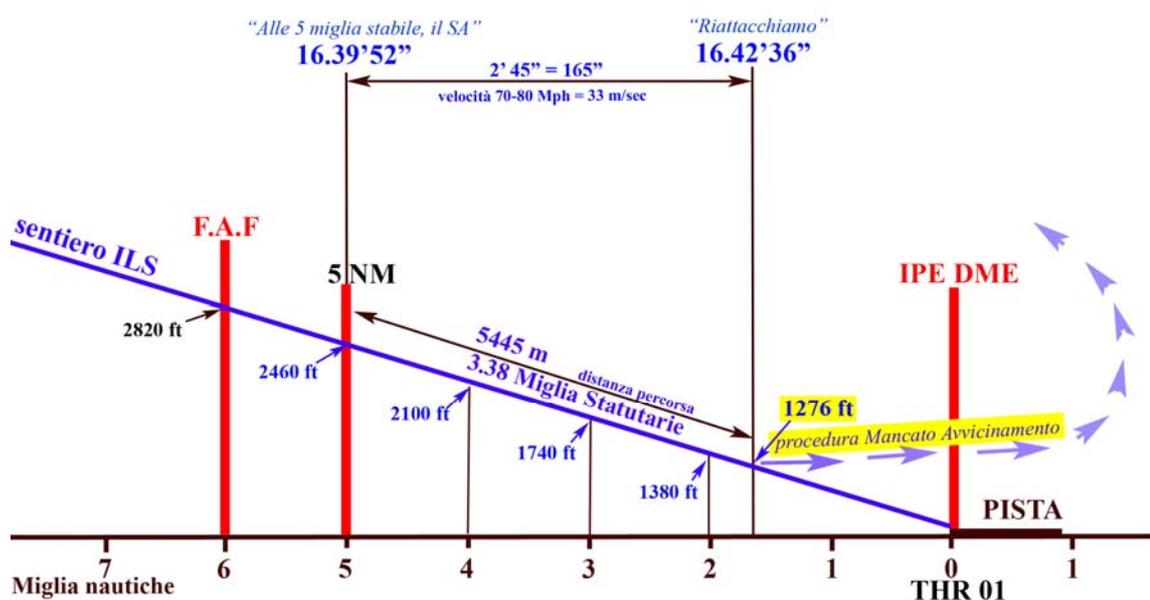


Figura 10.

Così come rilevato dalla documentazione acquisita, la licenza dell'I-LSFA per l'impianto e l'esercizio di stazione radiotelegrafica e radiotelefonica a bordo di aeromobile rilasciata in data 6 giugno 2001 risultava scaduta il 5 giugno 2006; dopo questa data dalla documentazione disponibile non risulta alcun rinnovo/proroga di tale licenza.

In occasione del rinnovo, da parte dell'ENAC, in data 3 maggio 2007, del certificato di navigabilità del velivolo, la predetta situazione non parrebbe essere stata rilevata.

L'esame della documentazione tecnica dell'aeromobile ha evidenziato una serie di incongruenze e difformità sulle trascrizioni degli interventi manutentivi, tanto da ingenerare dubbi sulla loro reale rispondenza agli interventi effettuati.

Infatti, sulla base di dette trascrizioni, non è stato possibile risalire con certezza alla tipologia del filtro principale effettivamente installato sull'impianto vacuum al momento dell'incidente, in quanto il *Parts Catalog* dell'aeromobile ne prevedeva un tipo, mentre dallo scadenziario dell'aeromobile ne risultava installato un altro di tipo differente. Il costruttore dei filtri riportati come installati considera *mandatory*, ossia obbligatoria, la loro sostituzione al raggiungimento di un determinato numero di ore o allo scadere di un anno dalla loro installazione (quale di questi due parametri sia raggiunto per primo). Nessun riferimento alla scadenza calendariale è stato rilevato sulla documentazione esaminata.

Sulla base delle menzionate evidenze risulterebbe quindi che il filtro principale dell'impianto vacuum, al momento dell'incidente, avesse superato il limite calendariale di un anno per la sua sostituzione, termine di riferimento non essendo state ancora raggiunte le 500 ore.

Dalle predette constatazioni emergerebbe dunque una non puntuale gestione, da parte della organizzazione manutentiva, delle scadenze (in termini di ore di funzionamento o limiti calendariali di installazione) relative ai filtri dell'impianto vacuum.

Più in generale, le incongruenze e le difformità rilevate nella documentazione esaminata inevitabilmente fanno sorgere dei seri dubbi sia sulla qualità della manutenzione effettuata sul velivolo, sia sull'effettivo svolgimento di una efficace azione di sorveglianza sull'organizzazione manutentiva da parte dell'ENAC.

2.3. FATTORE UMANO

L'aeromobile ha impattato il suolo con una traiettoria di discesa intorno ai 20°, con un angolo di inclinazione alare a destra di oltre 90°, ed animato da un movimento di rollio a sinistra. L'impatto al suolo è avvenuto con l'estremità della semiala destra in direzione 025° magnetici, che, per effetto del movimento di rollio a sinistra, ha deviato verso sinistra la traiettoria dell'aeromobile lasciando una traccia al suolo orientata per 355° magnetici. Nel corso dell'impatto l'aeromobile si è totalmente smembrato, distribuendo i propri rottami entro un settore di circa 30° per un raggio di circa 50 m.

L'analisi delle conversazioni avvenute tra l'aeromobile e Perugia APP non evidenzia alcuna anomalia o situazione di criticità a bordo fino alle ore 16.42'36", allorquando l'istruttore impartisce all'allieva il comando di "riattaccare", con successiva relativa comunicazione della manovra a Perugia APP.

A partire da questo momento le registrazioni riguardano esclusivamente le conversazioni avvenute a bordo, da cui si evince chiaramente che ai comandi del velivolo era l'allieva, sino al momento in cui la condotta del velivolo viene assunta dall'istruttore (16.43'15" «Ce l'ho io.»). Dopo l'ordine di riattaccare cambiano anche i toni delle voci a bordo del velivolo, denotando l'insorgenza di uno stato di crescente preoccupazione; sino a poco prima il volo si era svolto regolarmente ed in cabina di pilotaggio il clima appariva sereno.

Alle ore 16.43'06", con l'aeromobile che in quel momento avrebbe dovuto essere in volo rettilineo, leggermente in salita, per poi effettuare una virata a sinistra ed andare ad intercettare la radiale VOR verso il punto LUPEG, e dopo che erano stati retratti anche i flap, l'allieva esclama con tono allarmato che era necessario abbassare il muso, avendo percepito l'insorgenza di uno stallo. Con buona probabilità, tenuto anche conto della situazione meteorologica in essere, il volo, in quel momento, veniva condotto in assenza totale di visibilità; non essendo quindi disponibili riferimenti esterni, l'allieva doveva necessariamente mantenere il controllo del volo basandosi sulle indicazioni di assetto fornite dall'orizzonte artificiale, probabilmente già non più attendibile, correggendo automaticamente le indicazioni di assetto fornite dallo strumento ritenendole normali deviazione dell'aeromobile, fino a quando ha rilevato riduzioni di velocità prossime allo stallo.

Alle ore 16.43'09", interviene anche l'avvisatore di stallo, per cui l'istruttore, dopo aver ordinato all'allieva di "buttare giù il muso" per recuperare il velivolo, assume direttamente il controllo dei comandi.

Nel corso dei successivi trenta secondi l'istruttore, nella probabile convinzione di aver recuperato i normali assetti di volo, imposta la virata a sinistra per dirigere verso il punto LUPEG. La virata a sinistra, tenuto anche conto della quota a cui si trovava l'aeromobile, era sostanzialmente compatibile con la prevista procedura di mancato avvicinamento; inoltre si può ragionevolmente ritenere che la decisione sia stata assunta anche per uscire prima possibile da un contesto ambientale diventato inaspettatamente critico.

Dal diagramma di figura 11 si rileva come dal momento della riattaccata fino all'impatto al suolo l'aeromobile abbia volato per 82", percorrendo non meno di 1,68 miglia statutarie, che avrebbero dovuto portarlo, quanto meno, in prossimità dell'inizio pista 01. L'impatto invece è avvenuto in un punto situato ad una distanza di 4540 m dalla pista ed arretrato rispetto al punto in cui è iniziata la riattaccata. Appare quindi evidente come sin dall'inizio della riattaccata l'aeromobile abbia seguito una traiettoria di volo in virata, tale da fargli compiere, nel corso dei successivi 82", un tragitto di circa 2706 m per un arco di 360°, tanto

da farlo tornare indietro rispetto al punto di riattaccata ed impattare il suolo con prua grosso modo orientata verso la pista.

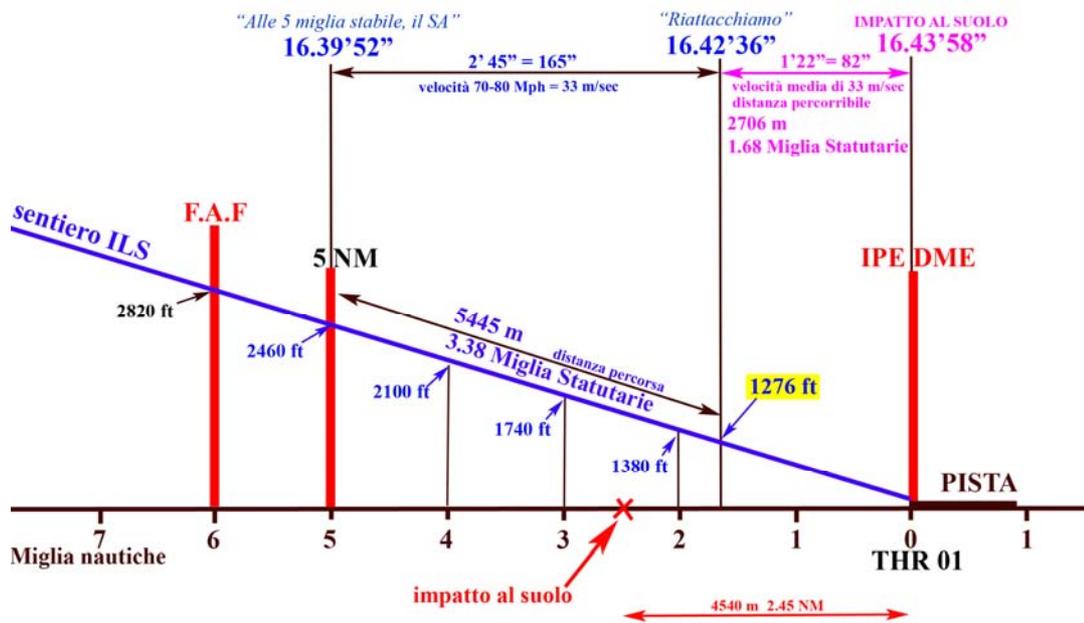


Figura 11.

In assenza di dati oggettivi su eventuali specifiche avarie degli strumenti giroscopici (orizzonte artificiale e girodirezionale) è possibile ipotizzare una loro inattendibilità indotta da una riduzione del valore di pressione differenziale generata dall'impianto vacuum. Una tale evenienza, infatti, così come evidenziato da ampia letteratura in materia, si manifesta in maniera subdola e difficile da rilevare immediatamente, allorquando si verifici una rottura della pompa vacuum o una ostruzione del filtro principale dell'impianto stesso.

Nel caso in esame non sono stati individuati elementi oggettivi di avarie specifiche alla pompa o agli strumenti; tuttavia, dalle registrazioni tecniche risulterebbe che il filtro principale dell'impianto vacuum non sia stato sostituito alla scadenza di un anno dalla sua installazione. Una situazione del genere comporta una graduale riduzione, nel tempo, del flusso di aria aspirato dalla pompa, ma tale da essere ancora entro i limiti minimi garantiti e non rilevabile dallo strumento differenziale di bordo. Nel caso in esame la riduzione del flusso di aria sarebbe avvenuta improvvisamente ed in maniera rapida. Una tale situazione può essere spiegata solo con le condizioni atmosferiche in atto al momento dell'incidente, che presentavano una elevata percentuale di umidità con temperature ambientali uguali a quelle di rugiada. In tali condizioni, un filtro che abbia già superato i propri limiti temporali di funzionamento, presenta indubbiamente una riduzione della superficie di passaggio del

flusso dell'aria aspirata, per cui il flusso in transito tende ad accelerare la propria velocità, con conseguente riduzione di temperatura per la legge di Bernoulli. L'abbassamento di temperatura in condizioni di elevata umidità ambientale tende a condensare il vapore in soluzione nell'aria, con conseguente deposito sulle maglie del filtro di acqua allo stato liquido, causando un progressivo quanto rapido processo di ostruzione totale del filtro stesso.

Nelle suddette condizioni l'impianto vacuum non riesce più ad alimentare correttamente gli strumenti giroscopici, per cui le indicazioni degli stessi non sono più attendibili.

Per quanto accertato, si può ritenere che la perdita di controllo dell'aeromobile, che poi ha portato all'impatto al suolo stante la ridotta distanza da terra del velivolo, sia stata ragionevolmente indotta dall'inattendibilità degli assetti di volo presentati dall'orizzonte artificiale, in una condizione di volo di scarsa visibilità. Proprio la ridotta distanza da terra e conseguentemente il limitato tempo a disposizione per poter riacquisire la piena *situation awareness* in una situazione di scarsa visibilità hanno reso vano ogni tentativo di recupero dell'aeromobile.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. GENERALITÀ

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

3.1. EVIDENZE

- Il pilota istruttore a bordo dell'aeromobile era in possesso dei prescritti titoli aeronautici e dell'esperienza necessaria per la conduzione del volo istruzionale conclusosi con l'incidente. I titoli aeronautici del pilota allievo erano in corso di validità.
- Non sono emerse evidenze di natura medica e patologica a carico del pilota istruttore e dell'allieva che possano aver influito sull'accadimento dell'evento.
- Il carico ed il centraggio del velivolo erano nei limiti.
- Non sono state rinvenute parti dell'aeromobile prima del punto di impatto o lontane dal settore di distribuzione dei rottami; conseguentemente è possibile escludere eventuali cedimenti strutturali dell'aeromobile in volo, con perdita di parti meccaniche.
- L'esame in frequenza dei suoni registrati in cabina di pilotaggio, la posizione della lancetta indicatrice dei giri motore ed i danneggiamenti riportati dalle pale dell'elica attestano che al momento dell'impatto al suolo il regime di rotazione del motore era prossimo al massimo consentito, per cui è possibile escludere problematiche di tipo tecnico inerenti il propulsore.
- Così come rilevato dalla documentazione acquisita, la licenza dell'I-LSFA per l'impianto e l'esercizio di stazione radiotelegrafica e radiotelefonica a bordo di aeromobile rilasciata in data 6 giugno 2001 risultava scaduta il 5 giugno 2006; dopo questa data dalla documentazione disponibile non risulta alcun rinnovo/proroga di tale licenza.
- L'ENAC, in data 3 maggio 2007, ha rinnovato il certificato di navigabilità del velivolo.

- Le registrazioni delle attività di manutenzione relativamente all'impianto vacuum sono risultate non congruenti con quanto prescritto in termini di scadenze di impiego dei filtri utilizzati.
- Le registrazioni delle scadenze di impiego dei filtri erano riferite esclusivamente alle ore di funzionamento e non tenevano anche conto dell'alternativo limite temporale di un anno altresì stabilito dal costruttore.
- La registrazione di installazione del filtro principale è stata effettuata per un tipo di filtro differente da quello previsto dal *Parts Catalog* per la serie di costruzione dell'aeromobile.
- Il tipo di filtro registrato come installato in data 29 novembre 2006 presuppone la sua collocazione su di uno specifico supporto, differente da quello previsto per l'I-LFSA.
- La documentazione tecnica reperita non riporta alcuna modifica introdotta per la sostituzione del supporto filtro principale sistema vacuum.
- Il filtro principale dell'impianto vacuum risulterebbe essere scaduto in termini di impiego calendariale.
- Tra la documentazione reperita non risulta alcun documento attestante la movimentazione di magazzino e la certificazione di provenienza dei predetti componenti.
- Le condizioni meteorologiche in atto sull'aeroporto di Perugia, seppure marginali per la presenza di una ridotta visibilità, consentivano comunque la effettuazione di una procedura di avvicinamento ed atterraggio in CAT I.
- Le informazioni meteorologiche date via radio da Perugia APP (lette sul relativo monitor dall'operatore in frequenza) erano sostanzialmente congruenti con il METAR delle 13.50' UTC, quando invece, alle 16.12' UTC, era già stato emesso uno SPECI indicante una visibilità orizzontale di 300 m.
- Le radioassistenze presenti sull'aeroporto di Perugia risultavano efficienti.

3.2. CAUSE

Per quanto accertato ed argomentato, la causa dell'incidente è dovuta ad una perdita di controllo in volo dell'aeromobile. Tale perdita di controllo è stata ragionevolmente indotta dall'inattendibilità degli assetti di volo presentati dell'orizzonte artificiale, in una condizione di volo di scarsa visibilità.

La ridotta distanza da terra e conseguentemente il limitato tempo a disposizione per poter riacquisire la piena *situation awareness* in una situazione di scarsa visibilità hanno reso vano ogni tentativo di recupero dell'aeromobile.

La inattendibilità della strumentazione giroscopica indicatrice di assetto è probabilmente riconducibile ad una condizione di intasamento del filtro principale dell'impianto vacuum di alimentazione dell'orizzonte artificiale e del girodirezionale.

Più in generale, le incongruenze e le difformità rilevate nella documentazione esaminata inevitabilmente fanno sorgere dei seri dubbi sia sulla qualità della manutenzione effettuata sul velivolo, sia sull'effettivo svolgimento di una efficace azione di sorveglianza sull'organizzazione manutentiva da parte dell'ENAC.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

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