



Rapporto sommario

In relazione al presente inconveniente grave è stata condotta un'inchiesta sommaria secondo l'articolo 45 dell'ordinanza del 17 dicembre 2014 concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti (OIET; RS 742.161), stato al 1° febbraio 2018. Il presente rapporto è stato redatto allo scopo di trarre le necessarie conclusioni dall'evento imprevisto in questione.

Tipo di aeromobile	Cessna 525	HB-VWM		
Esercente	Nomad Aviation AG, Lindenstrasse 23, 8302 Kloten			
Proprietario	Flylease GmbH, Christoph Merian-Ring 23, 4153 Reinach			
Comandante	Cittadino finlandese, anno di nascita 1969			
Licenza	Licenza di pilota commerciale per aeroplani (<i>Commercial Pilot Licence Aeroplane – CPL(A)</i>) secondo l'Agenzia europea per la sicurezza aerea (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), rilasciata dall'Ufficio federale dell'aviazione civile della Repubblica Federale di Germania.			
Ore di volo¹	complessive	ca. 7000 h	durante gli ultimi 90 giorni	---
	con Vorfalldmuster	---	durante gli ultimi 90 giorni	---
Capo pilota²	Cittadino svizzero, anno di nascita 1976			
Licenza	Licenza di pilota di linea per aeroplani (<i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane – ATPL(A)</i>) secondo l'Agenzia europea per la sicurezza aerea (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), rilasciata dall'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC).			
Ore di volo	complessive	2976 h	durante gli ultimi 90 giorni	69:35 h
	con Vorfalldmuster	1323 h	durante gli ultimi 90 giorni	69:35 h
Luogo	Aeroporto regionale di Lugano-Agno (LSZA)			
Coordinate	---	Altitudine	---	
Data e ora	14 marzo 2016, 09:13 UTC (LT ³ = UTC ⁴ + 1 h)			
Tipo di volo	Commerciale			
Regole di volo	Instrumentenflugregeln (<i>Instrument Flight Rules – IFR</i>)			
Luogo del decollo	Lugano-Agno (LSZA)			

¹ Il comandante non è stato in grado di fornire le informazioni necessarie.

² La definizione « Capo pilota » si riferisce in questo rapporto alla funzione che questa persona ricopriva all'interno dell'organizzazione del proprietario del HB-VWM, ma non alla funzione nell'organizzazione del esercente dell'aeromobile.

³ LT: *Local Time*, ora locale

⁴ UTC: *Universal Time Coordinated*, tempo coordinato universale

Luogo di destinazione-Francoforte (EDDF)

Fase di volo Partenza e salita

Tipologia di inconveniente grave Formazione di odore e riduzione della visibilità causa strato di foschia

Danni a persone	Membri dell'equipaggio	Passeggeri	Terzi
Feriti lievi	0	0	0
Incolumi	2	4	0

Danni all'aeromobile Nessuno

Danni a terzi Nessuno

Fatti

Antefatti

L'aereo d'affari bimotore del tipo Cessna 525 Citation CJ1+, immatricolato HB-VWM, è stato messo in esercizio nel 2009 ed è stato volato per lo più dallo stesso pilota, che su questo aeromobile ricopriva anche la funzione di capo pilota, per un totale di circa 1323 ore.

Dal 2009 fino al momento dell'inconveniente grave in questione né l'equipaggio né i passeggeri avevano mai avvertito né notificato odori particolari.

Il 10 marzo 2016, al termine dei lavori di manutenzione eseguiti presso la ditta Altenrhein Aviation, il capo pilota e un altro pilota avevano volato con l'aeromobile HB-VWM da Altenrhein (LSZR) a Lugano-Agno (LSZA) senza che sopraggiungessero eventi particolari. L'aeromobile è stato parcheggiato nell'hangar nella sua solita posizione ed era stato successivamente preparato per altri incarichi di volo.

Andamento del volo

L'equipaggio, composto da un comandante e dal capo pilota, si era incontrato la mattina del 14 marzo 2016 all'aerodromo di Lugano per la preparazione del volo. Era previsto di trasportare con l'HB-VWM quattro passeggeri da Lugano a Francoforte (EDDF). Durante l'intero volo il comandante assunse la funzione di *pilot flying* (PF) e il capo pilota quella di *pilot monitoring* (PM). Si era previsto di effettuare l'introduzione alla linea per il comandante, già in possesso dell'abilitazione sul tipo. A questo scopo il capo pilota fungeva da *training captain* (TC).

Ultimato l'imbarco dei passeggeri, la porta della cabina venne bloccata e furono avviati i motori. Di seguito l'HB-VWM rullò fino alla pista 19 attraverso la via di rullaggio N. L'aeromobile decollò alle 09:13 UTC.

Al momento del rientro del carrello di atterraggio il PM avvertì per la prima volta un odore anomalo. In quella fase non lo ritenne particolarmente grave. Subito dopo il comandante constatò improvvisamente un cattivo odore, che ha descritto come un odore di olio o di motore e non di origine elettrica.

A una quota di circa 3000 ft AMSL⁵ il PM segnalò al comandante la presenza di un odore di olio bruciato e di una leggerissima cortina di fumo all'interno del cockpit. Il comandante percepì quest'ultimo come una foschia di colore blu.

L'equipaggio dichiarò una situazione d'emergenza e interruppe immediatamente la salita, rimanendo al di sotto della base delle nubi. L'equipaggio mantenne così la possibilità di rientrare a Lugano con un avvicinamento a vista. Siccome era già stato eseguito il cambio sulla frequenza di Milano, l'equipaggio dovette dichiarare l'emergenza anche sulla frequenza di Lugano.

In quel momento era presente uno strato di foschia anche nella cabina passeggeri. I passeggeri chiesero le maschere dell'ossigeno, che l'equipaggio attivò prontamente.

I passeggeri non sono stati in grado di fornire informazioni più precise né sul tipo né sull'origine della foschia. Secondo le informazioni fornite dall'equipaggio, il fumo non aveva un effetto di bruciore o irritante né per il naso né per gli occhi.

Dopo che il comandante ebbe ridotto al minimo la potenza dei motori e disattivato l'impianto di climatizzazione, la situazione migliorò sensibilmente. In seguito all'avvicinamento a vista e l'atterraggio, avvenuto circa 4 minuti dopo la partenza, l'HB-VWM rullò fino alla sua piazzola di parcheggio, accompagnato dai pompieri dell'aerodromo.

Una volta spenti i motori fu aperta la porta. L'equipaggio e i passeggeri furono fatti scendere dall'aeromobile. Secondo le dichiarazioni dell'equipaggio, a quel punto il fumo si dissolse. I

⁵ AMSL: *Above Mean Sea Level*, sopra il livello medio del mare.

pompieri, da parte loro, non constatarono alcuna presenza di fumo e valutarono come buono lo stato delle persone presenti a bordo. I piloti spiegarono al capo intervento di aver avvertito del fumo blu e odore di olio dopo la partenza. I pompieri esaminarono l'HB-VWM con la telecamera a infrarossi per individuare eventuali fonti di calore, senza tuttavia riscontrare nulla di anomalo. I pompieri non trovarono nemmeno indizi relativi alla formazione di odore e di fumo.

L'equipaggio informò la *Airport Authority* dell'evento imprevisto. Quest'ultima decise di non informare subito le autorità. Per ragioni di spazio l'aeromobile fu spostato in un'altra piazzola di parcheggio.

Condizioni meteorologiche al momento e sul luogo dell'*schweren Vorfalls*

Sopra il Sottoceneri (TI) era presente una estesa nuvolosità a strati. Il vento era debole sia a terra sia sotto i 4000 ft sopra il suolo.

Tempo/nuvolosità	5/8-7/8 a 3800 ft AAE ⁶
	5/8-7/8 a 4300 ft AAE
Visibilità	10 km o più
Vento	da 180 gradi, 4 kt
Temperatura/punto di rugiada	8 °C / 4 °C
Pressione atmosferica (QNH)	1024 hPa (pressione ridotta al livello del mare, calcolata secondo i valori dell'atmosfera standard internazionale ICAO ⁷)

Descrizione del sistema di condizionamento della cabina

L'aeromobile HB-VWM è dotato di una cabina pressurizzata climatizzata. L'aria compressa dei motori alimenta e regola la pressurizzazione della cabina e altri sistemi. Inoltre, un sistema di climatizzazione separato garantisce la refrigerazione dell'aria nella cabina.

L'aria compressa dai compressori dei motori, così riscaldata fino a circa 600°C, viene raffreddata tramite una presa d'aria dinamica nei due *precooler* e raggiunge un massimo di 293°C. Successivamente viene indirizzata tramite uno condotto in comune all'impianto di sghiacciamento delle ali dell'aeromobile, alla ventilazione della cabina o al riscaldamento del parabrezza.

A terra e a basse quote l'aria della cabina può essere inoltre miscelata ad aria fresca della presa dinamica attraverso il ventilatore ad aria fresca (*fresh air fan*).

Il sistema di refrigerazione della cabina è un sistema autonomo a ricircolo dell'aria, indipendente dal sistema di pressurizzazione della cabina (cfr. immagine 1): esso consiste in un sistema di scambiatore del calore basato sul principio di funzionamento di un impianto ad aria condizionata.

⁶ AAE: *Above Airport Elevation*, sopra l'altitudine dell'aeroporto.

⁷ ICAO: *International Civil Aviation Organization*.

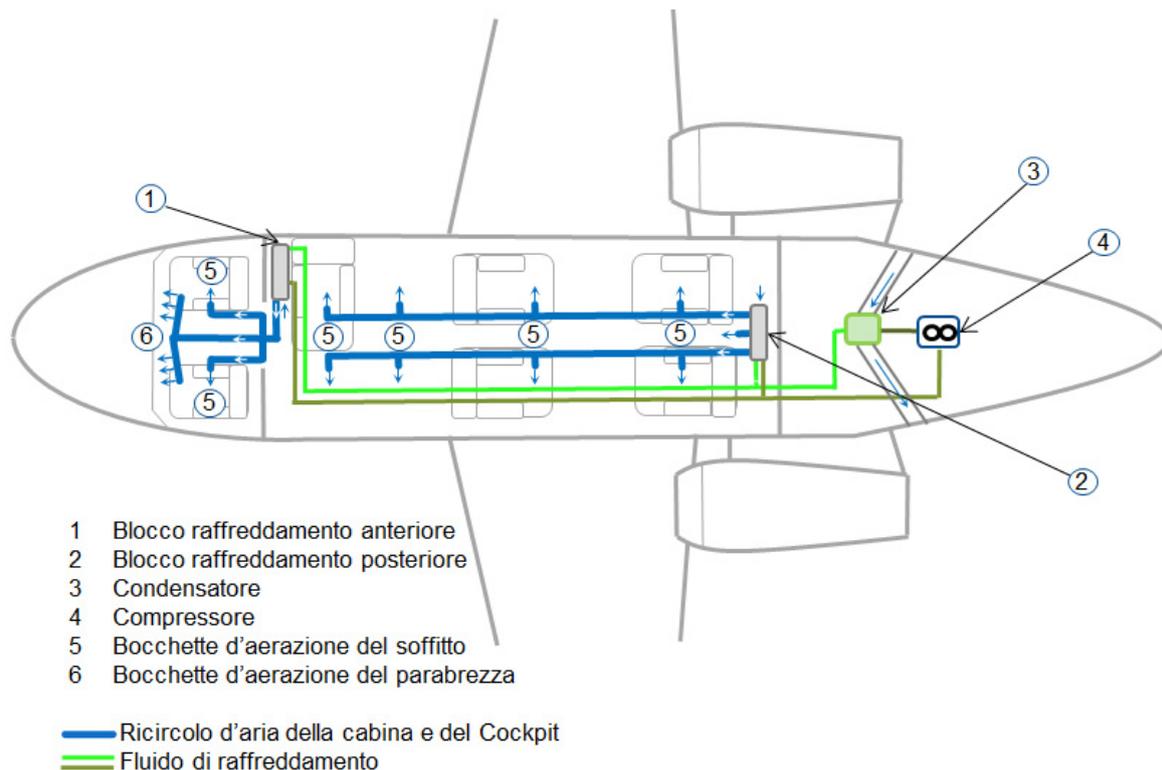


Immagine 1: Sistema di ricircolo e refrigerazione dell'aria in cabina e cockpit

Constatazioni

Dispositivi elettronici per la registrazione dei dati

Siccome l'HB-VWM non era dotato né di un registratore di parametri di volo (*flight data recorder-FDR*) né di un registratore di voci ambientali (*cockpit voice recorder-CVR*) non si è potuto disporre di informazioni utili ai fini dell'inchiesta sulla sicurezza, che ne è risultata notevolmente complicata.

Risultati delle verifiche condotte dopo l'inconveniente grave

Dopo l'inconveniente grave l'HB-VWM è stato sottoposto ad una procedura di ricerca guasti. Né durante la prima verifica condotta nell'area di stazionamento di Lugano né durante il volo di controllo e successivamente durante il volo verso la ditta di manutenzione Cessna Zurich Citation Service Center sono stati constatati odori paragonabili a quelli prodotti durante l'inconveniente grave. Durante i controlli approfonditi condotti presso quest'ultima sono state ritrovate tracce di un liquido evaporato negli *air duct*. Probabilmente si trattava di resti del detersivo liquido utilizzato per lavare i compressori.

Dopo l'inconveniente grave l'aeromobile è stato impiegato per diverse centinaia di ore di volo senza che si sviluppasse altro odore o fumo.

Lavori di manutenzione

Il 29 febbraio 2016, prima dell'inconveniente grave in questione, l'HB-VWM era stato condotto ad Altenrhein (LSZR) alla ditta di manutenzione Altenrhein Aviation, dove venne sottoposto fino al 10 marzo 2016 a una ispezione periodica e a ulteriori interventi di manutenzione. Dalla documentazione risultano i seguenti lavori in relazione al sistema di condizionamento della cabina:

"[...]

- *FWD & AFT evaporator module inspection*

- *L/H & R/H precoolers replacement*
- *engine 1 & engine 2 compressor wash [...]"*

L'aeromobile venne successivamente certificato per il rilascio in servizio (*certificate of release to service*).

Le prescrizioni del costruttore prevedono di coprire i tubi della presa d'aria della cellula prima di lavare i compressori dei motori. Questo non è stato fatto. Per tale ragione è possibile che l'aria inumidita dal detergente liquido usato per lavare i compressori e contaminata da particelle di sporco sia entrata nei tubi della presa d'aria lato cellula e da qui sia arrivata al sistema di condizionamento della cabina. Per impedire a quest'aria contaminata di entrare anche nel sistema di ventilazione della cabina, il costruttore prescrive inoltre di posizionare l'*air source selector* su OFF. Siccome all'inizio della prova motori i meccanici avevano avvertito un odore, è possibile concludere che durante il lavaggio sia entrata aria contaminata nel sistema di condizionamento.

Analisi chimica dei residui di sporco

L'analisi chimica dei residui ritrovati nei diversi tubi di ventilazione permette di escludere con alta probabilità una corrispondenza con i liquidi di confronto. Il fluido idraulico Aeroshell 41 e l'olio per turbine Mobil Jet Oil II contengono entrambi fosforo, ma in nessuno dei campioni esaminati è stato ritrovato questo elemento. Premesso che la quantità dei residui può essere stata molto ridotta e volatile, si può partire dal presupposto che questi liquidi non abbiano nulla a che vedere con il fumo formatosi nel caso in questione. Inoltre, non è stato possibile distinguere i residui preesistenti da quelli che avrebbero potuto essersi formati nell'inconveniente grave in questione.

Occorre infine considerare che potrebbe anche essersi trattato di un processo transitorio che non ha lasciato nessun tipo di tracce.

Test degli odori

Nell'ambito dell'inchiesta è stato preparato un test degli odori, cui sono state sottoposte diverse persone, tra cui il capo pilota. Per il test sono stati impiegati i seguenti fluidi:

- Mobil Jet Oil II
- Zok 27 (concentrato)
- Aeroshell Fluid 41
- Shell Piston Engine Oil 15W50 (come confronto)
- acqua (come odore neutro)

Le persone che lavorano in ditte di manutenzione aeronautica sono state in grado di riconoscere le singole sostanze dall'odore. Il capo pilota non ha potuto ricondurre nessuno tra questi odori a quello avvertito il giorno dell'inconveniente grave.

Analisi

Lavaggio dei compressori dei motori

Dopo il lavaggio dei compressori dei motori l'HB-VWM è stato testato per 90 minuti a motori accesi ed è stato in seguito volato a Lugano. Per tutto questo tempo è stata fatta passare aria calda compressa attraverso i tubi dell'aria spillata dai compressori e i tubi di ventilazione della cabina, pertanto eventuali residui del lavaggio dei compressori si sarebbero asciugati rapidamente.

Non è stato possibile dimostrare se una contaminazione attraverso i residui del lavaggio dei compressori abbia influito sull'inconveniente grave in questione.

Formazione di vapore dal sistema di refrigerazione dell'aria della cabina

Quando l'aria calda viene raffreddata, aumenta l'umidità relativa. Al momento dell'inconveniente grave si registrava una temperatura di 8 °C con un punto di rugiada di 4 °C, il che corrisponde a un'umidità relativa del 76 % e a un contenuto d'acqua assoluto di 6,3 g/m³. Il vapore acqueo condensa quando l'umidità relativa è del 100 %, in questo modo si formano foschia e nebbia.

Al momento dell'inconveniente grave si trovavano a bordo dell'aeromobile 6 persone, che attraverso la respirazione, le proprie traspirazioni e l'abbigliamento hanno rilasciato ulteriore umidità nell'aria della cabina, facendola quindi aumentare.

Il bilancio di calore e di umidità nella cabina di un aeromobile può essere raffigurato come segue:

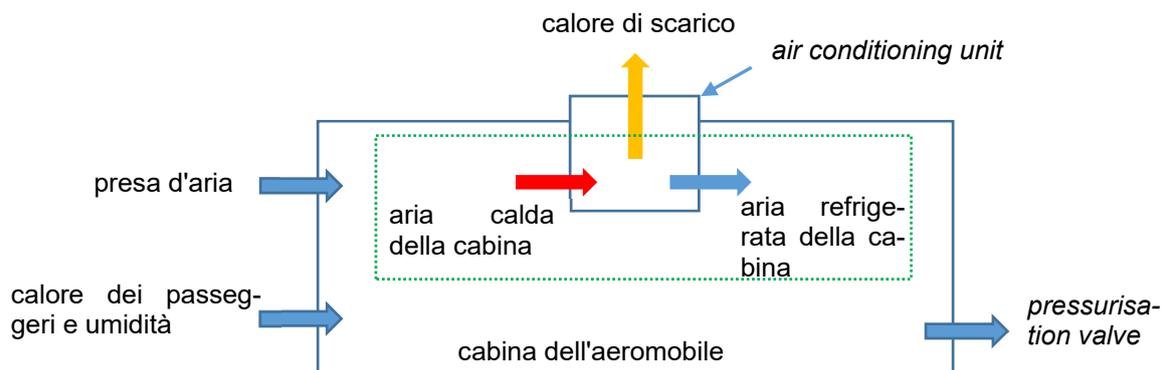


Immagine 2: Modello fisico della cabina passeggeri dell'HB-VWM

L'aria calda della cabina viene soffiata da ventilatori attraverso un impianto di condizionamento (*air conditioning unit*) anteriore o posteriore, da cui esce raffreddata.

In presenza di una concentrazione sufficiente di nuclei di condensazione si formano le prime goccioline di nuvole già a partire da una umidità relativa dell'85 per cento, corrispondente a una temperatura di circa 6 °C. Per la formazione di leggeri strati di nebbia non è pertanto necessario raggiungere la saturazione totale con il 100 per cento di umidità relativa. Questi strati erano visibili già a partire da una temperatura di quasi 6 °C mentre l'aria refrigerata entrava in cabina.

Nell'aeronautica civile e militare sono diversi i casi simili documentati.

Il fatto che le persone a bordo dell'aeromobile non abbiano lamentato né bruciore né irritazione alle vie respiratorie superiori e agli occhi è un indicatore del fatto che si è trattato di una sostanza neutra, come ad esempio il vapore acqueo condensato. Il fatto, inoltre, che spegnendo l'impianto di condizionamento dell'aria (*air conditioning*) la situazione sia migliorata nettamente rivela che la nebbia formatasi all'interno della cabina sia stata probabilmente legata ai processi di condensazione.

Aspetti umani e operativi

Appena dopo il decollo l'equipaggio aveva avvertito un odore anomalo e successivamente aveva constatato una foschia che riduceva la visibilità, percepita anche nella cabina passeggeri. L'equipaggio aveva valutato come elevato il potenziale di pericolo e aveva pertanto deciso di interrompere la salita appena al di sotto della base delle nuvole al fine di continuare il volo a vista. La decisione di tornare il prima possibile all'aerodromo di partenza è stata appropriata in ottica di sicurezza.

Conclusioni

L'inconveniente grave è consistito nell'insorgere di un odore, avvertito dall'equipaggio, e nella riduzione della visibilità, sia nel cockpit sia nella cabina passeggeri, a seguito della formazione di foschia. L'equipaggio ha subito interrotto la salita, ha dichiarato l'emergenza ed è rientrato all'aeroporto di partenza. La causa dell'odore e della visibilità ridotta non ha potuto essere identificata.

Il mancato rispetto delle prescrizioni sulla manutenzione durante il lavaggio dei compressori dei motori con la massima probabilità non ha avuto nessuna influenza sull'insorgere e sul decorso dell'inconveniente grave in questione, tuttavia rappresenta in linea generale un rischio per la sicurezza.

Alla luce di questi risultati il Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza (SISI) è giunto alla conclusione che in relazione al presente inconveniente grave non ci si debbano attendere altri esiti utili a evitare un simile evento imprevisto. Il SISI rinuncia pertanto, in virtù dell'articolo 45 OIET, a ulteriori operazioni d'inchiesta e conclude l'inchiesta con il presente rapporto sommario.

La versione tedesca del presente rapporto è quella originale e come tale fa fede.

Berna, 20 luglio 2022

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza